สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เหมืองข้อมูล

DATA MINING

นางสาวกุลวดี สมบูรณ์วิวัฒน์
นางสาวชโลธร เหลี่ยมวิรัช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37052
วัน, เดือน, ปี 30 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมืองข้อมูล

DATA MINING

โดย

นางสาวกุลวดี สมบูรณ์วิวัฒน์

นางสาวชโลธร เหลี่ยมวิรัช

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโภคา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เหมืองข้อมูล

DATA MINING

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกุลวดี สมบูรณ์วิวัฒน์ รหัสประจำตัว 39014033
2. นางสาวชโลธร เหลี่ยมวิรัช รหัสประจำตัว 39014116

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมืองข้อมูล

นางสาวกุลวดี สมบูรณ์วิวัฒน์ 39014033
นางสาวชโลธร เหลี่ยมวัรัช 39014116
ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโภคา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

การตัดสินใจลงทุนในเรื่องใดๆ ก็ตามจะต้องเกี่ยวข้องกับการคาดเดาค่าหรือแนวโน้มของข้อมูลในอนาคตที่มีผลต่อการลงทุนนั้น ซึ่งการคาดเดาค่าหรือแนวโน้มดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ แล้วนำรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการคาดเดาต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทำนายค่าสามารถกระทำได้หลายแบบ ดาต้าไมนิ่งโดยใช้แบ็คพรอ-พาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กก็เป็นเทคนิคการทำนายค่าแบบหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำนายค่าได้หลายประเภท

โครงงานนี้นำเสนอการสร้างโปรแกรมสำหรับสร้างและเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ และการทดลองหาโทโปโลยีของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ต-เวิร์กที่เหมาะสมกับการทำนายค่าผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA MINING

Kulwadee Somboonviwat
Chalothorn Liamwirat
Dr. Worawat Limpoca Advisor

ABSTRACT

Making decision for investment is often concerned with prediction of data's trend or value. To predict trend or value, we must use some techniques for analyzing data to discover patterns. Then we use that discovered patterns for prediction.

Data mining using backpropagation neural network is one solution to prediction. It's very interesting and can be adapted in many application.

This project present the creation of Backpropagation neural network generator and trainer program using object-oriented programming, and experimentation aimed to find the best topology for neural network which will be used to predict the lottery.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ด้วยดีก็คือ อาจารย์ วรวัฒน์ ลิ้มโภคา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้เลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี ให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ ให้กำลังใจ และความเอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้าน ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กุลวดี สมบูรณ์วิวัฒน์
ชโลธร เหลี่ยมวิรัช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

			หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย			I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ			II
กิตติกรรมประกาศ			III
สารบัญ			IV
สารบัญตาราง			VII
สารบัญรูปภาพ			IX
บทที่	1	บทนำ	1
	1.1	ความสำคัญและที่มา	1
	1.2	วัตถุประสงค์	1
	1.3	ขอบเขตของงาน	2
	1.4	วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่	2	ดาต้าไมนิ่ง	3
	2.1	นิยาม	3
	2.2	งานที่เหมาะกับการนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้	3
	2.3	เทคนิคของดาต้าไมนิ่ง	5
	2.3.1	โมเดล (Model)	5
	2.3.2	เทคนิคต่าง ๆ	6
	2.4	ตัวอย่างการนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้	7
บทที่	3	การประยุกต์ใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับดาต้าไมนิ่ง	9
	3.1	ตัวอย่างการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์	9
	3.2	การใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กกับดาต้าไมนิ่งแบบกำหนดทิศทาง	13
	3.3	นิวรอนเน็ตเวิร์ก	14
	3.3.1	ยูนิตของนิวรอนเน็ตเวิร์ก	16
	3.4	การเลือกชุดเทรน	19
	3.5	การเตรียมข้อมูล	19
	3.6	การแปลผลลัพธ์	20
	3.7	นิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับอนุกรมเวลา	21
	3.8	จุดแข็งของนิวรอนเน็ตเวิร์ก	23
	3.9	จุดอ่อนของนิวรอนเน็ตเวิร์ก	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	4	แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	24
	4.1	โครงสร้างของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	24
	4.2	แบ็คพรอพาเกชันอัลกอริทึมแบบมาตรฐาน	24
	4.2.1	สัญลักษณ์ที่ใช้	25
	4.2.2	ฟังก์ชันแอคติเวชัน	26
	4.2.3	อัลกอริทึมการเทรน	28
	4.2.4	ทางเลือกต่างๆ	30
	4.3	การปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้โมเมนตัม	31
	4.4	ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน	32
บทที่	5	การออกแบบแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้หลักการเชิงวัตถุ	34
	5.1	แนวคิดและหลักการออกแบบ	34
	5.2	คลาสไดอะแกรม	34
	5.3	คำอธิบายเกี่ยวกับแอททริบิวต์ และ เมธอดของคลาสต่างๆ	36
	5.3.1	คลาส BackPropNetwork	36
	5.3.2	คลาส Layer	37
	5.3.3	คลาส InputLayer	37
	5.3.4	คลาส HiddenLayer	37
	5.3.5	คลาส OutputLayer	38
	5.3.6	คลาส Cell	38
	5.3.7	คลาส NoCompute_Cell	38
	5.3.8	คลาส Compute_Cell	38
	5.3.9	คลาส Sigmoid_Cell	39
	5.3.10	คลาส Tanh_Cell	39
บทที่	6	การออกแบบโปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก	40
	6.1	แนวคิดและหลักการออกแบบ	40
	6.1.1	การออกแบบอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่อ่านโทโปโลยีไฟล์	41
	6.1.1.1	คลาสไดอะแกรม	41
	6.1.1.2	คำอธิบายเมธอด	41
	6.1.2	การออกแบบอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่แมสเสจข้อมูล	42
	6.1.2.1	แนวคิดและหลักการออกแบบ	42
	6.1.2.2	คลาสไดอะแกรม	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6.1.2.3	คำอธิบายเกี่ยวกับแอททริบิวต์ และเมธอดของคลาสต่าง ๆ	43
	6.2	ส่วนติดต่อกับผู้ใช้	45
บทที่	7	การออกแบบโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล	46
	7.1	แนวคิดและหลักการออกแบบ	46
	7.2	ส่วนติดต่อกับผู้ใช้	46
บทที่	8	ผลการทดลองค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก	47
	8.1	อัตราการเรียนรู้มีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	47
	8.2	โมเมนตัมมีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	49
	8.3	จำนวนฮิดเดนยูนิตมีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	50
	8.4	จำนวนฮิดเดนเลเยอร์มีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	51
บทที่	9	การทดลองหารูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสม สำหรับการทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล	57
	9.1	การทดลองหาจำนวนอินพุทยูนิต หรือ จำนวนงวดย้อนหลัง ที่เหมาะสม	57
	9.2	การทดลองหาจำนวนฮิดเดนยูนิตที่เหมาะสม	59
	9.3	การทดลองหาค่าอัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสม	64
	9.4	การทดลองหาค่าโมเมนตัมที่เหมาะสม	66
	9.5	รูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสม	69
	9.6	ตัวอย่างกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรน	70
	9.7	การทดลองเพิ่มเติม	74
บทที่	10	สรุปและวิจารณ์	88
	10.1	ชิ้นงานที่ได้	88
	10.2	ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว	88
	10.3	อุปสรรคในการดำเนินงาน	88
	10.4	แนวทางการพัฒนาต่อ	88
	10.5	บทสรุป	89
ภาคผนวก ก		คู่มือการใช้งานโปรแกรม	
ภาคผนวก ข		รูปแบบของไฟล์อินพุทและเอาท์พุท	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะต่างๆ ที่นำมาใช้ในการตั้งราคาบ้าน 11
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างชุดเทรน (Training Example) 11
ตารางที่ 3-3 ค่าที่นวดแล้วสำหรับตัวอย่างชุดเทรน 13
ตารางที่ 3-4 อนุกรมเวลา 22
ตารางที่ 3-5 อนุกรมเวลาที่มีไทม์แล็ก 23
ตารางที่ 8-1 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0 และ มีค่าอัตราการเรียนรู้น้อยกว่า 1.0 48
ตารางที่ 8-2 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ มีค่าอัตราการเรียนรู้น้อยกว่า 1.0 48
ตารางที่ 8-3 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้ตั้งแต่ 1.0 ขึ้นไป 49
ตารางที่ 8-4 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.8 และ ค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0 50
ตารางที่ 8-5 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนยูนิตต่างๆ กัน 51
ตารางที่ 8-6 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ต่างๆ กัน 52
ตารางที่ 9-1 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวนอินพุทยูนิต 58
ตารางที่ 9-2 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดจำนวนอินพุทยูนิตต่างๆ กัน 58
ตารางที่ 9-3 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวน ฮิดเดนยูนิตเมื่อกำหนดให้ อินพุทยูนิต เท่ากับ 18 ยูนิต 61
ตารางที่ 9-4 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวน ฮิดเดนยูนิตเมื่อกำหนดให้ อินพุทยูนิต เท่ากับ 24 ยูนิต 62
ตารางที่ 9-5 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดจำนวนอินพุทยูนิตเป็น 18 ยูนิต และ 24 ยูนิต 63
ตารางที่ 9-6 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาค่าอัตราการเรียนรู้ 65
ตารางที่ 9-7 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ต่างๆ กัน 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9-8	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาค่า โมเมนตัม	68
ตารางที่ 9-9	สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าโมเมนตัมต่างๆ กัน	69
ตารางที่ 9-10	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 1 และ 2	76
ตารางที่ 9-11	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 3 และ 4	77
ตารางที่ 9-12	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 5 และ 6	78
ตารางที่ 9-13	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 7 และ 8	79
ตารางที่ 9-14	แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 9 และ 10	80
ตารางที่ 9-15	สรุปความถูกต้องของแต่ละโมเดล	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้าที่
รูปที่ 2-1	โมเดลจะรับอินพุทและให้เอาท์พุทออกมา	5
รูปที่ 3-1	ให้มองนิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นเหมือนกล่องทึบแสงที่ประมวลผลอินพุท เพื่อสร้างเอาท์พุทออกมา	10
รูปที่ 3-2	ตัวอย่างของฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก	14-15
รูปที่ 3-3	ยูนิตของนิวรอนเน็ตเวิร์ก	17
รูปที่ 3-4	ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่นิยมใช้ : ซิกมอยด์ฟังก์ชัน และ ไฮเปอร์โบลิกแทนเจ็นท์ฟังก์ชัน	17
รูปที่ 3-5	ฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับตัวอย่างการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์	19
รูปที่ 3-6	ไทม์ดีเลย์นิวรอนเน็ตเวิร์ก	22
รูปที่ 4-1	มัลติเลเยอร์นิวรอนเน็ตเวิร์ก	25
รูปที่ 4-2	ไบนารีซิกมอยด์ฟังก์ชัน	27
รูปที่ 4-3	ไบโพลาร์ซิกมอยด์ฟังก์ชัน	27
รูปที่ 4-4	โฟล์วชาร์ตของขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน	33
รูปที่ 5-1	คลาสไดอะแกรมของอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก	35
รูปที่ 6-1	คลาสไดอะแกรมของ BPN_Reader	41
รูปที่ 6-2	คลาสไดอะแกรมสำหรับการแมสเสจข้อมูล	43
รูปที่ 8-1	กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0	53
รูปที่ 8-2	กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14	53
รูปที่ 8-3	กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 และค่าอัตราการเรียนรู้มีค่ามากกว่า 1	54
รูปที่ 8-4	กราฟของกรณีที่อัตราการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8 และค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0	54
รูปที่ 8-5	กราฟของกรณีที่อัตราการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8 และค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0	55
รูปที่ 8-6	กราฟของกรณีที่จำนวนฮิดเดนยูนิตเท่ากับ 15	55
รูปที่ 8-7	กราฟของกรณีที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 2	56
รูปที่ 8-8	กราฟของกรณีที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 3	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9-1	แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะลู่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ	71
รูปที่ 9-2	แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะลู่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ	72
รูปที่ 9-3	แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะแกว่ง ไม่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ	73
รูปที่ 9-4	แสดงกราฟที่ขยายตรงบริเวณปลายเส้นกราฟ (วงกลม) ของกราฟรูปที่ 9-3	74
รูปที่ 9-5	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 1 (อินพุท = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 18 ยูนิต)	81
รูปที่ 9-6	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 2 (อินพุท = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต)	81
รูปที่ 9-7	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 3 (อินพุท = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 10 ยูนิต)	82
รูปที่ 9-8	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 4 (อินพุท = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 15 ยูนิต)	82
รูปที่ 9-9	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 5 (อินพุท = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต)	83
รูปที่ 9-10	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 6 (อินพุท = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 30 ยูนิต)	83
รูปที่ 9-11	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 7 (อินพุท = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต)	84
รูปที่ 9-12	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 8 (อินพุท = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต)	84
รูปที่ 9-13	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 9 (อินพุท = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 40 ยูนิต)	85
รูปที่ 9-14	แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 10 (อินพุท = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 48 ยูนิต)	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การตัดสินใจลงทุนในเรื่องใดๆ ก็ตามจะต้องเกี่ยวข้องกับการคาดเดาค่าหรือแนวโน้มของข้อมูลในอนาคตที่มีผลต่อการลงทุนนั้นซึ่งย่อมจะมีความเสี่ยงที่เกิดจากการคาดเดาที่ผิดพลาดอยู่เสมอ การคาดเดาอย่างมีหลักเกณฑ์โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีพอจะช่วยให้ความเสี่ยงดังกล่าวลดน้อยลงได้

ดาต้าไมนิ่งคือกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเตรียมข้อมูล การใช้โมเดลหาแพทเทินภายในข้อมูล และการแปลผลลัพธ์ที่ได้จากโมเดลนั้น

การนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้ในการทำนายค่าสามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นกับว่าจะเลือกใช้เทคนิคใดในการทำนาย เทคนิคของดาต้าไมนิ่งที่เหมาะกับการทำนายค่า ได้แก่ นิวรอนเน็ตเวิร์ก แผนภาพต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ และเมมโมรี่เบสรีซันนิ่ง

สำหรับในโครงงานนี้ได้เลือกใช้แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กซึ่งเป็นนิวรอนเน็ตเวิร์กประเภทหนึ่งเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทำนายค่า เหตุที่เลือกใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กก็เนื่องมาจากความสามารถของตัวนิวรอนเน็ตเวิร์กที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานที่ซับซ้อนได้โดยยังให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจอยู่หากใช้อย่างถูกวิธี

สำหรับปัญหาที่เลือกมาเป็นหัวข้อทดสอบความสามารถในการทำนายของนิวรอนเน็ตเวิร์กคือ การทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล เนื่องจากต้องการทดลองว่าปัญหาดังกล่าวพอจะแพทเทินใดๆ ให้นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถนำไปใช้ในการทำนายได้หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีทางด้านนิวรอนเน็ตเวิร์ก

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมสำหรับสร้างและเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ

1.2.3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำทฤษฎีทางด้านนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านการทำนายค่า รวมทั้งการหารูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมในการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงาน

โครงงานนี้เป็นการนำเอาทฤษฎีของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กมาประยุกต์ใช้ในการทำนายค่า ชิ้นงานที่ได้จะเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างและเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีความยืดหยุ่นต่อความต้องการของผู้ใช้งานในระดับหนึ่ง และโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวสลากกินแบ่งรัฐบาล ซึ่งเป็นถือเป็นตัวทดสอบการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในการทำนายค่า

ในการสร้างโปรแกรมต่างๆ ในโครงงานนี้ จะใช้หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุเพื่อให้ได้โปรแกรมที่ง่ายในการแก้ไข และสามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวนั้น จะต้องมีการทดลองต่างๆ มากมาย เพื่อหาโทโปโลยีและค่าพารามิเตอร์ของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสมกับงานนี้ โดยจะทำการทดลองหาโทโปโลยีที่เหมาะสมก่อนจากนั้นจะนำโทโปโลยีที่ได้ไปใช้ในการทดลองหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้วเราก็จะได้รูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะกับการทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว

1.4 วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานจะเริ่มด้วยการศึกษาทฤษฎีของดาต้าไมนิ่งเกี่ยวกับนิยาม กระบวนการ การนำไปประยุกต์ใช้ และเทคนิคต่างๆ จากนั้นเลือกและศึกษาเทคนิคของดาต้าไมนิ่งที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่า สำหรับในโครงงานนี้เลือกใช้ แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก เป็นเทคนิคในการทำนายค่า

เมื่อศึกษาทฤษฎีที่ต้องใช้ครบถ้วนแล้วก็เริ่มพัฒนาโปรแกรมสำหรับสร้างและเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก เมื่อพัฒนาสำเร็จแล้ว จึงเลือกและสร้างแอพพลิเคชันที่จะใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำนายของนิวรอนเน็ตเวิร์ก (แอพพลิเคชันที่เลือกคือการทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว)

การสร้างแอพพลิเคชันทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวมีขั้นตอนดังนี้

- รวบรวมผลรางวัลเลขท้ายสองตัว
- เขียนโปรแกรม
- ทดลองหาโทโปโลยีของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสม
- นำโทโปโลยีที่ได้ไปใช้กับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ดาต้าไมนิ่ง

2.1 นิยาม

ดาต้าไมนิ่ง คือ การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากโดยวิธีการแบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ เพื่อค้นหารูปแบบและกฎที่มีนัยสำคัญต่างๆ เทคนิคและเครื่องมือต่างๆ ของดาต้าไมนิ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็นทางด้านธุรกิจ นิติศาสตร์ ดาราศาสตร์ เวชศาสตร์ และการควบคุมกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม

อัลกอริทึมต่างๆ ของดาต้าไมนิ่งส่วนใหญ่จะนำมาจากงานวิจัยทางด้านสถิติ วิทยาการคอมพิวเตอร์ และปัญญาประดิษฐ์ ในการเลือกว่าจะนำเทคนิคใดมาใช้ในสถานการณ์ใดนั้นจะขึ้นอยู่กับทั้งลักษณะของงานที่ทำ และลักษณะของข้อมูลที่หามาได้ งานที่เหมาะกับการนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้ ได้แก่ การแยกประเภท (classification) การประเมินค่า (estimation) การทำนายค่า (prediction) การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (market basket analysis) การแบ่งกลุ่ม (clustering) และการอธิบาย (description)

ดาต้าไมนิ่งมีแบบแผนในการจัดการกับงานประเภทต่าง ๆ ดังกล่าว (data mining methodology) อยู่ 2 แบบ คือ การทดสอบสมมุติฐาน (hypothesis testing) และการค้นหาความรู้ (knowledge discovery)

งานแต่ละประเภทจะเหมาะกับแบบแผนใดแบบแผนหนึ่ง สำหรับการทดสอบสมมุติฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลจะถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันหรือล้มล้างสมมุติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูล ส่วนการค้นหาความรู้นั้น จะไม่มีการตั้งสมมุติฐานใดๆ ไว้ก่อน

การค้นหาความรู้มี 2 ประเภท คือ แบบกำหนดทิศทาง (directed) และแบบไม่กำหนดทิศทาง (undirected)

การค้นหาความรู้แบบกำหนดทิศทางจะพยายามอธิบายหรือจัดหมวดหมู่ดาต้าฟิลด์ใดดาต้าฟิลด์หนึ่ง ส่วนกาค้นหาความรู้แบบไม่กำหนดทิศทางจะพยายามค้นหารูปแบบหรือความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่มของเรคคอร์ดต่างๆ โดยไม่เจาะจงที่ดาต้าฟิลด์ใดๆ

2.2 งานที่เหมาะกับการนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้

งานที่สามารถนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้ได้มี 6 ประเภท ดังนี้คือ

การแยกประเภท

เป็นการนำข้อมูลมาจำแนกว่าตรงกับประเภทใดที่เราได้กำหนดไว้ โดยจะมีการสร้างโมเดลขึ้นมาแล้วใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาเทรนโมเดลนี้ จากนั้นจึงนำโมเดลดังกล่าวไปใช้ในการจำแนกประเภทของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่เราต้องการ ตัวอย่างของงานการจำแนกประเภท เช่น การแยกประเภทเครดิตของลูกค้าที่ขอกู้เงินโดยแบ่งตามความเสี่ยงเป็นระดับสูง กลาง และต่ำ เทคนิคที่เหมาะกับงานนี้ ได้แก่ การตัดสินใจโดยใช้แผนภาพต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ เมมโมรี่เบสรีซันนิ่ง

การประเมินค่า

ในงานการจำแนกประเภทนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแบบดีสครีต (discrete value) ส่วนงานการประเมินค่าจะเกี่ยวข้องกับผลลัพธ์แบบต่อเนื่อง (continuous value) การประเมินค่าจะถูกนำไปใช้ในการกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่อง เช่น รายได้ ความสูง หรือ ยอดบัตรเครดิต เป็นต้น

ในทางปฏิบัติ การประเมินค่าจะถูกนำไปใช้เพื่องานการจำแนกประเภท เช่น หากผู้ผลิตรองเท้าสกีแห่งหนึ่งต้องการส่งจดหมายโฆษณาสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าที่เป็นผู้ถือบัตรเครดิตของบริษัทเครดิตการ์ดแห่งหนึ่ง ก็อาจจะสร้างโมเดลการจำแนกประเภท (classification model) ขึ้นมาเพื่อจำแนกผู้ถือบัตรเครดิตออกเป็นสองประเภทคือ ผู้ถือบัตรที่เป็นนักสกีและผู้ถือบัตรที่ไม่ใช่นักสกี หรืออีกวิธีหนึ่งก็คือการสร้างโมเดลซึ่งทำหน้าที่ประเมินค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ถือบัตรจะเป็นนักสกีขึ้นมา แล้วใช้โมเดลนี้ไปประเมินค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวของผู้ถือบัตรแต่ละคน จากนั้นจึงทำการจำแนกประเภทผู้ถือบัตรโดยการกำหนดค่าขีดเริ่มต้น (threshold value) ขึ้นมาค่าหนึ่ง ผู้ถือบัตรคนใดที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงกว่าค่าขีดเริ่มต้นที่กำหนดจะถือว่าเป็นนักสกี ส่วนผู้ที่ต่ำกว่าก็จะเป็นผู้ถือบัตรที่ไม่ใช่นักสกี ถ้าผู้ผลิตรองเท้าสกีกำหนดงบประมาณไว้ว่าจะจัดส่งจดหมายจำนวน 50,000 ชุด และจากการจำแนกประเภทลูกค้าแล้วพบว่ามีผู้ถือบัตรที่เป็นนักสกีอยู่ถึง 1.5 ล้านคน หากใช้การจำแนกประเภทวิธีแรกจดหมายโฆษณาจำนวน 50,000 ชุด จะถูกส่งไปยังกลุ่มลูกค้าดังกล่าวแบบสุ่ม แต่ถ้าผู้ผลิตรองเท้าสกีเลือกใช้วิธีที่สองจดหมายโฆษณาดังกล่าวก็จะถูกส่งไปยังลูกค้าที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด 50,000 อันดับแรก ซึ่งน่าจะเป็นวิธีการที่ดีกว่า

เทคนิคที่เหมาะกับงานการประเมินค่าคือ นิวรอนเน็ตเวิร์ก

การทำนายค่า

จะเหมือนกันกับการจำแนกประเภทและการประเมินค่า แต่สิ่งที่ต่างกันก็คือการทำนายค่าจะเป็นการประเมินค่าในอนาคต เทคนิคใด ๆ ก็ตามที่สามารถนำไปใช้ในการจำแนกประเภทและการประเมินค่าได้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำนายค่าได้เช่นกัน โดยการใช้ตัวอย่างในการเทรนที่ระบุค่าของตัวแปรที่ต้องการทำนายไว้แล้วมาเทรนโมเดลที่สร้างขึ้น จากนั้นจึงนำโมเดลที่ผ่านการเทรนแล้วไปประยุกต์ใช้กับค่าของตัวแปรในปัจจุบันผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นค่าในอนาคตที่ต้องการ ตัวอย่างงานในลักษณะนี้เช่น การทำนายค่าเงินบาท การทำนายว่าลูกค้ารายใดจะเลิกใช้บริการใน 6 เดือนข้างหน้า เป็นต้น

เทคนิคที่เหมาะกับงานการทำนายค่าคือ การตัดสินใจโดยใช้หลักการของการแตกสาขา เมมโมรี่เบสรีซันนิ่ง การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด และเครือข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด

การวิเคราะห์ตะกร้าตลาดหรือการจัดกลุ่มสิ่งที่มีความเกี่ยวดองกัน (affinity grouping) เป็นการตัดสินว่าควรจะนำสิ่งไหนมาอยู่รวมกลุ่มเดียวกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือซุปเปอร์มาร์เก็ตจะใช้เทคนิคนี้เพื่อวางแผนว่าควรนำสินค้าตัวไหนวางไว้ใกล้กันบ้าง โดยสังเกตและวิเคราะห์จากการซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละครั้งเพื่อสร้างเป็นกฎของความสัมพันธ์ (association rules) ขึ้นมา

การแบ่งกลุ่ม

เป็นการแบ่งส่วนจากสิ่งที่แตกต่างกันออกเป็นกลุ่มย่อยหรือคลัสเตอร์ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น ต่างจากการแยกประเภทคือ การแบ่งกลุ่มจะไม่มีการกำหนดประเภทไว้ก่อนล่วงหน้า ตัวอย่างงานที่ต้องมีการแบ่งกลุ่มเช่น การพิจารณาว่าการส่งเสริมการขายแบบไหนที่จะทำให้ลูกค้าตอบรับได้ดี จะต้องแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยแต่ละกลุ่มจะเป็นลูกค้าที่มีลักษณะนิสัยในการซื้อใกล้เคียงกัน จากนั้นก็สอบถามชนิดของการส่งเสริมการขายที่ลูกค้าแต่ละกลุ่มพอใจที่สุด เทคนิคที่ใช้สำหรับการแบ่งกลุ่มคือ การสืบหาคลัสเตอร์ (Cluster detection)

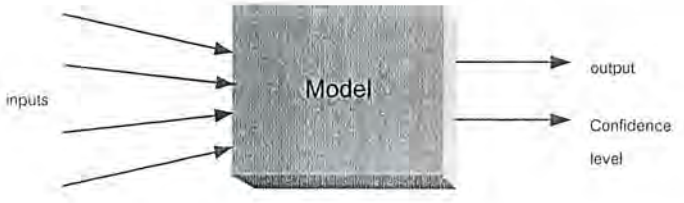
การอธิบาย

เป็นการใช้เทคนิคของดาต้าไมนิ่งในการอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างกับฐานข้อมูลที่ซับซ้อนของเราเพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และกระบวนการในการสร้างข้อมูลต่าง ๆ เทคนิคที่ใช้สำหรับการพรรณนา คือ การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด

2.3 เทคนิคของดาต้าไมนิ่ง

2.3.1 โมเดล (Model)

โมเดล จะให้ค่าเอาท์พุทสำหรับชุดของอินพุทที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 2-1 เทคนิคของดาต้าไมนิ่งส่วนใหญ่จะสร้างโมเดลขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 2-1 โมเดลจะรับอินพุทและให้เอาท์พุทออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการสร้างโมเดลสำหรับดาต้าไมนิ่ง ได้แก่

- โมเดลทำให้เกิดการ อันเดอร์ฟิตติ่ง (underfitting data) หรือ โอเวอร์ฟิตติ่ง (overfitting data) หรือไม่

  อันเดอร์ฟิตติ่ง คือการที่โมเดลไม่สามารถหาแพทเทินที่น่าสนใจที่อยู่ในข้อมูลได้ครบถ้วน **โอเวอร์ฟิตติ่ง** คือการที่โมเดลเกิดการจดจำข้อมูลที่ใช้ในการเทรนและทำการทำนายผลลัพธ์ของข้อมูลอื่นโดยใช้สิ่งที่ได้จดจำมาจากการเทรน โมเดลที่มีลักษณะเช่นนี้จะให้ผลลัพธ์ที่ดีเมื่อใช้กับข้อมูลในชุดเทรนเท่านั้น
- โมเดลบางแบบสามารถอธิบายที่มาของเอาท์พุทได้ดีกว่าโมเดลอื่น
- โมเดลบางแบบนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายกว่าโมเดลอื่น

2.3.2 เทคนิคต่าง ๆ

การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market basket analysis)

เป็นการแบ่งกลุ่มแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับการค้นหากลุ่มของรายการ (items) ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นในทรานแซคชันเดียวกัน โมเดลที่เทคนิคนี้สร้างขึ้นจะให้กฎที่แสดงความเป็นไปได้ที่สินค้าต่างชนิดกันจะถูกซื้อไปพร้อม ๆ กัน การวิเคราะห์ตะกร้าตลาดมักถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการค้าปลีก

เมมโมรี่เบสรีซันนิ่ง (Memory-based reasoning : MBR)

เป็นการสร้างโมเดลสำหรับข้อเท็จจริงที่ทราบค่าขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำนายค่าของข้อเท็จจริงที่ไม่ทราบค่า ซึ่งทำได้โดยการหาตำแหน่งของข้อเท็จจริงที่ไม่ทราบค่าในโมเดลที่ได้สร้างขึ้นจากนั้นหาข้อเท็จจริงที่ทราบค่าที่อยู่ใกล้ที่สุดโดยใช้ฟังก์ชันระยะห่าง (distance function) แล้วนำค่าของข้อเท็จจริงทั้งสองมารวมกันโดยใช้คอมบิเนชันฟังก์ชันค่าที่ได้จะเป็นค่าการทำนายหรือการจำแนกประเภทที่ต้องการ

การสืบหาคลัสเตอร์ (Cluster detection)

การสืบหาคลัสเตอร์คือการสร้างโมเดลสำหรับหาข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกัน กลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเหล่านี้เรียกว่า คลัสเตอร์ เทคนิคที่ใช้ในการหาคลัสเตอร์มีหลายอย่าง เช่น จีโอเมตริกเมธอด วิธีการเชิงสถิติ (statistical methods) และนิวรอนเน็ตเวิร์ก

การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง (Link Analysis)

เป็นการติดตามความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อพัฒนาโมเดลโดยใช้แพทเทินในความสัมพันธ์นั้น การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างลูกค้ารายต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดสินใจโดยใช้แผนภาพต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ (Decision Tree) และการสังเกตข้อเท็จจริงแล้วสรุปเป็นกฎ (Rule induction)

แผนภาพต้นไม้สำหรับการตัดสินใจเป็นโมเดลที่แบ่งข้อมูลในชุดเทรนออกเป็นเซตที่ไม่เกี่ยวเนื่องกัน (disjoint subsets) และกำหนดกฎให้กับแต่ละสับเซตเหล่านั้นเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจ

นิวรอนเน็ตเวิร์ก (Artificial neural network)

เป็นโมเดลที่จำลองการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทในสมองมนุษย์ นิวรอนเน็ตเวิร์กถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานการทำนาย การจำแนกประเภท และการแบ่งกลุ่ม

จีเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

เป็นเทคนิคที่ช่วยให้โมเดลแบบเมมโมรี่เบสรีซันนิ่งและนิวรอนเน็ตเวิร์กมีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น

2.4 ตัวอย่างการนำดาต้าไมนิ่งไปประยุกต์ใช้

การใช้ดาต้าไมนิ่งเพื่อค้นหาตัวผู้กระทำผิดทางอาญา

รัฐบาลสหรัฐเป็นผู้ริเริ่มนำเทคโนโลยีดาต้าไมนิ่งมาใช้ เช่น เอฟบีไอ (FBI: Federal Bureau of Investigation) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงแบบอัตโนมัติ (automatic link analysis) ในการกลั่นกรองรายงานหลายพันฉบับที่ถูกส่งเข้ามาโดยตัวแทนที่อยู่ในพื้นที่ต่างๆ กัน เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ และร่องรอยต่างๆ **กรมธนารักษ์** ใช้ดาต้าไมนิ่งเพื่อค้นหารูปแบบในการโอนเงินทุนระหว่างประเทศที่น่าสงสัยว่าจะเป็นการฟอกเงิน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า กรมสรรพากรของสหรัฐก็แสดงความสนใจในเทคโนโลยีดาต้าไมนิ่งอย่างมากเช่นกัน

ห้างสรรพสินค้ากลายเป็นนายหน้าซื้อขายข้อมูล (information broker)

ห้างสรรพสินค้าต่างๆ อยู่ในสถานะที่สามารถสังเกตพฤติกรรมของลูกค้าของตนได้มาก แต่ห้างสรรพสินค้าส่วนใหญ่ยังไม่มีความสามารถทางเทคนิคพอที่จะทำได้ เซฟเวย์คอร์เปอเรชั่น (Safeway Corporation) เป็นห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งที่ได้จัดทำระบบสำหรับสังเกตพฤติกรรมของลูกค้าขึ้นมา

เซฟเวย์คอร์เปอเรชั่นได้ผันตัวเองมาเป็นนายหน้าซื้อขายข้อมูล โดยจะได้ที่อยู่และข้อมูลเชิงประชากรศาสตร์ของลูกค้า จากการเสนอส่วนลดให้กับลูกค้าที่ตกลงใช้บัตรเซฟเวย์เซฟวิ่งคลับในการซื้อสินค้า ลูกค้าที่ต้องการได้บัตรดังกล่าวจะต้องยอมเปิดเผยข้อมูลส่วนตัว เมื่อลูกค้าได้บัตรแล้วต่อไปเมื่อลูกค้าแสดงบัตรเพื่อรับส่วนลด ประวัติทรานแซคชั่นของเขาซึ่งอยู่ในคลังข้อมูล (data warehouse) ก็จะถูกอัพเดต ดังนั้นการจับจ่ายสินค้าของลูกค้าแต่ละครั้งจะยิ่งทำให้ผู้ค้าปลีกมีข้อมูลของลูกค้าที่ถูกต้อง จึงสามารถหาสินค้ามาตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลนี้ยังมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ผลิต (manufacturers) เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

ห้างสรรพสินค้ารับรองกับลูกค้าว่าข้อมูลของเขาจะถูกเก็บเป็นความลับ ดังนั้นทางห้างสรรพสินค้าจะไม่นำรายชื่อของลูกค้าที่ชอบผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งไปขายให้กับผู้ผลิต แต่จะขายการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าของผลิตภัณฑ์นั้นๆ แทนโดยอาศัยข้อมูลที่ลูกค้าแต่ละรายให้และอุปนิสัยในการจับจ่ายของเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การประยุกต์ใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับดาต้าไมนิ่ง

นิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงสำหรับใช้ในงานการทำนายค่า การแยกประเภท และการแบ่งกลุ่ม นิวรอนเน็ตเวิร์กได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การนำไปใช้ในการทำนายค่าทางด้านการเงิน การวินิจฉัยโรค การระบุกลุ่มของลูกค้าที่ควรรักษาไว้ การระบุทรานแซคชั่นเครดิตการ์ดที่มีปัญหา การจดจำตัวเลขบนเช็ค และการทำนายอัตราความล้มเหลวของเครื่องยนต์ เป็นต้น

มนุษย์มีความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์ส่วนคอมพิวเตอร์นั้นก็มีความเป็นเลิศในด้านการปฏิบัติตามคำสั่งซ้ำแล้วซ้ำอีก สิ่งที่น่าสนใจของนิวรอนเน็ตเวิร์กก็คือมันจะประสานช่องว่างระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ดังกล่าวโดยจำลองการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทต่างๆ ภายในสมองมนุษย์มาไว้บนคอมพิวเตอร์ เมื่อนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในขอบเขตที่เหมาะสมความสามารถในการเรียนรู้จากข้อมูลของมันก็จะเหมือนกันกับความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์ของเรา ความสามารถนี้มีประโยชน์มากสำหรับดาต้าไมนิ่งและทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นสาขาหนึ่งที่น่าศึกษา

อย่างไรก็ตามการใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กก็ยังมีข้อเสียอยู่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กก็คือค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) ภายในเครือข่าย ค่าถ่วงน้ำหนักเหล่านี้ไม่ได้แสดงถึงเหตุผลว่าทำไมจึงได้คำตอบเช่นนั้น ดังนั้นนิวรอนเน็ตเวิร์กจึงเหมาะกับการนำไปใช้ในงานที่ไม่ต้องการคำอธิบายของวิธีการแก้ปัญหามากกว่า

3.1 ตัวอย่างการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์

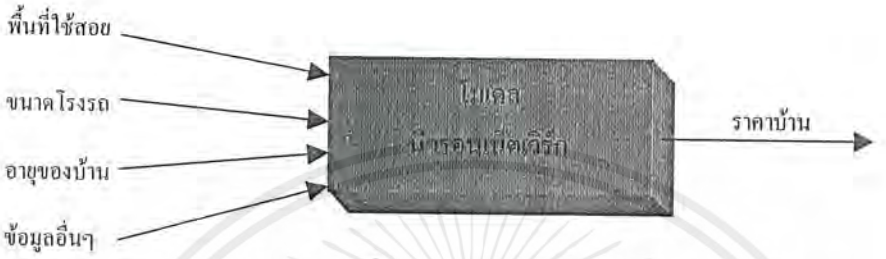
นิวรอนเน็ตเวิร์ก มีความสามารถในการเรียนรู้จากตัวอย่างต่างๆ เหมือนกันกับที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ได้ความรู้จากประสบการณ์ของเขา ตัวอย่างต่อไปนี้จะเป็นการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์

ทำไมเราจึงต้องการทำให้การตั้งราคานี้เป็นอัตโนมัติ เห็นได้ชัดว่าการทำให้การตั้งราคาเป็นอัตโนมัติจะช่วยให้ผู้ตั้งราคา (real estate agent) สามารถจับคู่ผู้ซื้อกับบ้านได้ดีขึ้น รวดเร็วขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิผลในการทำงานดีขึ้นด้วย นอกจากนี้เราอาจจะนำการตั้งราคาแบบอัตโนมัติไปใช้ในเว็บเพจเพื่อให้ผู้ซื้อสามารถทราบราคาของบ้านที่เขาต้องการได้โดยป้อนลักษณะบ้านดังกล่าวเข้ามา

นิวรอนเน็ตเวิร์กจะเข้ามาแทนที่ผู้ตั้งราคาซึ่งประเมินราคาบ้านโดยดูจากคุณลักษณะต่างๆ ของบ้านนั้น เช่น ทำเลที่ตั้ง จำนวนห้องนอน ขนาดโรงรถ สไตล์ของบ้าน และขนาดของลานบ้าน เป็นต้น ผู้ตั้งราคาไม่ได้ใช้สูตรใดๆ ในการตั้งราคาบ้านแต่จะใช้ประสบการณ์ที่มีประกอบกับความรู้เกี่ยวกับราคาของบ้านที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน และแนวโน้มของตลาดในการตั้งราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ตั้งราคาเป็นตัวอย่างที่ดีตัวอย่างหนึ่งของผู้เชี่ยวชาญในขอบเขตที่กำหนดได้แน่ชัด บ้านแต่หลังจะถูกพรรณนาด้วยกลุ่มของคุณลักษณะมาตรฐานต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญสนใจจะใช้ในการตั้งราคา ดังในรูปที่ 3-1 จากรูปจะเห็นว่า นิวรอนเน็ตเวิร์ก จะรับค่าอินพุทต่างๆ เข้าไป (ในที่นี้จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ของบ้าน) และให้ค่าเอาท์พุทออกมา (ราคาบ้าน)



รูปที่ 3-1 ให้มองนิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นเหมือนกล่องทึบแสงที่ประมวลผลอินพุทเพื่อสร้างเอาท์พุทออกมา

ปัญหาที่เหมาะกับการใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการคือ

- *สามารถกำหนดอินพุทได้ชัดเจน* กล่าวคือจะต้องทราบว่าคุณลักษณะของข้อมูลอันไหนเป็นคุณลักษณะที่สำคัญ
- *สามารถกำหนดเอาท์พุทได้ชัดเจน* จะต้องทราบว่าต้องการทำนายค่าของอะไร
- *ประสบการณ์ต้องมีอย่างพอเพียง* ตัวอย่างต่างๆ ที่จะใช้สำหรับเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กจะต้องมีมากพอ

ในการตั้งราคาบ้านเราจำเป็นจะต้องเก็บค่าของคุณลักษณะต่างๆ ของบ้านที่มีผลกับราคาของมัน ตัวอย่างของคุณลักษณะดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 3-1 คุณลักษณะเหล่านี้ใช้ได้กับการตั้งราคาบ้านภายในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์เพียงพื้นที่เดียวเท่านั้น ถ้าต้องการขยายขอบเขตในการตั้งราคาออกไปมากกว่าหนึ่งพื้นที่ทางภูมิศาสตร์จะต้องเพิ่มข้อมูลอินพุท เช่น รหัสไปรษณีย์ จำนวนประชากร และตัวบ่งชี้คุณภาพชีวิตของประชากรต่างๆ (จำนวนโรงเรียน ความสะดวกในการเดินทาง)เข้าไปด้วย ในที่นี้เราจะพิจารณาเฉพาะการตั้งราคาบ้านที่อยู่ภายในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์เดียวเท่านั้น

ขั้นตอนแรกในการใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับการทำนายค่าเราจำเป็นต้องเทรนเครือข่ายก่อน โดยใช้ตัวอย่างการขายก่อนหน้านั้น ตัวอย่างการเทรน (training examples) จำเป็นต้องเพิ่มคุณลักษณะอีกสองตัวคือ ราคาขายของบ้าน และ เวลาที่ขายไป ตัวอย่างของชุดเทรนแสดงได้ดังตารางที่ 3-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่าง
Num_Apartments	จำนวนยูนิตของที่อยู่	1-3
Year_Built	ปีที่สร้าง	1850-1986
Plumbing_fixtures	จำนวนของระบบท่อที่ติดตั้งแล้ว	5-17
Heating_Type	ประเภทของระบบทำความร้อน	เข้ารหัสเป็น A หรือ B
Basement_Garage	จำนวนรถที่จอดได้	0-2
Attached_Garage	พื้นที่ของที่จอดรถ (ตารางฟุต)	0-228
Living_Area	พื้นที่พักอาศัยทั้งหมด (ตารางฟุต)	714-4185
Deck_Area	พื้นที่ดาดฟ้า (ตารางฟุต)	0-738
Porch_Area	พื้นที่เฉลียง (ตารางฟุต)	0-452
Recroom_Area	พื้นที่ห้องนั่งเล่น (ตารางฟุต)	0-672
Basement_Area	พื้นที่โดยรวม (ตารางฟุต)	0-810

ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะต่างๆ ที่นำมาใช้ในการตั้งราคาบ้าน

คุณลักษณะ	ค่า
Sales_Price	$171,000
Months_Ago	4
Num_Apartments	1
Year_Built	1923
Plumbing_Fixtures	9
Heating_Type	A
Basement_Garage	0
Attached_Garage	120
Living_Area	1,614
Deck_Area	0
Porch_Area	210
Recroom_Area	0
Basement_Area	175

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างชุดเทรน (Training Example)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวรอนเน็ตเวิร์ก จะทำงานได้ดีที่สุดเมื่ออินพุทและเอาท์พุทมีค่าระหว่าง 0 และ 1 ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นจะต้องมีการนวด (massaging) ค่าของข้อมูลทุกตัวทั้งข้อมูลที่มีค่าแบบต่อเนื่อง (continuous values)และข้อมูลแยกประเภท (categorical values) ให้มีค่าอยู่ภายในช่วง 0 ถึง 1 ข้อมูลที่มีค่าแบบต่อเนื่อง เช่น ราคาขาย หรือขนาดของพื้นที่โดยรวม จะมีค่าอยู่ระหว่างค่าสองค่าที่กำหนดไว้ ส่วนข้อมูลแยกประเภทจะมีค่าเป็นค่าใดค่าหนึ่งจากรายการของค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมด ตัวอย่างของข้อมูลแยกประเภทคือ Heating_Type ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้สองค่าคือ A หรือ B

ในการนวดข้อมูลที่มีค่าแบบต่อเนื่องเราจะลบค่าขอบเขตล่างของช่วงออกจากค่านั้นแล้วหารด้วยขนาดของช่วง ตัวอย่างเช่น

$$\text{ค่าที่นวดแล้วของ Year_Built (1923)} = \frac{1923 - 1850}{(1986 - 1850) + 1} = 0.5328$$

ถ้าเราไม่ทราบขนาดของช่วงก่อน เราสามารถเดาได้เพราะค่าที่เกินจากช่วง 0 ถึง 1 เพียงเล็กน้อยจะไม่มีผลต่อการทำงานของนิวรอนเน็ตเวิร์กมากนัก

สำหรับข้อมูลแยกประเภทเราจะกำหนดค่าต่างๆ ระหว่าง 0 ถึง 1 ให้กับแต่ละประเภท ตัวอย่างเช่น สำหรับ Heating_Type เราจะกำหนดให้ B มีค่าที่นวดแล้วเป็น 1 และ A มีค่าที่นวดแล้วเป็น 0

จากเทคนิคง่ายๆ ดังกล่าวข้างต้น เราสามารถนวดข้อมูลทุกฟิลด์ของบ้านตัวอย่างได้ดังตารางที่ 3-3

เมื่อทำการนวดข้อมูลทุกตัวเรียบร้อยแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ในขั้นตอนนี้เราจะป้อนตัวอย่างต่างๆ ในชุดเทรนให้กับนิวรอนเน็ตเวิร์กซ้ำแล้วซ้ำอีก นิวรอนเน็ตเวิร์กจะเปรียบเทียบค่าเอาท์พุทที่ทำนายได้กับราคาขายจริงและปรับค่าถ่วงน้ำหนักภายในของมันเพื่อให้ได้การทำนายที่ดีขึ้น การเทรนจะสิ้นสุดลงเมื่อค่าถ่วงน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงมากหรือจนกระทั่งเทรนครบตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้ (หนึ่งรอบเท่ากับการเทรนจนหมดชุดเทรนหนึ่งครั้ง)

ในทางปฏิบัติเราจะให้นิวรอนเน็ตเวิร์กทำงานบนชุดทดสอบ (test set) ซึ่งมันไม่เคยพบมาก่อนเพื่อให้แน่ใจว่านิวรอนเน็ตเวิร์กได้เรียนรู้รูปแบบที่ดีที่สุดในชุดเทรนแล้ว เมื่อนิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถทำงานบนชุดทดสอบได้เป็นที่น่าพอใจแล้วเราก็จะได้โมเดลนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ใช้การได้ ค่าเอาท์พุทที่ได้จากโมเดลนี้จะเป็นตัวเลขระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนั้นเราจะต้องแปลงค่านี้กลับ (unmassage) ให้อยู่ในรูปของราคาขายด้วย เช่น ถ้าเราได้เอาท์พุทเป็น 0.75 แล้วราคาขายที่ได้จะเท่ากับ (0.75 x $147,000) + $103,000 = $213,250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ	ช่วงของค่า	ค่าเดิม	ค่าที่นวดแล้ว
Sales_Price	$103,000-$250,000	$171,000	0.4626
Months_Ago	0-23	4	0.1739
Num_Apartments	1-3	1	0.0000
Year_Built	1850-1986	1923	0.5328
Plumbing_Fixtures	5-17	9	0.3333
Heating_Type	เข้ารหัสเป็น A หรือ B	B	1.0000
Basement_Garage	0-2	0	0.0000
Attached_Garage	0-228	120	0.5263
Living_Area	714-4185	1,614	0.2593
Deck_Area	0-738	0	0.0000
Porch_Area	0-452	210	0.4646
Recroom_Area	0-672	0	0.0000
Basement_Area	0-810	175	0.2160

ตารางที่ 3-3 ค่าที่นวดแล้วสำหรับตัวอย่างชุดเทรน

3.2 การใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กกับดาต้าไมนิ่งแบบกำหนดทิศทาง

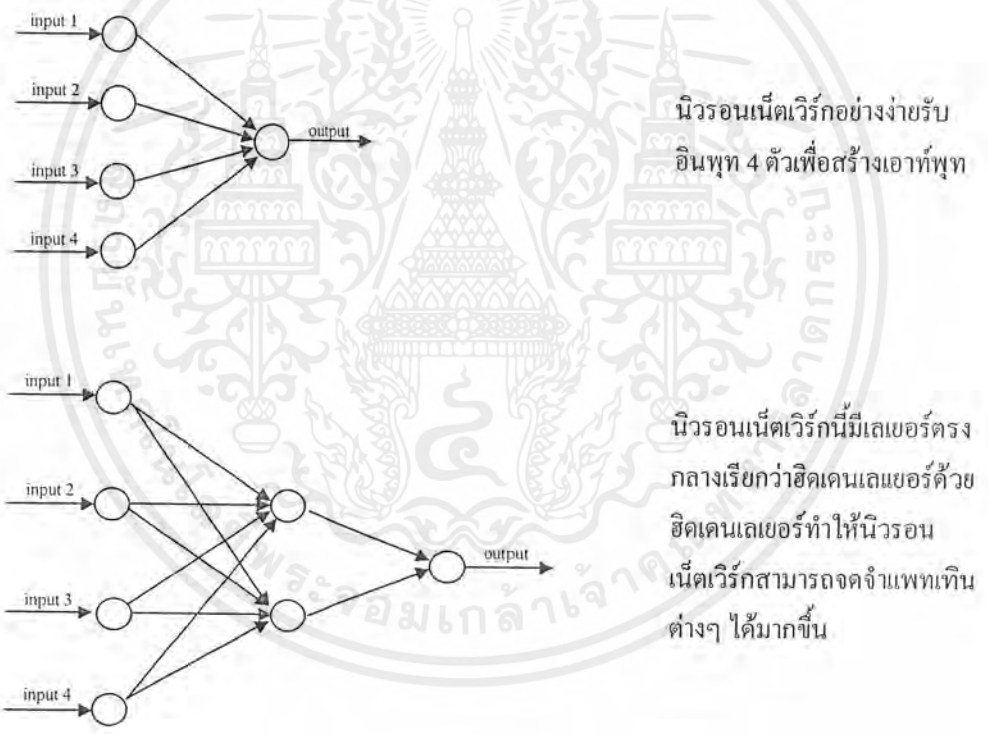
การสร้างโมเดลสำหรับการแยกประเภทและการทำนายค่า มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดอินพุทและเอาท์พุท
2. นวดอินพุทและเอาท์พุทให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1
3. สร้างนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีโทโปโลยีที่เหมาะสมกับงานนั้น
4. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้ตัวอย่างจากชุดเทรน
5. ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้ชุดทดสอบซึ่งเป็นอิสระจากชุดเทรน (ข้อมูลในชุดทดสอบจะต้องไม่ซ้ำกันกับข้อมูลที่อยู่ในชุดเทรน) ถ้าได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจอาจต้องเทรนใหม่หรือปรับเปลี่ยนชุดเทรน โทโปโลยี และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ
6. นำโมเดลที่ได้ไปใช้ในการทำนายหรือการแยกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

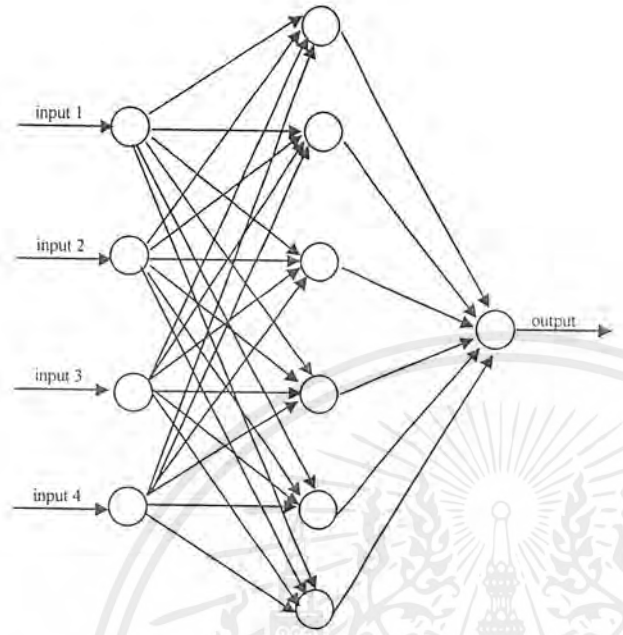
3.3 นิวรอนเน็ตเวิร์ก

นิวรอนเน็ตเวิร์ก ประกอบด้วยยูนิตพื้นฐานซึ่งจำลองมาจากเซลล์ประสาทของมนุษย์ แต่ละยูนิตจะรับอินพุทหลายๆ ตัวเข้ามาประมวลผลได้เป็นเอาท์พุทค่าหนึ่ง ยูนิตต่างๆ เหล่านี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3-2 เพื่อให้เอาท์พุทจากยูนิตหนึ่งถูกส่งไปเป็นอินพุทของยูนิตอื่นๆ ได้ ตัวอย่างทุกอันในรูปที่ 3-2 เป็นฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก (Feed-forward neural networks) ซึ่งเป็นนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีทิศทางการไหลของข้อมูลจากอินพุทไปยังเอาท์พุทเพียงทิศทางเดียวและไม่มีไซเคิลอยู่ในเน็ตเวิร์ก

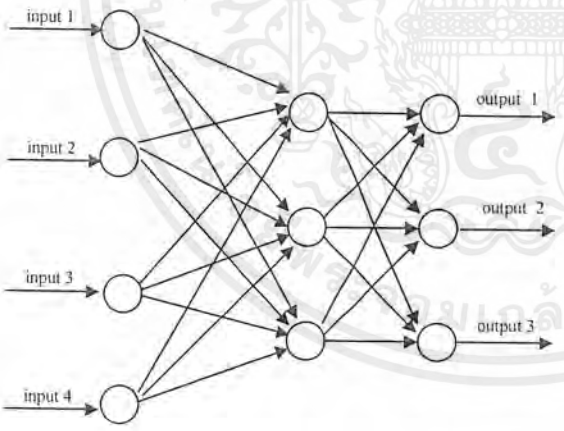


รูปที่ 3-2 ตัวอย่างของฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การเพิ่มขนาดของฮิดเดน
เลเยอร์จะทำให้นิวรอนเน็ต
เวิร์กทำงานได้ดีขึ้น แต่อาจทำ
ให้เกิดโอเวอร์ฟิตติ่งได้



นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถมีเอาท์
พุทหลายค่าได้

รูปที่ 3-2(ต่อ) ตัวอย่างของฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นนิวรอนเน็ตเวิร์กอย่างง่ายและมีประโยชน์มากสิ่งที่ต้องทราบในการใช้งานนิวรอนเน็ตเวิร์กประเภทนี้ ได้แก่

- ยูนิตแต่ละยูนิตมีพฤติกรรมอย่างไรอะไรคือแอคติเวชันฟังก์ชัน (activation function) ที่เลือกใช้
- โทโปโลยีของนิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นอย่างไร
- นิวรอนเน็ตเวิร์กใช้อัลกอริทึมอะไรในการเรียนรู้

3.3.1 ยูนิตของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

ยูนิตของนิวรอนเน็ตเวิร์กจะรวมอินพุทต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นเอาท์พุทโดยใช้แอคติเวชันฟังก์ชัน (ดูรูปที่ 3-3) แอคติเวชันฟังก์ชันมีสองส่วน ส่วนแรกคือคอมบิเนชันฟังก์ชัน (combination function) จะรวมอินพุทต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นค่าเพียงค่าเดียว จากรูปที่ 3-3 จะเห็นว่าอินพุทแต่ละตัวจะมีค่าถ่วงน้ำหนักของมันเอง คอมบิเนชันฟังก์ชันที่นิยมใช้คือผลรวมค่าถ่วงน้ำหนัก (weighted sum) อินพุทแต่ละตัวจะถูกคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักของมันจากนั้นจึงนำผลคูณแต่ละตัวที่ได้มาบวกกัน

ส่วนที่สองของแอคติเวชันฟังก์ชันคือทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (transfer function) ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงค่าที่ได้จากคอมบิเนชันฟังก์ชันไปเป็นเอาท์พุทของยูนิต ตัวอย่างของทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่นิยมใช้ได้แก่ ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (sigmoid function) และไฮเปอร์โบลิกแทนเจ็นท์ฟังก์ชัน (hyperbolic tangent function) ดังแสดงในรูปที่ 3-4

ซิกมอยด์ฟังก์ชันและช่วงของอินพุท

ซิกมอยด์ฟังก์ชันจะให้ค่าเอาท์พุทอยู่ระหว่าง 0 และ 1 สำหรับทุกค่าอินพุทที่เป็นไปได้ สูตรของซิกมอยด์ฟังก์ชันคือ

$$Sigmoid(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

เมื่อนำไปใช้ในนิวรอนเน็ตเวิร์ก x ก็คือผลลัพธ์ที่ได้จากคอมบิเนชันฟังก์ชัน

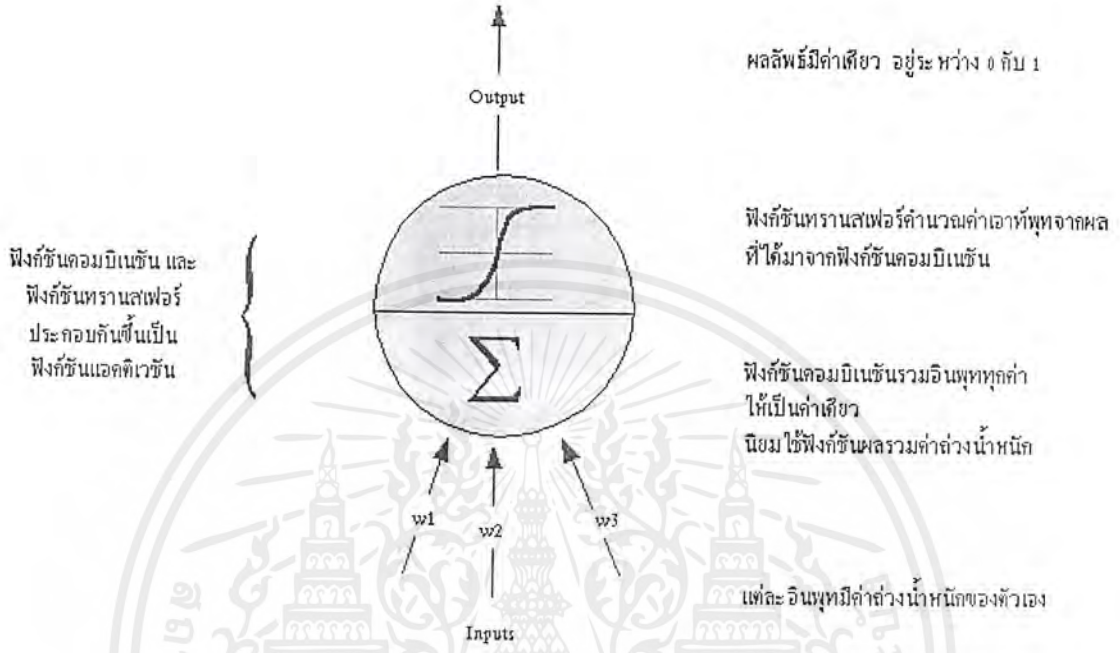
จากสมการเห็นได้ว่าค่าของซิกมอยด์ฟังก์ชันสามารถหาได้สำหรับทุกค่าของ x แล้วทำไมเราจึงต้องกำหนดให้อินพุทมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 เหตุผลที่ต้องกำหนดเช่นนี้คือ

1. เนื่องจากยูนิตบางยูนิตจะได้รับอินพุทที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 เสมอ ดังนั้นเพื่อความไม่ยุ่งยากเราจึงกำหนดให้อินพุทของนิวรอนเน็ตเวิร์กมีค่าอยู่ในช่วงดังกล่าว
2. เพื่อป้องกันไม่ให้อินพุทที่มีค่ามากๆ มีความสำคัญเหนืออินพุทตัวอื่น

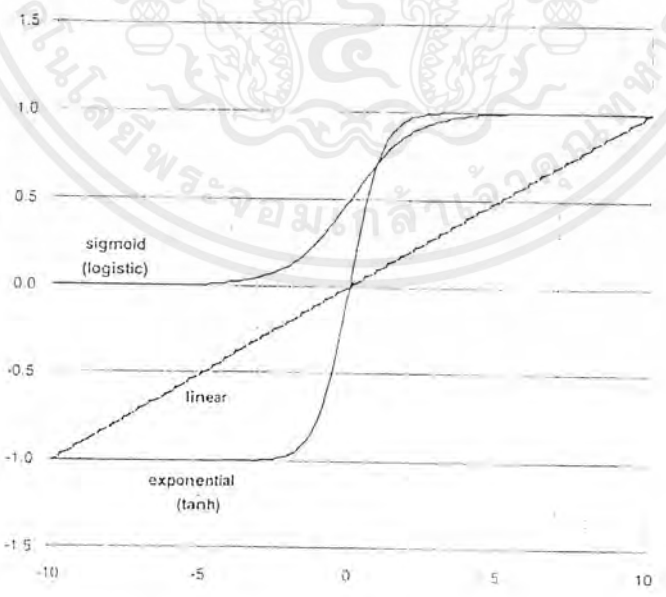
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. จากกราฟของซิกมอยด์ฟังก์ชันในรูปที่ 3-4 จะเห็นได้ว่า ถ้า x มีค่าน้อยๆ แล้ว การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของ x จะมีผลต่อค่าเอาท์พุทของฟังก์ชันมาก ดังนั้นหากเราต้องการให้การปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักมีผลต่อค่าของเอาท์พุทอย่างเห็นได้ชัดเราจะต้องกำหนดให้ x มีค่าน้อยๆ



รูปที่ 3-3 ยูนิตของนิวรอนเน็ตเวิร์ก



รูปที่ 3-4 ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่นิยมใช้ : ซิกมอยด์ฟังก์ชัน และ ไฮเปอร์โบลิกแทนเจ็นท์ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
37052

ฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก

รูปที่ 3-5 แสดงฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์ก โทโปโลยี(หรือโครงสร้าง) ของลักษณะนี้เป็นโทโปโลยีทั่วๆ ไปที่ใช้สำหรับการทำนายค่าและการแยกประเภท ยูนิตต่างๆ จะถูกจัดเรียงเป็นเลเยอร์จำนวน 3 เลเยอร์ เลเยอร์ทางด้านซ้ายสุดจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับอินพุทเรียกว่า อินพุทเลเยอร์ (input layer) แต่ละยูนิตในอินพุทเลเยอร์จะต่ออยู่กับแหล่งข้อมูลเพียงหนึ่งแหล่งเท่านั้น ในตัวอย่างนี้อินพุทเลเยอร์ไม่ได้ทำการประมวลผลใดๆ แต่ละอินพุทยูนิตจะคัดลอกค่าอินพุทของมันไปเป็นค่าเอาท์พุท

เลเยอร์ถัดไปเรียกว่า ฮิดเดนเลเยอร์ (hidden layer) แต่ละยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์จะเชื่อมต่อไปยังทุกยูนิตในอินพุทเลเยอร์ ฮิดเดนยูนิตจะคำนวณหาค่าเอาท์พุทของมันโดยใช้แอคติเวชันฟังก์ชัน นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถมีฮิดเดนเลเยอร์กี่เลเยอร์ก็ได้แต่โดยทั่วไปฮิดเดนเลเยอร์ 1 เลเยอร์ก็เพียงพอแล้ว ฮิดเดนเลเยอร์ที่กว้างขึ้น (มีฮิดเดนยูนิตมากขึ้น) จะทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถจดจำแพทเทินได้มากขึ้นอย่างไรก็ตามความสามารถในการจดจำที่เพิ่มขึ้นนี้ก็มีข้อเสียคือมันจะทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กจดจำ (memorize) แทนที่จะเรียนรู้ (generalize) ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้นิวรอนเน็ตเวิร์กจดจำขนาดของฮิดเดนเลเยอร์จึงไม่ควรกว้างเกินไป

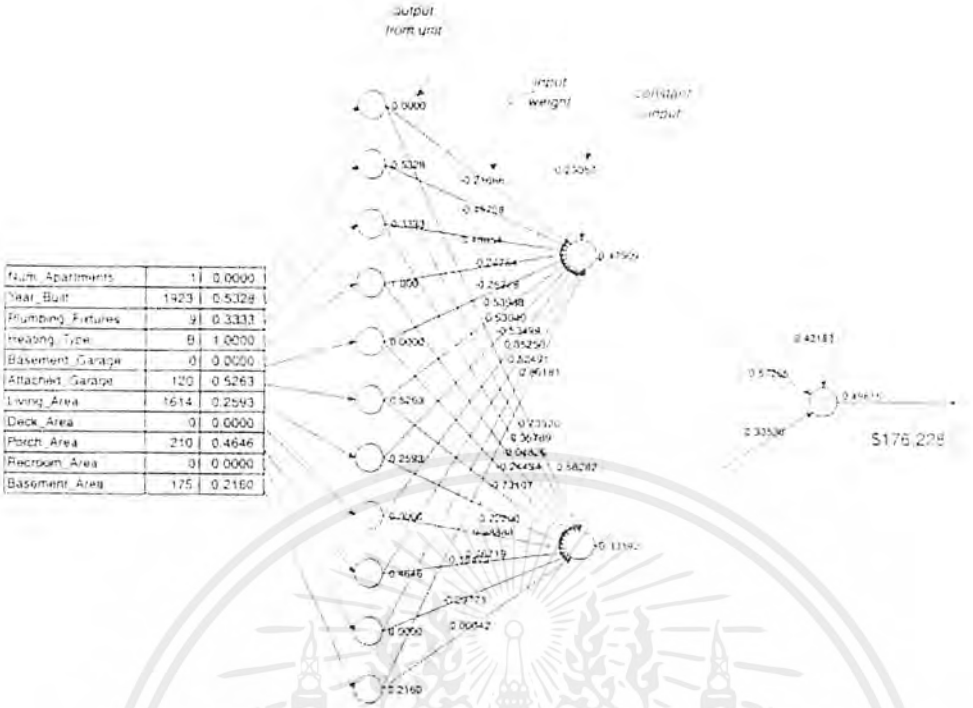
เลเยอร์สุดท้ายทางด้านขวามือคือเอาท์พุทเลเยอร์ ยูนิตทุกยูนิตในเอาท์พุทเลเยอร์จะเชื่อมต่อไปยังทุกยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์ เอาท์พุทของเอาท์พุทยูนิตจะเป็นเอาท์พุทของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

จากรูปที่ 3-5 เห็นได้ว่าแต่ละฮิดเดนยูนิตและเอาท์พุทยูนิตจะมีอินพุทคงที่ค่าหนึ่งเพิ่มเข้ามาจากทางบน อินพุทคงที่นี้จะมีค่าเป็น 1 เสมอ และมีค่าถ่วงน้ำหนักเหมือนกันกับอินพุทอื่นๆ เราเรียกอินพุทคงที่นี้ว่าไบอัส (bias) ไบอัสจะช่วยให้นิวรอนเน็ตเวิร์กเข้าใจแพทเทินต่างๆ ได้ดีขึ้น

นิวรอนเน็ตเวิร์กเรียนรู้โดยใช้แบ็กพรอพาเกชัน

การเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กคือกระบวนการในการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่ดีที่สุดสำหรับอินพุทแต่ละตัว โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การใช้ชุดเทรนเพื่อสร้างค่าถ่วงน้ำหนักที่ทำให้เอาท์พุทของเน็ตเวิร์กมีค่าใกล้เคียงกับค่าเอาท์พุทที่ต้องการมากที่สุดและเป็นจำนวนหลายตัวอย่างที่สุดเท่าที่จะทำได้ อัลกอริทึมที่นิยมใช้ในการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กคือ แบ็กพรอพาเกชันอัลกอริทึมซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดต่อไปในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-5 ฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับตัวอย่างการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์

3.4 การเลือกชุดเทรน

ชุดเทรนประกอบด้วยกลุ่มของข้อมูลซึ่งทราบผลลัพธ์อยู่แล้ว การเลือกชุดเทรนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าเลือกไม่ดีนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ได้ก็จะมีประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามที่ต้องการได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกชุดเทรนที่ดีมีดังนี้

1. ข้อมูลในชุดเทรนจะต้องครอบคลุมช่วงของค่าของข้อมูลในทุกรูปแบบ เช่น ในตัวอย่างการตั้งราคาอสังหาริมทรัพย์ เราจะต้องเก็บข้อมูลของบ้านทั้งบ้านราคาถูก ราคาแพง บ้านหลังใหญ่ บ้านหลังเล็ก บ้านมีสวน บ้านไม่มีสวน และอื่นๆ

2. เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กจะแปรผันตามจำนวนรูปแบบที่เทรนให้กับนิวรอนเน็ตเวิร์ก ดังนั้นจึงควรเลือกเฉพาะรูปแบบที่สำคัญๆ มาเทรนเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการเทรน

3.5 การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลเริ่มจากการเลือกข้อมูลที่จะต้องใช้ จากนั้นก็ต้องทำการนวดข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 สูตรสำหรับการหาค่าที่นวดแล้ว (massaged_value) ของข้อมูลที่มีลักษณะแบบต่อเนื่อง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$massaged_value = \frac{(original_value - min) * (up - low)}{(max - min)} + low$$

เมื่อ min = ค่าต่ำสุด

max = ค่าสูงสุด

up = ค่าขอบเขตบนของช่วงใหม่ที่ต้องการ

low = ค่าขอบเขตล่างของช่วงใหม่ที่ต้องการ

ตัวอย่างการคำนวณ ข้อมูลราคาบ้าน $100,000 ราคาบ้านสูงสุดและต่ำสุดที่คาดไว้คือ $175,000 และ $75,000 ตามลำดับ ต้องการนวดข้อมูลราคาบ้านให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1

$$ราคาบ้านที่นวดแล้ว = \frac{(\$100,000 - \$75,000) * (1 - 0)}{(\$175,000 - \$75,000)} + 0$$

$$= 0.25$$

3.6 การแปลผลลัพธ์

เอาท์พุทที่ได้จากนิวรอนเน็ตเวิร์กจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ดังนั้นก่อนจะนำค่าดังกล่าวไปใช้เราจะต้องแปลงกลับก่อนโดยใช้สูตร

$$unmassaged_value = \frac{(massaged_value - low) * (max - min)}{(up - low)} + min$$

ตัวอย่างการคำนวณ จากราคาบ้านที่นวดแล้วในหัวข้อ 3.5 ให้แปลงกลับ

$$ราคาบ้าน = \frac{(0.25 - 0) * (\$175,000 - \$75,000)}{(1 - 0)} + \$75,000$$

$$= \$100,000$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 นิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับอนุกรมเวลา

สำหรับปัญหาของดาต้าไมนิ่งบ่อยครั้งที่เราจะพบกับข้อมูลที่มีรูปแบบของอนุกรมเวลา (time series) ตัวอย่างข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลาได้แก่ ราคาปิดของหุ้น IBM อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศสกุลต่างๆ เป็นต้น ผู้ที่สามารถคาดเดาค่าถัดไปของข้อมูลหรือทิศทางของอนุกรมดังกล่าวได้จะเป็นผู้ที่มีความได้เปรียบเหนือนักลงทุนคนอื่น นอกจากอนุกรมเวลาทางด้านการเงิน (Financial time series) แล้วยังมีอนุกรมเวลาอื่นๆ อีก เช่น อนุกรมของค่าทางกายภาพต่างๆ ของเครื่องยนต์ซึ่งนำไปใช้ในการทำนายว่าเมื่อไรเครื่องยนต์จะเสีย เป็นต้น อย่างไรก็ตามอนุกรมเวลาทางด้านการเงินก็เป็นอนุกรมเวลาที่ได้รับความสนใจศึกษามากที่สุดเพราะความได้เปรียบเพียงเล็กน้อยนั้นหมายถึงกำไรจำนวนมหาศาล

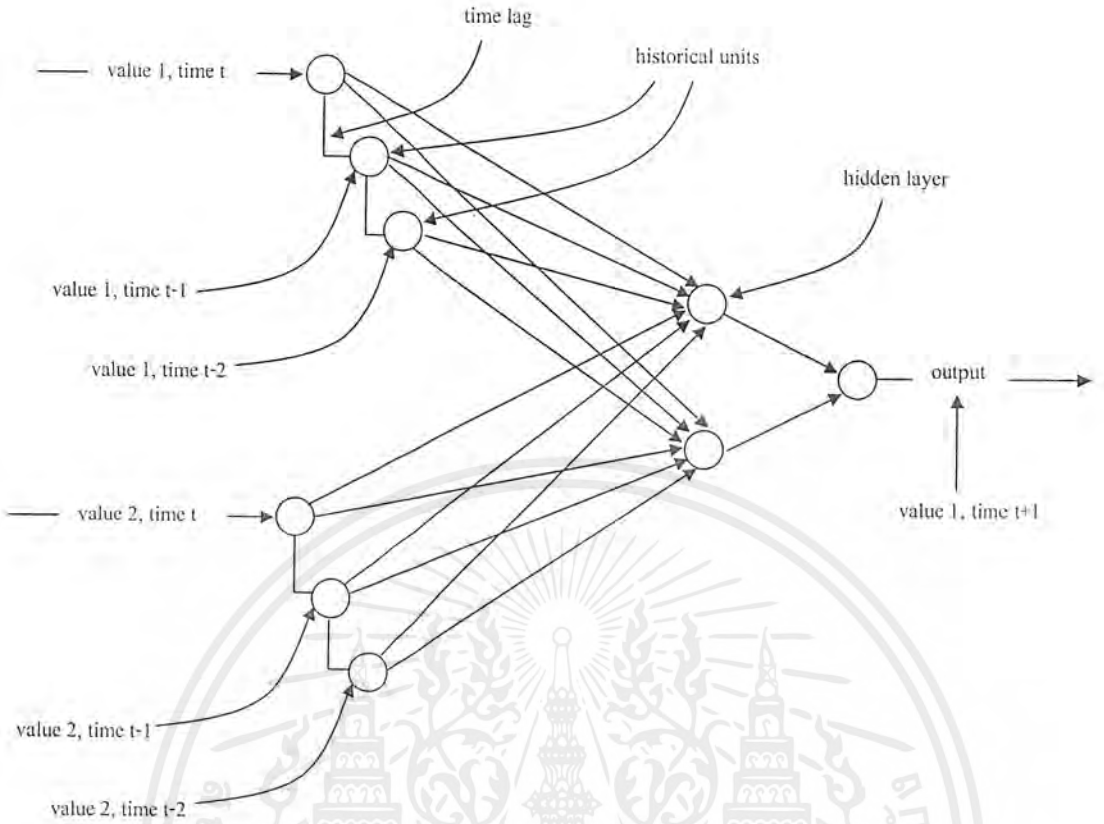
เราสามารถดัดแปลงนิวรอนเน็ตเวิร์กให้เหมาะกับการนำไปใช้วิเคราะห์อนุกรมเวลา (time- series analysis) ได้ดังรูปที่ 3-6 นิวรอนเน็ตเวิร์กจะถูกเทรนด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาโดยเริ่มจากจุดที่เก่าที่สุดของชุดข้อมูลนั้น จากนั้นการเทรนจะขยับไปเริ่มที่ข้อมูลที่เก่าเป็นอันดับที่สองส่วนข้อมูลที่เก่าที่สุดก็จะกลายเป็นอินพุทของยูนิตชุดถัดไปในอินพุทเลเยอร์ เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ นิวรอนเน็ตเวิร์กจะถูกเทรนให้ทำนายค่าถัดไปในแต่ละขั้นของอนุกรมนั้น

จำนวนของฮิสตอริคัลยูนิต (historical unit) จะมีผลต่อความยาวของแพทเทินต่างๆ ที่นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถจดจำได้ ยกตัวอย่างเช่น การใช้ 10 ฮิสตอริคัลยูนิต ในนิวรอนเน็ตเวิร์กสำหรับทำนายราคาปิดของหุ้นตัวที่ชื่นชอบจะทำให้เน็ตเวิร์กจดจำแพทเทินที่เกิดขึ้นภายในช่วงเวลาสองอาทิตย์ได้ การนำนิวรอนเน็ตเวิร์กนี้ไปใช้ทำนายค่าในอีกสามเดือนข้างหน้าจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ

เราสามารถใช้ฟีดฟอร์เวิร์ดแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กแทนไทม์ดีเลย์นิวรอนเน็ตเวิร์ก (time-delay neural network) ในรูปที่ 3-6 ได้ แต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลอินพุทก่อนดังจะแสดงต่อไปนี้ ถ้าเรามีอนุกรมเวลาดังแสดงในตารางที่ 3-4 ซึ่งมีข้อมูลอยู่ 10 ตัว และเราสนใจคุณลักษณะสองอย่างคือ Day-of-week และ ราคาปิด

เพื่อสร้างอนุกรมเวลาที่มีไทม์แล็ก (time lag) เท่ากับ 3 เราต้องเพิ่มฟีเจอร์สำหรับค่าก่อนหน้า (Previous) เข้าไปด้วย ผลลัพธ์ที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 3-5 เราสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ป้อนให้กับฟีดฟอร์เวิร์ดแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กได้โดยไม่ต้องมีการสนับสนุนอนุกรมเวลาเป็นการพิเศษแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-6 ไทม์ดีเลย์นิวรอนเน็ตเวิร์ก

Data Element	Day-of-week	Closing Price
1	1	$40.25
2	2	$41.00
3	3	$39.25
4	4	$39.75
5	5	$40.50
6	1	$40.50
7	2	$40.75
8	3	$41.25
9	4	$42.00
10	5	$41.50

ตารางที่ 3-4 อนุกรมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Element	Day-of-week	Closing Price	Previous Closing Price	Previous –1 Closing Price
1	1	$40.25		
2	2	$41.00	$40.25	
3	3	$39.25	$41.00	$40.25
4	4	$39.75	$39.25	$41.00
5	5	$40.50	$39.75	$39.25
6	1	$40.50	$40.50	$39.75
7	2	$40.75	$40.50	$40.50
8	3	$41.25	$40.75	$40.50
9	4	$42.00	$41.25	$40.75
10	5	$41.50	$42.00	$41.25

ตารางที่ 3-5 อนุกรมเวลาที่มีไทม์แล็ก

3.8 จุดแข็งของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

จุดแข็งของนิวรอนเน็ตเวิร์ก ได้แก่

- สามารถจัดการกับปัญหาได้หลายประเภท เช่น ปัญหาการทำนายค่า การแยกประเภท และการแบ่งกลุ่ม เป็นต้น
- ให้ผลลัพธ์ที่ดีได้แม้ว่าจะถูกนำไปใช้ในโดเมนที่ซับซ้อน
- จัดการได้ทั้งตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง
- มีแพ็กเกจสำเร็จรูปให้เลือกใช้มากมาย

3.9 จุดอ่อนของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

จุดอ่อนของนิวรอนเน็ตเวิร์ก ได้แก่

- อินพุทและเอาท์พุททุกตัวจะต้องถูกนวดให้อยู่ในช่วง [0,1]
- ไม่สามารถอธิบายที่มาของผลลัพธ์ได้
- ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กคือมัลติเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ใช้แบ็คพรอพาเกชันอัลกอริทึม (หรือ generalized delta rule) ในการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก

การเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กด้วยแบ็คพรอพาเกชันอัลกอริทึมสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ขั้นตอนการทำฟีดฟอร์เวิร์ดแพทเทินของอินพุทที่ใช้ในการเทรน
2. ขั้นตอนการส่งค่าความผิดพลาดย้อนกลับ (backpropagation of error)
3. ขั้นตอนการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก

4.1 โครงสร้างของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

โครงสร้างของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กจะเป็นแบบมัลติเลเยอร์กล่าวคือ มีจำนวนเลเยอร์มากกว่าหนึ่งเลเยอร์ขึ้นไป (ไม่นับอินพุทเลเยอร์)

รูปที่ 4-1 แสดงมัลติเลเยอร์นิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีฮิดเดนเลเยอร์ (เลเยอร์ของฮิดเดนยูนิต (Z units)) จำนวนหนึ่งเลเยอร์ เอาท์พุทยูนิต (Y units) และฮิดเดนยูนิตจะมีไบอัส ไบอัสของเอาท์พุทยูนิตแต่ละยูนิต Y_k จะแทนด้วย w_{0k} และไบอัสของฮิดเดนยูนิตแต่ละยูนิต Z_j จะแทนด้วย v_{0j} เทอมของไบอัสเหล่านี้จะเป็นเหมือนค่าถ่วงน้ำหนักบนคอนเนคชันจากยูนิตที่เอาท์พุทของมันมีค่าเป็น 1 เสมอ (ในการแสดงรูปเครือข่ายปกติจะไม่แสดงให้เห็นว่ามียูนิตนี้อยู่แต่จะแสดงค่าไบอัสไว้ในฮิดเดนยูนิตและเอาท์พุทยูนิตแต่ละยูนิต) ในรูปที่ 4-1 นี้จะแสดงการไหลของข้อมูลในขั้นตอนฟีดฟอร์เวิร์ด สำหรับทิศทางการไหลของข้อมูลในขั้นตอนแพร่กระจายย้อนกลับจะอยู่ในทิศที่ตรงข้ามกัน

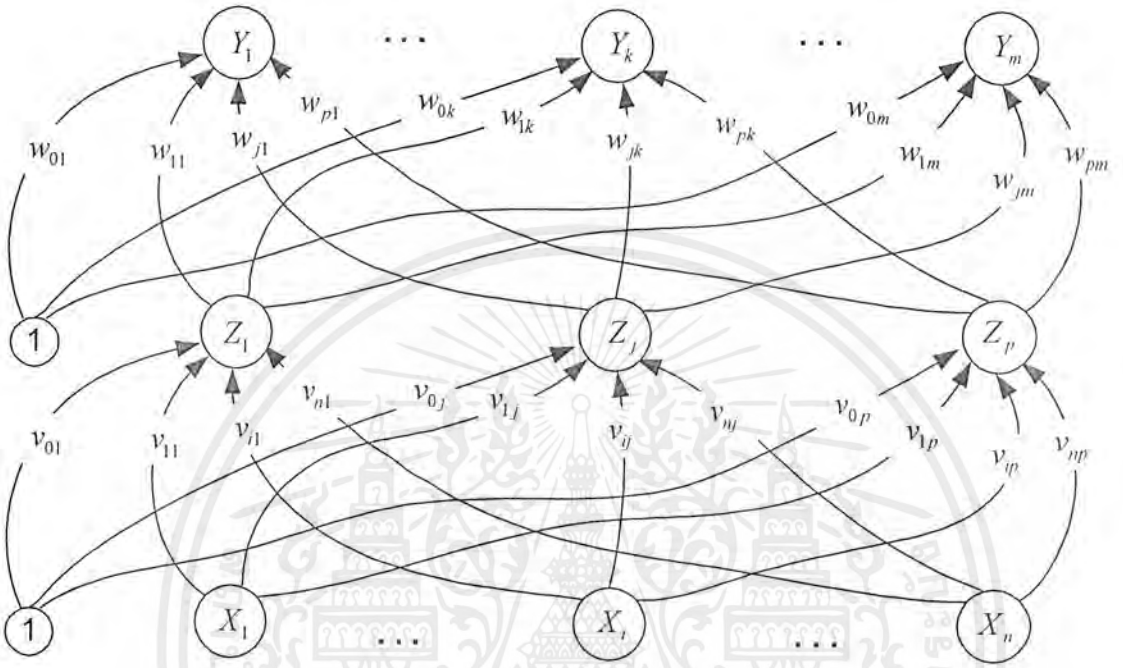
4.2 แบ็คพรอพาเกชันอัลกอริทึมแบบมาตรฐาน

ในช่วงของการทำฟีดฟอร์เวิร์ด อินพุทยูนิตแต่ละยูนิต (X_i) จะรับสัญญาณอินพุทและกระจายสัญญาณนี้ไปยังฮิดเดนยูนิต $Z_1, \ldots, Z_p$ แต่ละยูนิต จากนั้นฮิดเดนยูนิตแต่ละตัวจะคำนวณค่าแอคติเวชันของมันและส่งสัญญาณที่ได้นี้ (z_j) ไปยังเอาท์พุทยูนิตทุกยูนิต เอาท์พุทยูนิตแต่ละยูนิต (Y_k) จะสร้างผลตอบสนองของเครือข่ายสำหรับแพทเทินของอินพุทที่ได้รับเข้ามา

ในช่วงของการเทรน แต่ละเอาท์พุทยูนิตจะทำการเปรียบเทียบค่าแอคติเวชันที่คำนวณได้ของมัน (y_k) กับค่าเป้าหมาย (target value, t_k) ของมันเพื่อหาค่าความผิดพลาด ค่า δ_k ($k = 1, \ldots, m$) จะถูกคำนวณโดยใช้ค่าความผิดพลาดนี้ ค่า δ_k จะถูกนำไปใช้ในการกระจายความผิดพลาดที่เอาท์พุทยูนิต Y_k กลับไปยังทุกๆ ยูนิตในเลเยอร์ก่อนหน้านี้ (ย้อนกลับไปยังฮิดเดนยูนิตที่เชื่อมไปยัง Y_k) และใช้ในการอัพเดตค่าถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักระหว่างเอาท์พุทเลเยอร์กับฮิดเดนเลเยอร์ ในทำนองเดียวกัน ค่า δ_j (j = 1 , ... , p) จะถูกคำนวณสำหรับแต่ละฮิดเดนยูนิต Z_j เราไม่จำเป็นต้องส่งค่า δ_j ไปให้กับอินพุทเลเยอร์ ค่า δ_j จะถูกใช้ในการอัพเดตค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างฮิดเดนเลเยอร์กับอินพุทเลเยอร์



รูปที่ 4-1 มัลติเลเยอร์นิวรอนเน็ตเวิร์ก

หลังจากได้คำนวณหาค่า δ หมดทุกตัวแล้ว ค่าถ่วงน้ำหนักของทุกเลเยอร์จะถูกปรับค่าพร้อมกัน การปรับค่าถ่วงน้ำหนัก w_{jk} (จากฮิดเดนยูนิต Z_j ไปเอาท์พุทยูนิต Y_k) จะใช้แฟกเตอร์ δ_k และแอคติเวชัน z_j ของฮิดเดนยูนิต Z_j การปรับค่าถ่วงน้ำหนัก v_{ij} (จากอินพุทยูนิต X_i ไปฮิดเดนยูนิต Z_j) จะใช้แฟกเตอร์ δ_j และแอคติเวชัน x_i ของอินพุทยูนิต X_i

4.2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้

x	เวกเตอร์ของอินพุท : $X = (x_1 , \dots , x_i , \dots , x_n)$
t	เวกเตอร์ของค่าเป้าหมาย : $T = (t_1 , \dots , t_k , \dots , t_m)$
δ_k	ข้อมูลเกี่ยวกับค่าความผิดพลาดของยูนิต Y_k ที่ถูกส่งย้อนกลับไปยังฮิดเดนยูนิตที่เชื่อมอยู่กับยูนิต Y_k ใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก w_{jk}
δ_j	ข้อมูลเกี่ยวกับค่าความผิดพลาดของยูนิต Z_j ที่ถูกส่งย้อนกลับไปยังอินพุทยูนิตที่เชื่อมอยู่กับยูนิต Z_j ใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก v_{ij}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

α อัตราการเรียนรู้ (learning rate)

X_i อินพุทยูนิต i

(สัญญาณอินพุทและสัญญาณเอาท์พุทของอินพุทยูนิตจะเหมือนกันคือ x_i)

v_{0j} ค่าไบอัสของฮิดเดนยูนิต j

Z_j ฮิดเดนยูนิต j :

สัญญาณอินพุทสุทธิ (net input) ที่ Z_j รับเข้ามาจะแทนด้วย z_in_j :

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_i x_i v_{ij}$$

สัญญาณเอาท์พุท (activation) ของ Z_j จะแทนด้วย z_j :

$$z_j = f(z_in_j)$$

w_{0k} ค่าไบอัสของเอาท์พุทยูนิต k

Y_k เอาท์พุทยูนิต k :

สัญญาณอินพุทสุทธิที่ Y_k รับเข้ามาจะแทนด้วย y_in_k :

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_j z_j w_{jk}$$

สัญญาณเอาท์พุทของ Y_k จะแทนด้วย y_k :

$$y_k = f(y_in_k)$$

4.2.2 ฟังก์ชันแอคติเวชัน

ฟังก์ชันแอคติเวชันสำหรับแบ็กพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กควรจะมีคุณสมบัติสำคัญดังนี้คือ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง (มีค่าของฟังก์ชันสำหรับทุกๆ ค่าของตัวแปรต้น) สามารถดิฟได้ และควรเป็นฟังก์ชันเพิ่ม นอกเหนือจากนี้เพื่อให้การคำนวณเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ค่าอนุพันธ์ (derivative) ของมันควรจะง่ายต่อการคำนวณ สำหรับฟังก์ชันแอคติเวชันที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น ค่าอนุพันธ์ของมัน ณ จุดใดๆ (ณ ค่า x ใดๆ) จะสามารถเขียนให้อยู่ในเทอมของค่าฟังก์ชัน ณ จุดนั้นได้ โดยปกติแล้วฟังก์ชันแอคติเวชันที่เลือกใช้ควรจะอิ่มตัว (saturated) นั่นคือ มีการลู่เข้าสู่ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของฟังก์ชัน

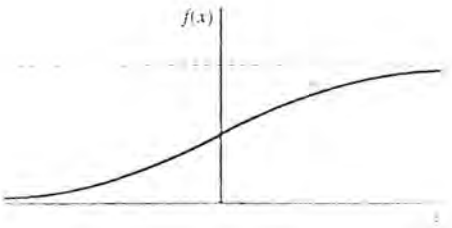
ตัวอย่างของฟังก์ชันแอคติเวชัน คือ ไบนารีซิกมอยด์ฟังก์ชัน (binary sigmoid function) ซึ่งมีเรนจ์อยู่ในช่วง (0,1) นิยามได้ ดังนี้

$$f_1(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

และ $$f_1'(x) = f_1(x)[1 - f_1(x)]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟของไบนารีซิกมอยด์ฟังก์ชันแสดงได้ดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 ไบนารีซิกมอยด์ฟังก์ชัน

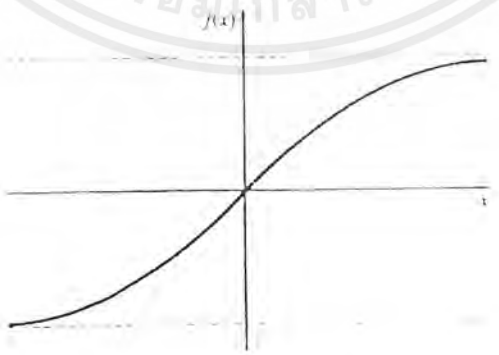
อีกตัวอย่างของฟังก์ชันแอคติเวชันก็คือไบโพลาร์ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (bipolar sigmoid function) ซึ่งมีเรนจ์อยู่ในช่วง (-1,1) นิยามได้ ดังนี้

$$f_2(x) = \left(\frac{2}{1+e^{-x}}\right) - 1$$

และ $$f_2'(x) = \frac{1}{2}[1 + f_2(x)][1 - f_2(x)]$$

กราฟของไบโพลาร์ซิกมอยด์ฟังก์ชันแสดงไว้ในรูปที่ 4-3 จะเห็นได้ว่าฟังก์ชันนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับฟังก์ชัน

$$\tanh(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}}$$



รูปที่ 4-3 ไบโพลาร์ซิกมอยด์ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 อัลกอริทึมการเทรน

เราสามารถนำเอาฟังก์ชันแอคติเวชันในหัวข้อก่อนหน้านี้ฟังก์ชันใดฟังก์ชันหนึ่งมาใช้ในอัลกอริทึมแบ็คพรอพาเกชันมาตรฐานที่ให้ไว้ในหัวข้อนี้ได้ อัลกอริทึมที่ใช้ในการเทรนมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอน 0 กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้น โดยการสุ่มค่า

ขั้นตอน 1 ในขณะที่เงื่อนไขการหยุดเทรนเป็น ***เท็จ*** ทำขั้นตอน 2-9

ขั้นตอน 2 สำหรับแต่ละคู่ของค่าอินพุทและค่าเป้าหมาย (training pair) ทำขั้นตอน 3-8

ฟีดฟอร์เวิร์ด :

ขั้นตอน 3 แต่ละอินพุทยูนิต (X_i , i = 1 , ... , n) รับสัญญาณอินพุท x_i และกระจายสัญญาณนี้ไปยังทุกยูนิตในเลเยอร์บน (ฮิดเดนเลเยอร์)

ขั้นตอน 4 แต่ละฮิดเดนยูนิต (Z_j , j = 1 , ... , p) หาค่าอินพุทสุทธิตามสูตร

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ij}$$

ใช้ฟังก์ชันแอคติเวชันของคำนวณหาค่าสัญญาณเอาท์พุท

$$z_j = f(z_in_j)$$

และส่งสัญญาณนี้ไปยังทุกยูนิตในเลเยอร์บน (เอาท์พุทเลเยอร์)

ขั้นตอน 5 แต่ละเอาท์พุทยูนิต (Y_k , k = 1 , ... ,m) หาค่าอินพุทสุทธิตามสูตร

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^{p} z_j w_{jk}$$

และใช้ฟังก์ชันแอคติเวชันคำนวณหาค่าสัญญาณเอาท์พุท

$$y_k = f(y_in_k)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งค่าความผิดพลาดย้อนกลับ :

ขั้นตอน 6 แต่ละเอาท์พุทยูนิต (Y_k , k = 1 , ... ,m) รับค่าเป้าหมายที่สอดคล้องกับอินพุทแพทเทินนั้น แล้วคำนวณหาเทอมข้อมูลของค่าความผิดพลาด (δ) ตามสูตร

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k)$$

คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักที่จะต้องปรับเปลี่ยน (weight correction term) เพื่อใช้ในการอัพเดต w_{jk} ตามสูตร

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

คำนวณค่าไบอัสที่ต้องปรับเปลี่ยน (bias correction term) เพื่อใช้ในการอัพเดต w_{0k} ตามสูตร

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$$

และส่ง δ_k ไปยังทุกยูนิตในเลเยอร์ที่ต่ำกว่าที่ติดกัน

ขั้นตอน 7 แต่ละฮิดเดนยูนิต (Z_j , j = 1 , ... , p) ทำการรวมค่าเดลต้าที่ได้รับมาจากยูนิตในเลเยอร์บน (เอาท์พุทเลเยอร์)

$$\delta_in_j = \sum_{k=1}^{m} \delta_k w_{jk}$$

แล้วคูณด้วยอนุพันธ์ของฟังก์ชันแอคติเวชันเพื่อคำนวณหาค่าเทอมข้อมูลของค่าความผิดพลาด

$$\delta_j = \delta_in_j f'(z_in_j)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักที่จะต้องปรับเปลี่ยน
เพื่อใช้ในการอัพเดต v_{ij} ตามสูตรดังนี้

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i$$

และคำนวณค่าไบอัสที่ต้องปรับเปลี่ยนเพื่อใช้
ในการอัพเดต v_{0j} ตามสูตรดังนี้

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j$$

ปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักและไบอัส :

ขั้นตอน 8 แต่ละเอาท์พุทยูนิต (Y_k , k = 1 , ... ,m) อัพเดต
ไบอัสและค่าถ่วงน้ำหนัก (j = 0 , ... , p) ตามสูตรดังนี้

$$w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk}$$

แต่ละฮิดเดนยูนิต (Z_j , j = 1 , ... , p) อัพเดต
ไบอัสและค่าถ่วงน้ำหนัก (i = 0 , ... ,n) ตามสูตรดังนี้

$$v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij}$$

ขั้นตอน 9 ตรวจสอบเงื่อนไขการหยุดเทรน

4.2.4 ทางเลือกต่าง ๆ

ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสเริ่มต้นจากการสุ่ม ค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นจะมีอิทธิพลต่อนิวรอนเน็ตเวิร์กว่าจะลู่เข้าสู่ค่าความผิดพลาดต่ำสุดแบบกโลบอลหรือแบบโลคอล (global or local minimum of error) และถ้าลู่เข้าแล้วจะลู่เข้าได้เร็วขนาดไหน เนื่องจากค่าที่จะต้องปรับเปลี่ยนของค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างยูนิตสองยูนิตจะขึ้นกับค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันแอคติเวชันของยูนิตบนและค่าฟังก์ชันแอคติเวชันของยูนิตล่าง ดังนั้นในการเลือกค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นจึงต้องหลีกเลี่ยงค่าถ่วงน้ำหนักที่จะทำให้ค่าอนุพันธ์และค่าของฟังก์ชันแอคติเวชันเป็นศูนย์ ค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นจะต้องไม่มีค่ามากเกินไปเพราะจะทำให้สัญญาณอินพุทที่เข้าไปยังฮิดเดนยูนิตและเอาท์พุทยูนิตตกอยู่ในช่วงอิ่มตัว (saturation region) ของฟังก์ชันซิกมอยด์ ในทางตรงกันข้ามถ้าค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นมีค่าน้อยเกินไปอินพุทสุทธิของฮิดเดนยูนิตและเอาท์พุทยูนิตจะเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้เป็นไปได้ช้ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางทั่วไปในการกำหนดค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสก็คือ การสุ่มค่าระหว่าง -0.5 และ 0.5 (หรือระหว่าง –1 และ 1 หรือช่วงอื่นๆ ที่คิดว่าเหมาะสม)

การหยุดเทรน การเทรนจะสิ้นสุดลงเมื่อค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน (Mean squared error) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ หรือเมื่อเทรนจนครบตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้

ขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ ขนาดของฮิดเดนเลเยอร์จะมีผลต่อความสามารถในการจดจำแพทเทินของนิวรอนเน็ตเวิร์ก ถ้าฮิดเดนเลเยอร์มีจำนวนยูนิตเพิ่มขึ้นก็จะทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถจดจำแพทเทินได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าฮิดเดนเลเยอร์มีขนาดใหญ่มากเกินไปก็อาจเกิดผลเสียได้เพราะจะทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กจำข้อมูลในชุดเทรนแทนที่จะเรียนรู้จากชุดเทรน เราเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า **โอเวอร์ฟิตติ้ง** นิวรอนเน็ตเวิร์กที่เกิดโอเวอร์ฟิตติ่งจะให้ผลลัพธ์ที่ดีเมื่อใช้กับชุดเทรน แต่จะทำงานได้ไม่ดีเมื่อใช้กับชุดทดสอบ

ขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ที่เหมาะสมไม่ควรจะใหญ่กว่าสองเท่าของขนาดของอินพุทเลเยอร์ ค่าเริ่มต้นที่เหมาะสมของขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ก็คือเท่ากับจำนวนอินพุทยูนิต ถ้านิวรอนเน็ตเวิร์กเกิดโอเวอร์ฟิตติ่งก็ให้ลดขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ลง แต่ถ้านิวรอนเน็ตเวิร์กให้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีพอก็ให้เพิ่มขนาดของฮิดเดนเลเยอร์

จำนวนของฮิดเดนเลเยอร์ ตามทฤษฎีแสดงให้เห็นว่าการมีเพียงฮิดเดนเลเยอร์เดียวก็เพียงพอสำหรับแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่จะแม็พจากอินพุทแพทเทินไปยังเอาท์พุทแพทเทินได้โดยมีความถูกต้องในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามการใช้ฮิดเดนเลเยอร์จำนวนสองเลเยอร์อาจทำให้การเรียนรู้ทำได้ง่ายขึ้นในบางสถานการณ์

4.3 การปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้โมเมนตัม

ในวิธีการแบ็คพรอพาเกชันที่มีการใช้โมเมนตัม การเปลี่ยนแปลงของค่าถ่วงน้ำหนักจะอยู่ในทิศทางซึ่งเป็นผลรวมของค่าเกรเดียน (gradient) ในปัจจุบันกับค่าเกรเดียนก่อนหน้านั้น วิธีการปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักแบบนี้จะเป็นผลดีเมื่อมีข้อมูลสำหรับเทรนที่แตกต่างจากข้อมูลส่วนใหญ่มากๆ (และอาจเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) นอกจากนี้การลู่เข้าสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการก็อาจจะรวดเร็วขึ้นได้เมื่อมีการใช้เทอมโมเมนตัม

สูตรการปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้โมเมนตัม คือ

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \alpha\delta_k z_j + \mu[w_{jk}(t) - w_{jk}(t-1)],$$

หรือ

$$\Delta w_{jk}(t+1) = \alpha\delta_k z_j + \mu\Delta w_{jk}(t)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + \alpha\delta_j x_i + \mu[v_{ij}(t) - v_{ij}(t-1)],$$

หรือ $$\Delta v_{ij}(t+1) = \alpha\delta_j x_i + \mu\Delta v_{ij}(t)$$

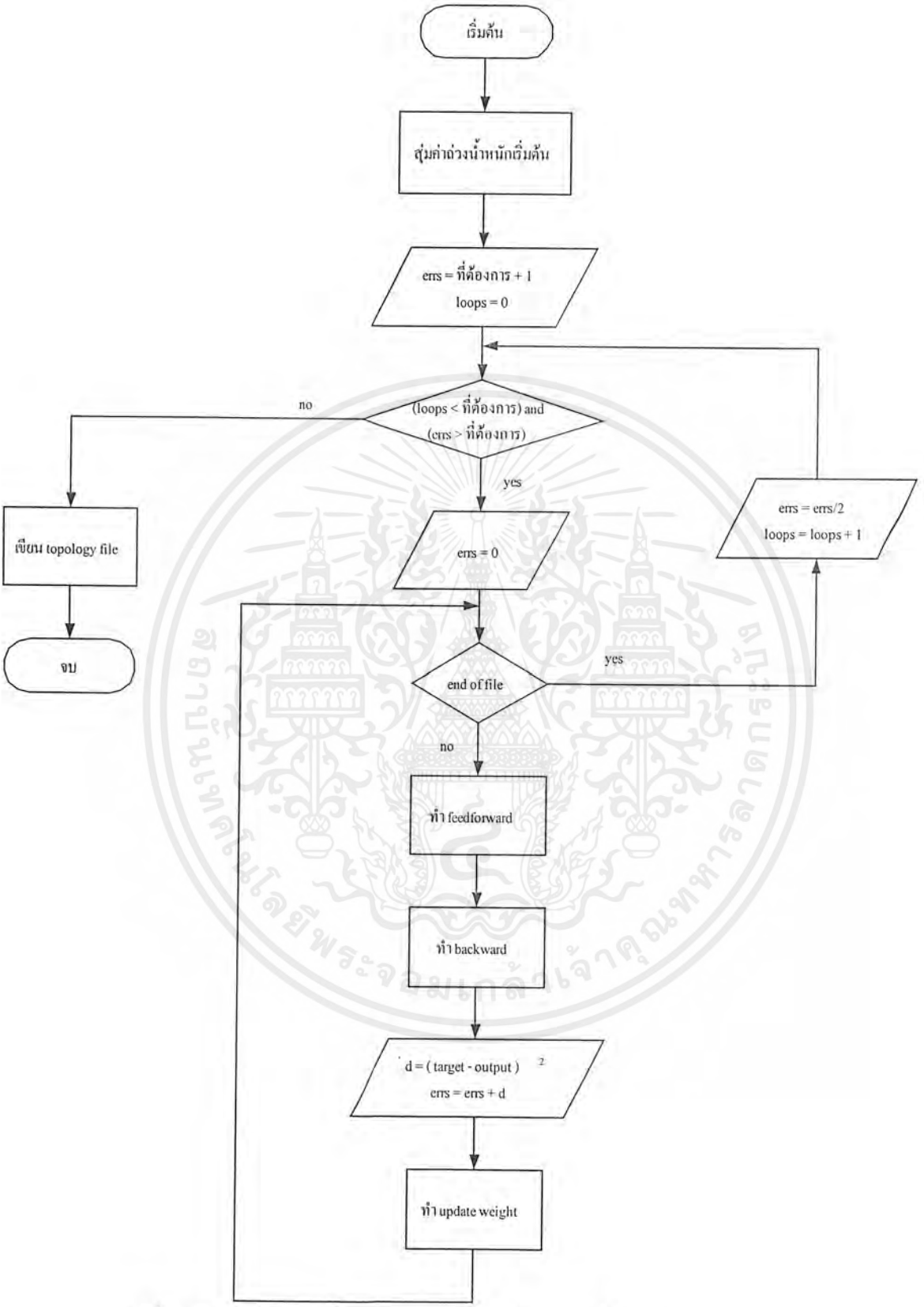
เมื่อค่าพารามิเตอร์โมเมนตัม μ ถูกจำกัดให้อยู่ในช่วง (0,1)

การใช้โมเมนตัมจะทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักได้น้อยลงเมื่อพบแพทเทินที่มีรูปแบบไม่สอดคล้องกับแพทเทินส่วนใหญ่

4.4 ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน

การหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน แสดงตามโฟล์วชาร์ตในรูปที่ 4-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 โฟล์วชาร์ตของขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยใช้หลักการเชิงวัตถุ

5.1 แนวคิดและหลักการออกแบบ

คลาสของอ็อบเจ็กต์ที่ประพฤติตัวเป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กจะมีความรับผิดชอบหลักสามอย่างคือ

- คำนวณหาค่าเอาท์พุทของเน็ตเวิร์ก (ฟีดฟอร์เวิร์ด)
- คำนวณค่าความผิดพลาดและส่งย้อนกลับ
- ปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนัก

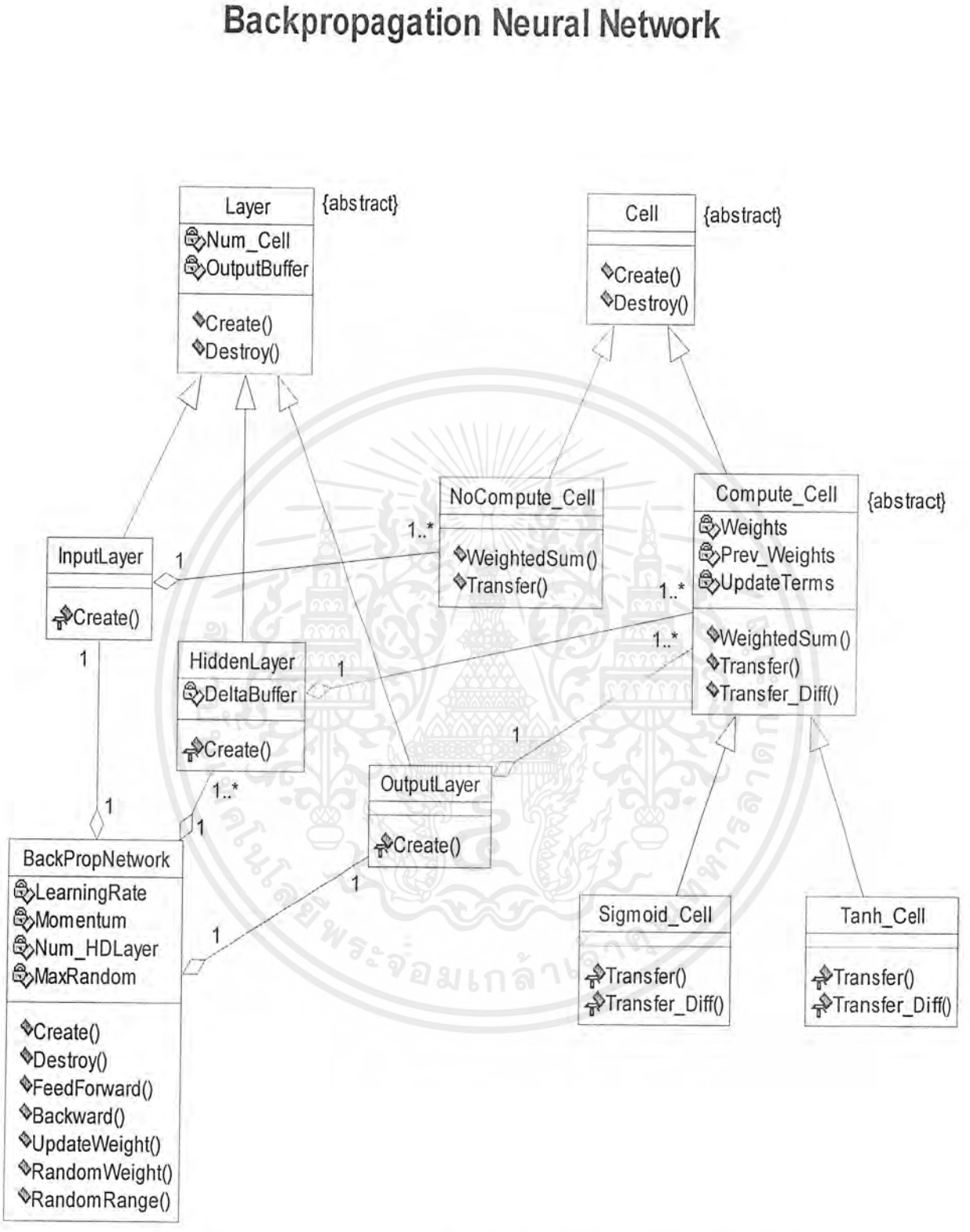
นอกจากความรับผิดชอบดังกล่าวแล้ว อ็อบเจ็กต์ที่ได้จะต้องมีความยืดหยุ่นคือสามารถสร้างแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กได้หลากหลายรูปแบบ ความยืดหยุ่นที่อ็อบเจ็กต์ที่สร้างขึ้นจะต้องมีได้แก่

- สามารถกำหนดจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ อินพุทยูนิต ฮิดเดนยูนิต และเอาท์พุทยูนิต ได้ไม่จำกัดจำนวน (ถูกจำกัดโดยขนาดของหน่วยความจำที่มี ไม่ใช่เพราะโครงสร้างของการออกแบบ)
- มีฟังก์ชันทรานสเฟอร์ให้เลือกใช้ได้หลายแบบ

5.2 คลาสไดอะแกรม

คลาสไดอะแกรมของอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก แสดงในรูปที่ 5-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-1 คลาสไดอะแกรมของอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 คำอธิบายเกี่ยวกับแอททริบิวต์ และ เมธอดของคลาสต่างๆ

5.3.1 คลาส BackPropNetwork

แอททริบิวต์

LearningRate

ชนิด : real

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าอัตราการเรียนรู้สำหรับการเทรน

Momentum

ชนิด : real

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าโมเมนตัมสำหรับการเทรน

Num_HDLayer

ชนิด : integer

คำอธิบาย : ใช้เก็บจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

MaxRandom

ชนิด : integer

คำอธิบาย : ค่าขอบเขตในการสุ่มค่าถ่วงน้ำหนัก

เมธอด

Create( )

กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

Destroy( )

ทำลายอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

FeedForward(InputData : array of real)

ทำขั้นตอนฟีดฟอร์เวิร์ดของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

พารามิเตอร์ :

InputData เป็นอาร์เรย์ของข้อมูลที่จะป้อนให้เป็นอินพุทของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

Backward(Target : array of real)

ทำขั้นตอนแบ็คพรอพาเกชันของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

พารามิเตอร์ :

Target เป็นอาร์เรย์ของค่าเอาท์พุทเป้าหมาย

UpdateWeight( )

ทำขั้นตอนการปรับเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

RandomWeight( )

ทำการสุ่มค่าค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นให้กับแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

โดยการเรียกเมธอด RandomRange( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RandomRange( ) : real

ทำการสุ่มค่าตัวเลข

5.3.2 คลาส Layer

เป็นคลาสนามธรรม (Abstract class)[1]

แอททริบิวต์ **Num_Cell**

ชนิด : integer

คำอธิบาย : เก็บจำนวนยูนิตที่มีอยู่ในเลเยอร์

OutputBuffer

ชนิด : Buffer[2]

คำอธิบาย : เก็บค่าเอาท์พุทที่ได้มาจากยูนิตทุกยูนิตที่อยู่ในเลเยอร์

เมธอด **Create( )**

กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

Destroy( )

ทำลายอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

5.3.3 คลาส InputLayer

ถ่ายทอดคุณสมบัติ (inherit) มาจากคลาส Layer และ มีคลาส NoCompute_Cell อะกรีเกท (aggregate) อยู่ด้วย

เมธอด **Create( )** จะโอเวอร์ไรด์ (override) เมธอดที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมา

5.3.4 คลาส HiddenLayer

ถ่ายทอดมาจากคลาส Layer และมีคลาส Compute_Cell อะกรีเกทอยู่ด้วย

แอททริบิวต์ เพิ่มเติม

DeltaBuffer

ชนิด : Buffer

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าความผิดพลาด (δ) ของทุกยูนิตที่อยู่ในเลเยอร์ที่เหนือกว่า

---

[1] คลาสนามธรรม (Abstract class) คือคลาสที่ไม่สามารถ instantiate ได้โดยตรง

(จาก Douglass, Bruce Powel. Real - time UML : developing efficient objects for embedded systems)

[2] Buffer = array of real

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมธอด **Create(index: integer; Cell_Type: String)** จะโอเวอร์โหลด (overload) เมธอดที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมา

5.3.5 คลาส OutputLayer

ถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส Layer และมีคลาส Compute_Cell อะกรีเกทอยู่ด้วย

เมธอด **Create(Cell_Type: String)** จะโอเวอร์โหลดเมธอดที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมา

5.3.6 คลาส Cell

เป็นคลาสนามธรรม

เมธอด **Create( )**

กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

Destroy( )

ทำลายอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

5.3.7 คลาส NoCompute_Cell

ถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส Cell

เมธอด เพิ่มเติม

WeightedSum( ) : real

ทำการคำนวณหาค่าผลรวมถ่วงน้ำหนักของอินพุท

Transfer( ) : real

ทำการคำนวณหาค่าของฟังก์ชันทรานสเฟอร์ ณ ค่า x

5.3.8 คลาส Compute_Cell

ถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส Cell และ เป็นคลาสนามธรรม

แอททริบิวต์ เพิ่มเติม

Weights

ชนิด : Buffer

คำอธิบาย : อาร์เรย์เก็บค่าถ่วงน้ำหนักของทุกคอนเน็กชั่นที่เชื่อมมายังยูนิต

Prev_Weights

ชนิด : Buffer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย : อาร์เรย์เก็บค่าถ่วงน้ำหนักของการเทรนรอบที่แล้วของทุกคอนเน็กชั่นที่เชื่อมมายังยูนิต

UpdateTerms

ชนิด : Buffer

คำอธิบาย : เก็บค่าอัพเดตเทอม (update term : Δw_{ij}) ของค่าถ่วงน้ำหนักทุกตัว

<u>เมธอด เพิ่มเติม</u>

WeightedSum(X : Buffer; Num_Cell : integer) : real

ทำการคำนวณหาค่าผลรวมถ่วงน้ำหนักของอินพุท

Transfer(x : real) : real

ทำการคำนวณหาค่าของฟังก์ชันทรานสเฟอร์ ณ ค่า x

Transfer_Diff(x : real) : real

หาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันทรานสเฟอร์ ณ ค่า x

5.3.9 คลาส Sigmoid_Cell

ถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส Compute_Cell

เมธอด **Transfer(x : real) : real** และ **Transfer_Diff(f_x : real) : real** จะโอเวอร์ไรด์เมธอดที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมา

5.3.10 คลาส Tanh_Cell

ถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส Compute_Cell

เมธอด **Transfer(x: real) : real** และ **Transfer_Diff(f_x: real) : real** จะโอเวอร์ไรด์เมธอดที่ได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การออกแบบโปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก

6.1 แนวคิดและหลักการออกแบบ

โปรแกรม Modeling เป็นโปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และทดสอบแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว (โปรแกรม Predictor) ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

1. สร้างแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กตามโทโปโลยีที่ผู้ใช้กำหนดให้
2. เทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ได้สร้างขึ้น
3. แสดงข้อมูลของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เทรนเสร็จเรียบร้อยแล้วให้กับผู้ใช้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโทโปโลยี ข้อมูลที่ใช้เทรน ค่าพารามิเตอร์สำหรับการเทรน เวลาในการเทรน และค่าความผิดพลาด ณ รอบต่างๆ ของการเทรน
4. ทดสอบแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เทรนเสร็จแล้วกับข้อมูลชุดทดสอบที่กำหนด
5. บันทึกแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ทดสอบเรียบร้อยแล้วเก็บไว้ โดยจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับนิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นเท็กซ์ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น *.neu และจัดเก็บข้อมูลค่าความผิดพลาดในแต่ละรอบของการเทรนไว้เป็นเท็กซ์ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น *.err
6. เปิดแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่บันทึกไว้ขึ้นมาดูได้
7. เอ็กซ์พอร์ตแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ผ่านการทดสอบและเป็นที่พอใจของผู้ใช้ไปใช้ในโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว

เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันดังกล่าวข้างต้น เราจะต้องทำการสร้าง

- อ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก
- อ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่ในการอ่านไฟล์โทโปโลยีของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก[1]
- อ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่แมสเสจข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

---

[1] เราจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เทรนเสร็จแล้วไว้ในเท็กซ์ไฟล์ และจะเรียกเท็กซ์ไฟล์นั้นว่า โทโปโลยีไฟล์ ซึ่งมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่แน่นอน สำหรับรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภายในโทโปโลยีไฟล์สามารถดูได้ในภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ็อบเจ็กต์ทั้งสามประเภทดังกล่าวข้างต้นจะทำงานร่วมกัน โดยอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่ในการอ่านไฟล์โทโปโลยีจะทำการอ่านข้อมูลต่างๆ ของแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่จะทำการสร้าง จากนั้นอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กก็จะถูกสร้างขึ้นตามข้อมูลที่อ่านมาได้

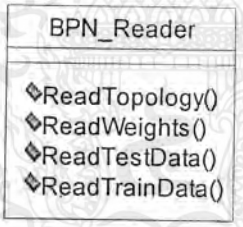
เมื่อสร้างอ็อบเจ็กต์แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กเสร็จแล้ว อ็อบเจ็กต์ดังกล่าวจะถูกเทรนโดยใช้แบ็คพรอพาชันอัลกอริทึมจนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาดจากการเทรนน้อยกว่าค่าที่ผู้ใช้กำหนด หรือเมื่อเทรนจนครบจำนวนรอบสูงสุด ซึ่งในขณะทำการเทรนนั้นอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่ในการแมสเสจข้อมูลจะมีบทบาทในการเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการเทรน โดยอ็อบเจ็กต์ดังกล่าวจะทำการปรับค่าของข้อมูลอินพุทและข้อมูลเป้าหมายซึ่งจัดเก็บไว้ในเท็กซ์ไฟล์ให้อยู่ในช่วง [0,1] ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการทำงานของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

สำหรับรายละเอียดของคลาสของอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เป็นแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กจะอยู่ในบทที่ 5

6.1.1 การออกแบบอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่อ่านโทโปโลยีไฟล์

6.1.1.1 คลาสไดอะแกรม

แสดงไว้ในรูปที่ 6-1



รูปที่ 6-1 คลาสไดอะแกรมของ BPN_Reader

6.1.1.2 คำอธิบายเมธอด

ReadTopology;

เป็นเมธอดสำหรับอ่านค่าต่อไปนี้จากโทโปโลยีไฟล์

- จำนวนฮิดเดนเลเยอร์
- จำนวนยูนิตในแต่ละเลเยอร์
- ชนิดของยูนิตที่อยู่ในฮิดเดนเลเยอร์และเอาท์พุทเลเยอร์
- ค่าอัตราการเรียนรู้
- ค่าโมเมนตัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ReadWeights(BP: BPN.Backprop);

เป็นเมธอดสำหรับอ่านค่าถ่วงน้ำหนักของ BP จากโทโปโลยีไฟล์ โดยจะทำการก๊อปปี้ค่าถ่วงน้ำหนักที่อ่านได้ไปให้กับอ็อบเจ็กต์ BP ที่ถูก pass เข้ามา

ReadTestData;

เป็นเมธอดสำหรับอ่านข้อมูลการทดสอบ ดังนี้คือ

- จำนวนงวดที่ใช้ในการทดสอบ
- ค่าความคลาดเคลื่อน ณ ระดับเปอร์เซ็นต์ต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ
- ผลการทดสอบ (คำทำนายในแต่ละครั้ง)
- ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดสอบแต่ละครั้ง
- วันที่ของงวดแรกและงวดสุดท้ายที่ใช้เป็นชุดทดสอบ

ReadTrainData;

เป็นเมธอดสำหรับอ่านข้อมูลการเทรน ดังนี้คือ

- จำนวนงวดที่ใช้เป็นข้อมูลชุดเทรน
- วันที่ของงวดแรกและงวดสุดท้ายที่ใช้เป็นชุดเทรน
- จำนวนรอบที่เทรน
- ค่า error ที่ยอมรับได้
- ค่า error ของรอบสุดท้ายในการเทรน
- วันที่ทำการเทรน
- เวลาเริ่มเทรน
- เวลาที่เทรนเสร็จ

6.1.2 การออกแบบอ็อบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่แมสเสจข้อมูล

6.1.2.1 แนวคิดและหลักการออกแบบ

การแมสเสจข้อมูล จะเกี่ยวข้องกับการคำนวณหาค่าแมสเสจ และ การอ่าน/เขียนเท็กซ์ไฟล์ ดังนั้น เราจะสร้างคลาสของอ็อบเจ็กต์ขึ้นมาสองคลาสเพื่อรับผิดชอบหน้าที่ในแต่ละส่วน

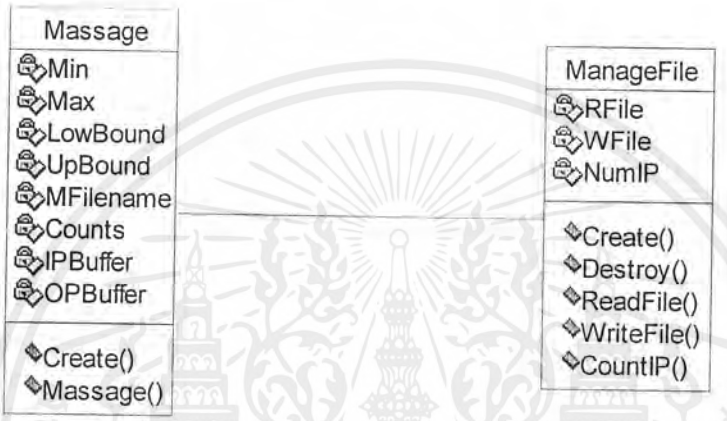
- อ็อบเจ็กต์แมสเสจข้อมูล (คลาสแมสเสจ) จะทำการคำนวณตามสูตรของการแมสเสจข้อมูล และ จะเรียกใช้อ็อบเจ็กต์จัดการไฟล์ เพื่อให้มาทำหน้าที่อ่านไฟล์และบันทึกข้อมูลลงไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อ็อบเจ็กต์จัดการไฟล์ (คลาสแมนเนจไฟล์) จะทำหน้าที่จัดการไฟล์ ได้แก่ เปิดไฟล์ อ่านไฟล์มาเก็บไว้เพื่อเตรียมข้อมูลที่จะให้อ็อบเจ็กต์แรกทำการคำนวณ บันทึกผลที่ได้จากการคำนวณลงไฟล์ และ ปิดไฟล์

6.1.2.2 คลาสไดอะแกรม

คลาสไดอะแกรมสำหรับคลาสในยูนิต Massage.pas แสดงในรูปที่ 6-2



รูปที่ 6-2 คลาสไดอะแกรมสำหรับการแมสเสจข้อมูล

6.1.2.3 คำอธิบายเกี่ยวกับแอททริบิวต์ และ เมธอดของคลาสต่างๆ

คลาส Massage

<u>แอททริบิวต์</u>

Min

ชนิด : real

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าอินพุทต่ำสุดสำหรับการแมสเสจ

Max

ชนิด : real

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าอินพุทสูงสุดสำหรับการแมสเสจ

LowBound

ชนิด : real

คำอธิบาย : ใช้เก็บค่าขอบเขตล่างของข้อมูลที่ผ่านการแมสเสจแล้ว

UpBound

ชนิด : real

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย : ใช้เก็บขอบเขตบนของข้อมูลที่ผ่านการแมสเสจแล้ว

MFilename

ชนิด : string

คำอธิบาย : เก็บชื่อไฟล์ที่จะแมสเสจ

Count

ชนิด : integer

คำอธิบาย : เก็บจำนวนข้อมูลที่อ่านเข้ามาเก็บในตัวแปร IPBuffer

IPBuffer

ชนิด : BufferArray[2]

คำอธิบาย : เก็บข้อมูลที่จะแมสเสจ

OPBuffer

ชนิด : BufferArray

คำอธิบาย : เก็บข้อมูลเอาท์พุทที่ได้จากการแมสเสจ

เมธอด **Create(Filename : string; Min, Max, UpBound, LowBound : real)**

กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

Massage(BufSize : integer; FileManage : TmanageFile)

ทำการแมสเสจข้อมูล

คลาส ManageFile

แอททริบิวต์ **RFile**

ชนิด : TextFile

คำอธิบาย : ไฟล์ข้อมูลที่ต้องการจะแมสเสจ

WFile

ชนิด : TextFile

คำอธิบาย : ไฟล์ข้อมูลที่เก็บเอาท์พุทจากการแมสเสจ

NumIP

ชนิด : Integer

คำอธิบาย : เก็บจำนวนอินพุทยูนิตที่หาได้มาจาก RFile

เมธอด **Create(Filename : string)**

กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

---

[2] มีชนิดเป็นไดนามิกอาร์เรย์ (array of real)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Destroy( )

ทำลายอ็อบเจ็กต์อินสแตนซ์

CountIP( )

หาจำนวน อินพุทยูนิตจาก Rfile

ReadFile(var Buffer : BufferArray; Var Count : integer)

อ่านข้อมูลจาก Rfile มาเก็บไว้ในตัวแปร Buffer ตามจำนวนที่เก็บไว้ในตัวแปร Count

WriteFile (Buffer : BufferArray; Count : integer)

นำข้อมูลที่เก็บไว้ในตัวแปร Buffer มาเขียนลง Wfile ตามจำนวนที่เก็บไว้ในตัวแปร Count

6.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรมที่ได้ทำการสร้างขึ้นสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานโปรแกรมในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การออกแบบโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

7.1 แนวคิดและหลักการออกแบบ

โปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล ซึ่งมีฟังก์ชันหลัก คือ

1. การทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว
2. การเพิ่มข้อมูลผลรางวัลย้อนหลัง

โปรแกรมนี้จะใช้ แบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ผ่านการเทรน และ ทดสอบแล้วจากโปรแกรมสร้าง เทรน และทดสอบแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก ในการทำนายผลรางวัล

การทำนายผลรางวัล ทำได้โดยการป้อนข้อมูลผลรางวัลรางวัลย้อนหลังให้กับแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก แล้วให้นิวรอนเน็ตเวิร์กทำการทำนายผลรางวัลงวดถัดไปออกมา

สำหรับข้อมูลผลรางวัลย้อนหลังนั้น จะจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ Paradox

7.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรมที่ได้ทำการสร้างขึ้นสามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานโปรแกรมในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
ผลการทดลองค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก

8.1 อัตราการเรียนรู้มีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็กพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

ขั้นตอนการทดลอง

8.1.1 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0 และ ค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.15 0.25 0.35 0.45 0.65 0.75 0.85 0.95 และ 0.99 โดยที่ค่าอัตราการเรียนรู้หนึ่งค่าจะต้องเทรนสามครั้ง

8.1.2 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.15 0 .25 0.35 0.45 0.65 0.75 0.85 0.95 และ 0.99 โดยที่ค่าอัตราการเรียนรู้หนึ่งค่าจะต้องเทรนสามครั้ง

8.1.3 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้ที่มีค่ามากกว่า 1 (คือเท่ากับ 1.0 1.3 1.7 และ 2.0) โดยที่ค่าอัตราการเรียนรู้หนึ่งค่าจะต้องเทรนสามครั้ง

8.1.4 บันทึกจำนวนรอบของการเทรนในแต่ละครั้ง และ คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรอบของการเทรน

หมายเหตุ สาเหตุที่ต้องเทรนถึงสามครั้งสำหรับค่าอัตราการเรียนรู้หนึ่งค่าเนื่องจากค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นที่ใช้ในแต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากัน

ในการทดลอง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	25 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	50,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01
ชุดเทรน	เท่ากับ	19 แพทเทิน

ผลการทดลอง

กรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0 แสดงดังตารางที่ 8-1

กรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 แสดงดังตารางที่ 8-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้มีค่ามากกว่า 1 แสดงดังตารางที่ 8-3

อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
0.15	4330	3677	3778	3928.33
0.25	2622	3023	2823	2822.67
0.35	2491	1382	1622	1831.67
0.45	1180	1272	1226	1226
0.65	862	1928	758	1182.67
0.75	688	1157	1170	1005
0.85	840	574	630	681.33
0.95	575	853	775	734.33
0.99	640	585	599	608

ตารางที่ 8-1 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0 และ มีค่าอัตราการเรียนรู้น้อยกว่า 1.0

อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
0.15	4866	3974	2661	3833.67
0.25	3290	2153	2382	2608.33
0.35	2228	1396	1676	1766.67
0.45	1423	1224	969	1205.33
0.65	760	722	929	803.67
0.75	784	930	723	812.33
0.85	1038	649	690	792.33
0.95	718	565	546	609.67
0.99	437	650	498	528.33

ตารางที่ 8-2 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ มีค่าอัตราการเรียนรู้น้อยกว่า 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเรียนรู้	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
1.0	514	610	440	521.33
1.3	499	393	430	440.67
1.7	332	287	319	312.67
2.0	399	238	415	350.67

ตารางที่ 8-3 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้ตั้งแต่ 1.0 ขึ้นไป

ลักษณะทั่วไปของกราฟแสดงค่าความผิดพลาดขณะเทรนในการทดลองแต่ละครั้ง มีลักษณะคล้ายกัน ดังนั้น จึงเลือกแสดงกรณีละ 1 กราฟ เท่านั้น คือ

กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0 แสดงดังรูปที่ 8-1

กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 แสดงดังรูปที่ 8-2

กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 และ ค่าอัตราการเรียนรู้มีค่ามากกว่า 1 แสดงดังรูปที่ 8-3

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

เมื่อค่าอัตราการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น การเทรนจะใช้เวลาน้อยลง

8.2 โมเมนตัมมีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

8.2.1 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.8 และ ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.1 0.2 0.3 0.4 0.6 0.7 0.8 โดยที่ค่าโมเมนตัมหนึ่งค่าจะต้องเทรนสามครั้ง

8.2.2 บันทึกจำนวนรอบของการเทรนในแต่ละครั้ง และ คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรอบของการเทรน

ในการทดลอง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	25 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	50,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01
ชุดเทรน	เท่ากับ	19 แพทเทิน

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 8-4

ค่าโมเมนตัม	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
0.1	679	1294	693	888.67
0.2	611	555	526	564
0.3	545	749	732	675.33
0.4	484	720	753	652.33
0.6	456	392	515	454.33
0.7	428	567	435	476.67
0.8	1348	269	407	674.67

ตารางที่ 8-4 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.8 และ ค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0

ตัวอย่างกราฟ แสดงในรูปที่ 8-4 และ รูปที่ 8-5

สรุปผลการทดลอง

เมื่อค่าโมเมนตัมเพิ่มมากขึ้น การเทรนจะใช้เวลาน้อยลง

8.3 จำนวนฮิดเดนยูนิตมีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

ขั้นตอนการทดลอง

8.3.1 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนยูนิตเท่ากับ 5 10 15 และ 20 โดยที่จำนวนฮิดเดนยูนิตจำนวนหนึ่งจะต้องเทรนสามครั้ง

8.3.2 บันทึกจำนวนรอบของการเทรนในแต่ละครั้ง และ คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรอบของการเทรน

ในการทดลอง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	25 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
ค่าอัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.85
ค่าโมเมนตัม	เท่ากับ	0.14
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	50,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01
ชุดเทรน	เท่ากับ	19 แพทเทิน

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 8-5

จำนวนฮิดเดนยูนิต	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
5	1013	649	690	784
10	394	391	361	382
15	300	300	308	302.67
20	254	242	266	254

ตารางที่ 8-5 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนยูนิตต่างๆ กัน

ตัวอย่างกราฟ แสดงในรูปที่ 8-6 ซึ่งลักษณะของกราฟในการทดลองแต่ละครั้งจะมีลักษณะคล้ายกัน

สรุปผลการทดลอง

เมื่อจำนวนฮิดเดนยูนิตเพิ่มมากขึ้น การเทรนจะใช้เวลาน้อยลง

8.4 จำนวนฮิดเดนเลเยอร์มีผลอย่างไรต่อการเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์ก

ขั้นตอนการทดลอง

8.4.1 เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 1 2 และ 3 โดยที่จำนวนฮิดเดนเลเยอร์จำนวนหนึ่งจะต้องเทรนสามครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.4.2 บันทึกจำนวนรอบของการเทรนในแต่ละครั้ง และ คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรอบของการเทรน

ในการทดลอง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	25 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
ค่าอัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.85
ค่าโมเมนตัม	เท่ากับ	0.14
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	50,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01
ชุดเทรน	เท่ากับ	19 แพทเทิน

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 8-6

จำนวน hidden layer	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 1	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 2	จำนวนรอบการเทรน ครั้งที่ 3	จำนวนรอบการเทรน เฉลี่ย
1	639	596	485	573.33
2	602	691	635	642.67
3	11301	2529	>50,000	--

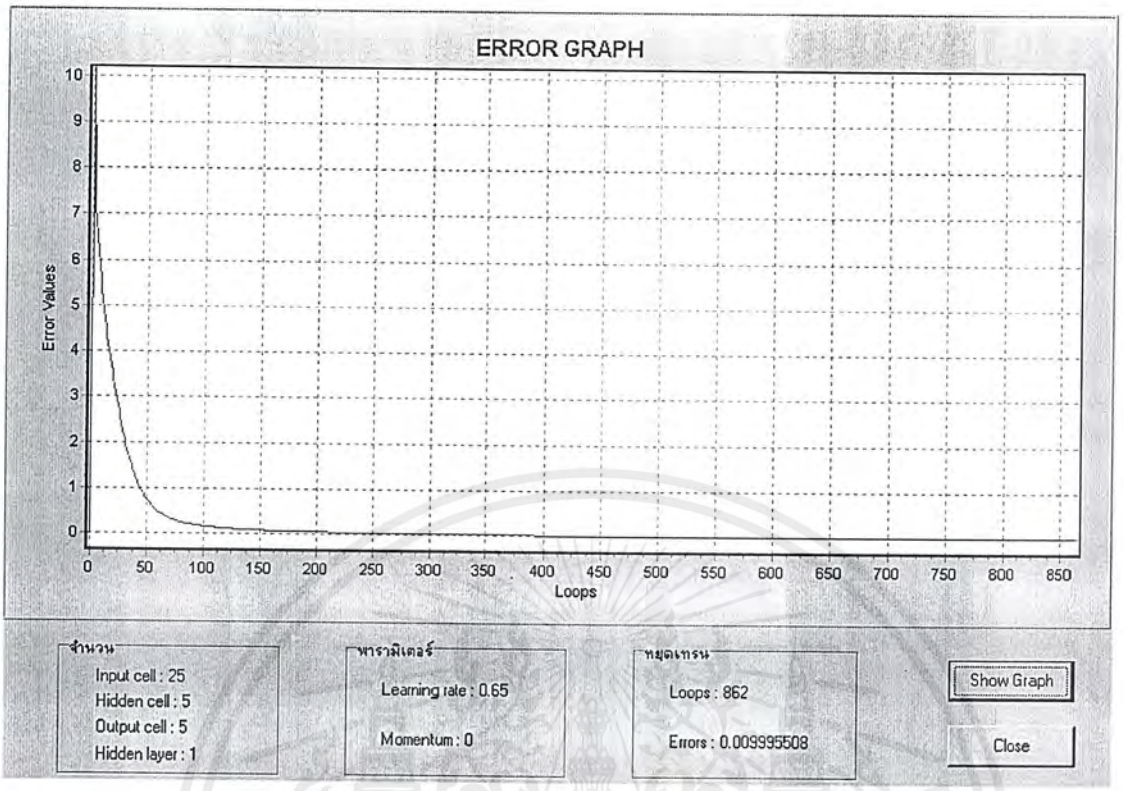
ตารางที่ 8-6 แสดงจำนวนรอบของการเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ต่างๆ กัน

ตัวอย่างกราฟ แสดงในรูปที่ 8-7 และ รูปที่ 8-8

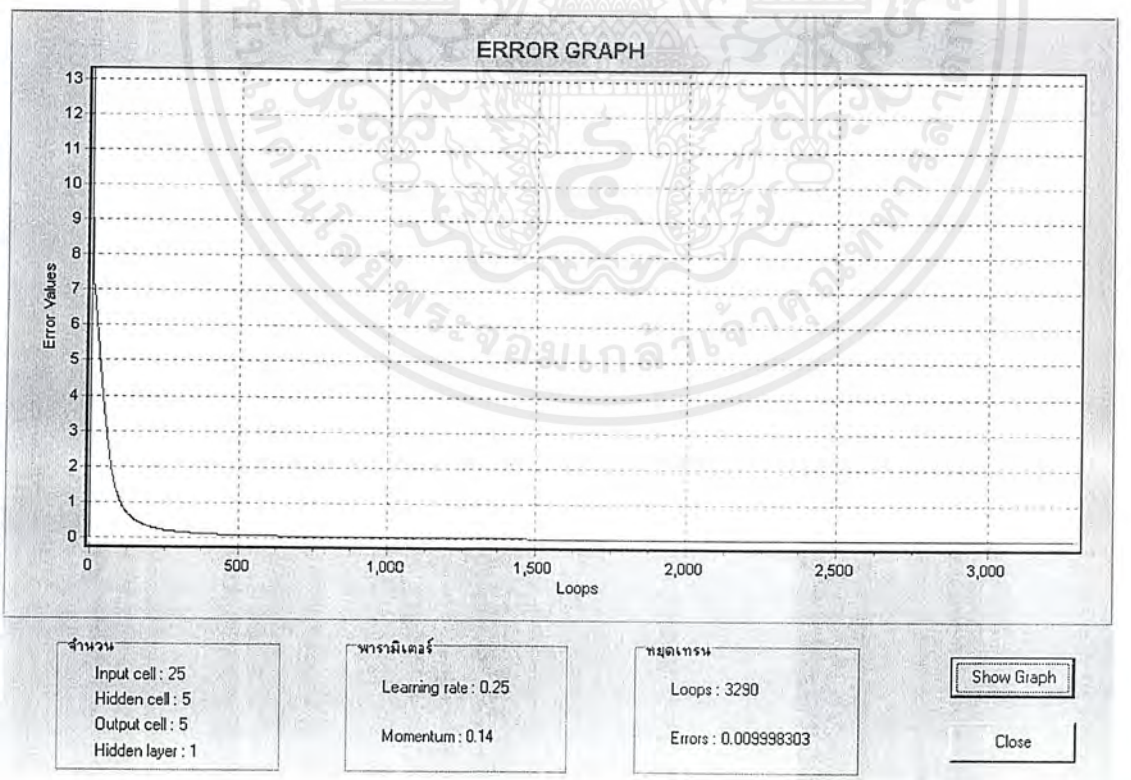
สรุปผลการทดลอง

เมื่อจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เพิ่มมากขึ้น การเทรนจะใช้เวลามากขึ้น และค่าความผิดพลาดมีการเปลี่ยนแปลงช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

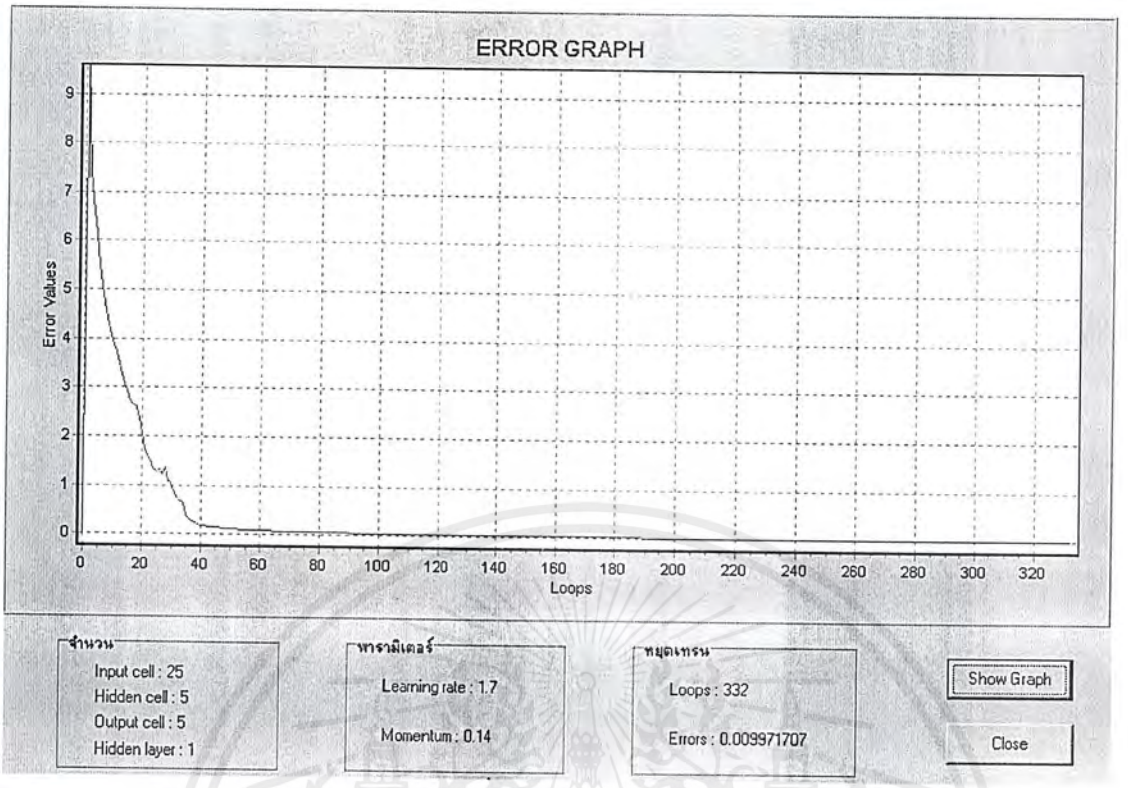


รูปที่ 8-1 กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0

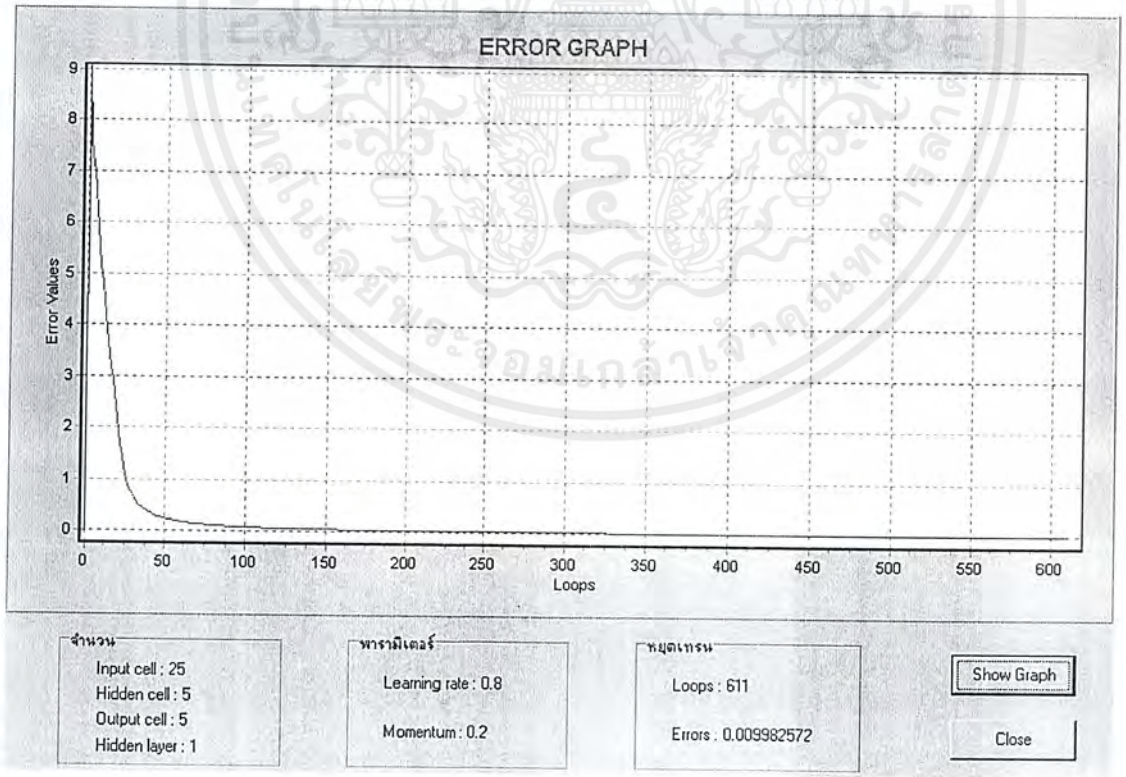


รูปที่ 8-2 กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

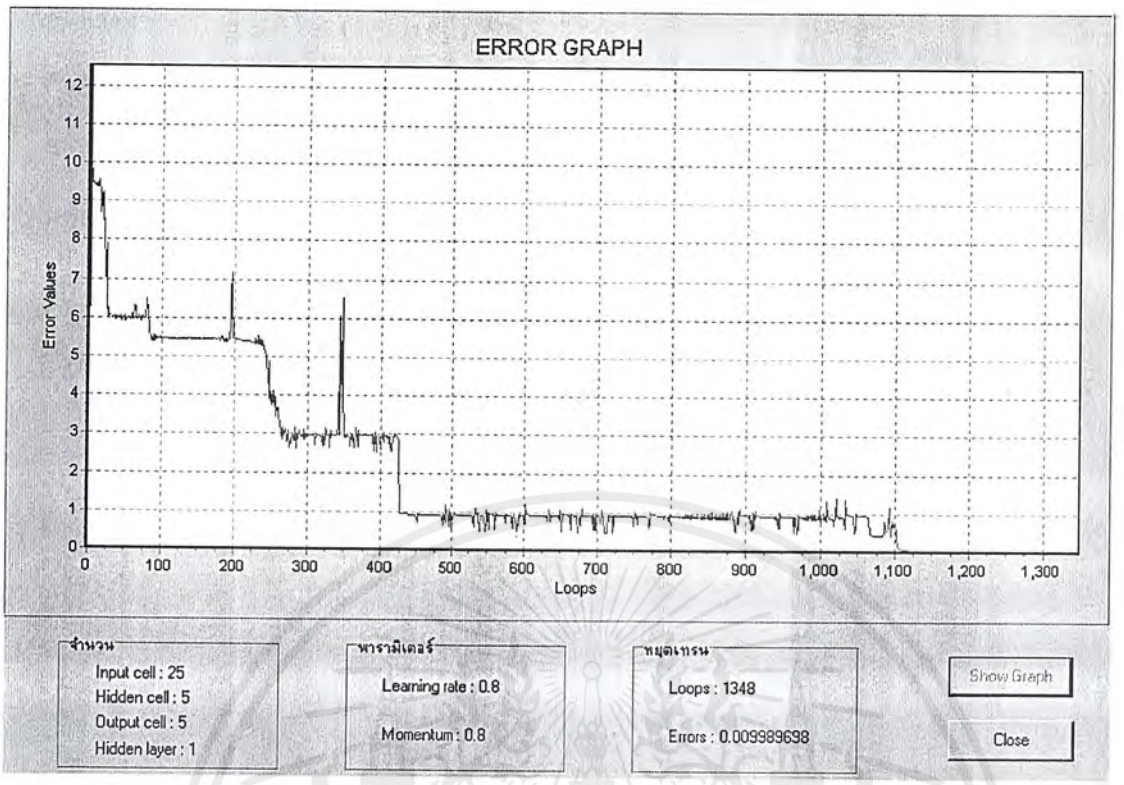


รูปที่ 8-3กราฟของกรณีที่โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.14 และค่าอัตราการเรียนรู้มีค่ามากกว่า 1

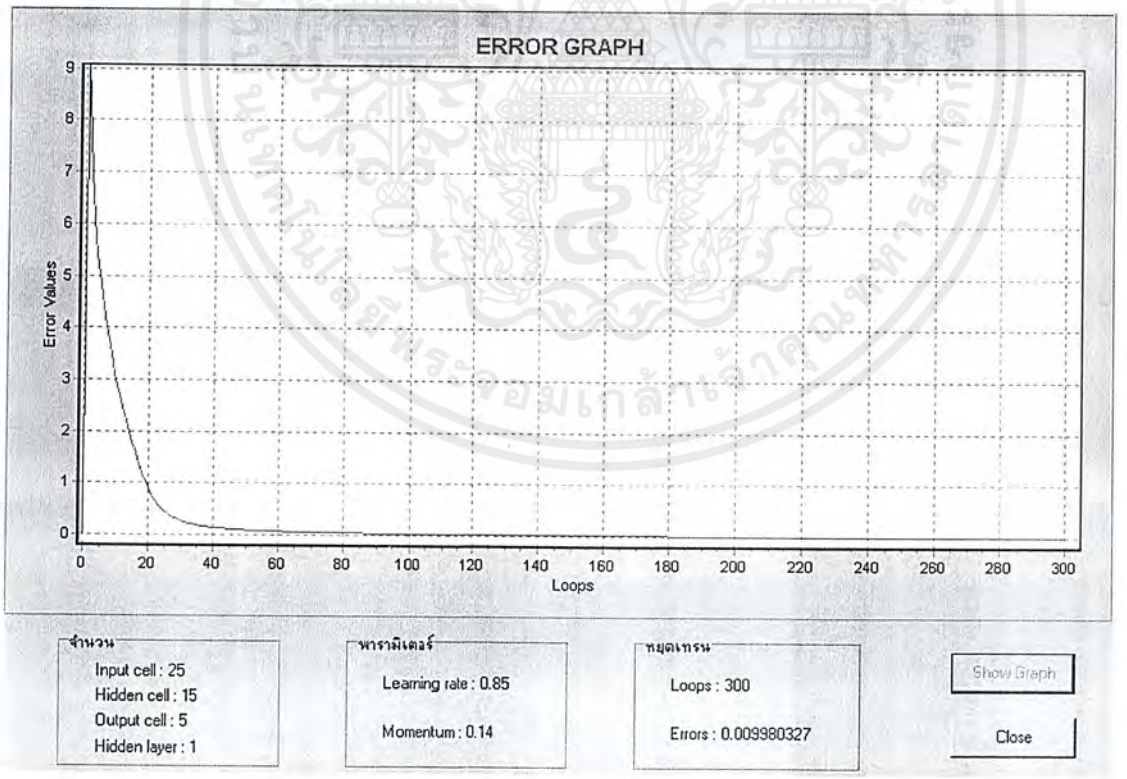


รูปที่ 8-4 กราฟของกรณีที่อัตราการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8 และค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

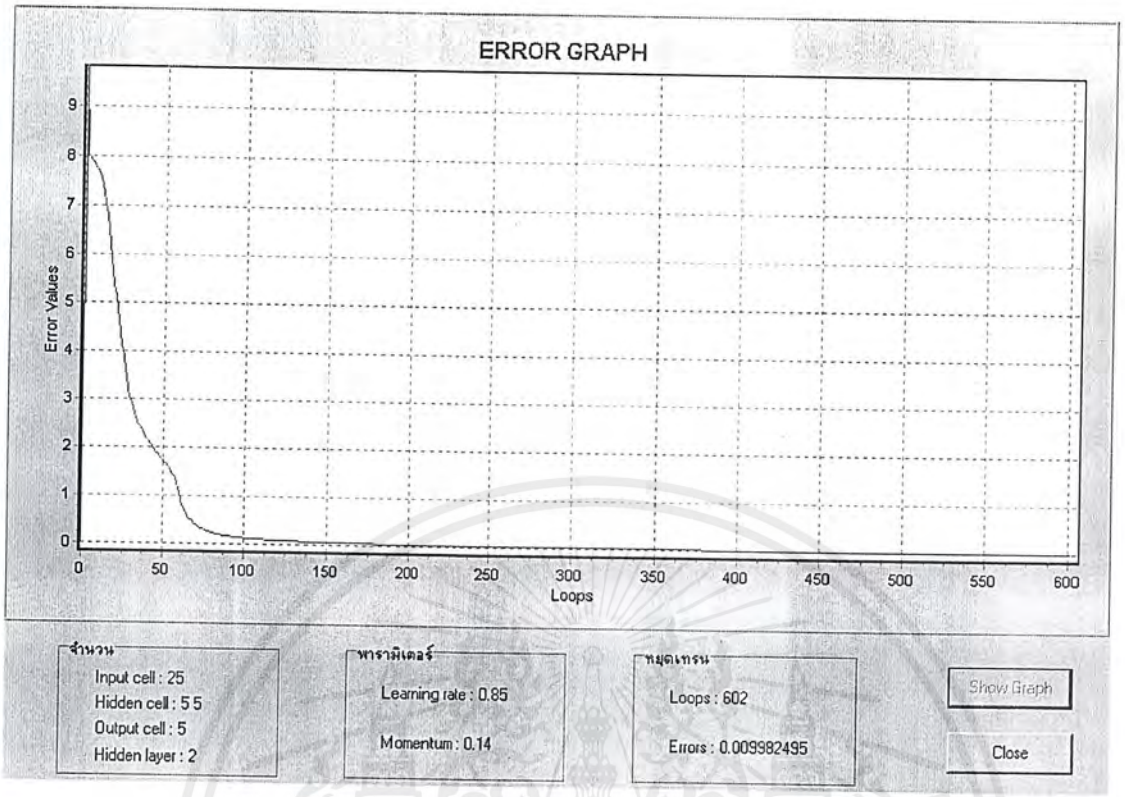


รูปที่ 8-5 กราฟของกรณีที่อัตราการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8 และค่าโมเมนตัมน้อยกว่า 1.0

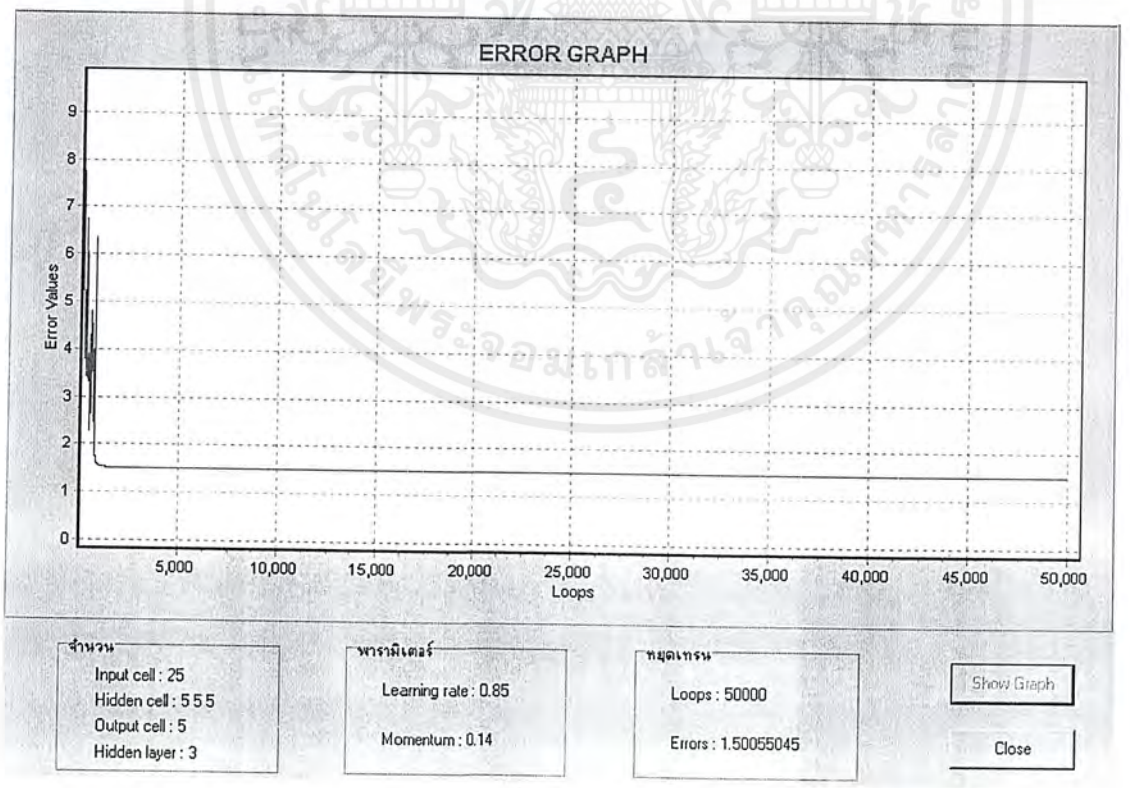


รูปที่ 8-6 กราฟของกรณีที่จำนวนฮิดเดนยูนิตเท่ากับ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8-7 กราฟของกรณีที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 2



รูปที่ 8-8 กราฟของกรณีที่มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
การทดลองหารูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสม สำหรับการทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

การทดลองหารูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสมสำหรับการทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล จะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง คือ

- การทดลองหาจำนวนอินพุทยูนิต หรือ จำนวนงวดย้อนหลัง ที่เหมาะสม
- การทดลองหาจำนวนฮิดเดนยูนิตที่เหมาะสม
- การทดลองหาค่าอัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสม
- การทดลองหาค่าโมเมนตัมที่เหมาะสม

9.1 การทดลองหาจำนวนอินพุทยูนิต หรือ จำนวนงวดย้อนหลัง ที่เหมาะสม

ขั้นตอนการทดลอง

1. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนอินพุทยูนิตต่างๆ กัน คือ 6 12 18 24 และ 48 ยูนิต (หมายถึง จำนวนงวดย้อนหลังเป็น 6 12 18 24 และ 48 งวด ตามลำดับ) โดยเทรนจนถึงงวดของวันที่ 1 ตุลาคม 2542
2. ทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2542 ถึง 1 มีนาคม 2543
3. คิดหาค่าความคลาดเคลื่อน

ในการทดลอง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	10 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบสูงสุดของการเทรน	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

และจะมี Initial weight เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 9-1

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	อินพุทยูนิต = 6		อินพุทยูนิต = 12		อินพุทยูนิต = 18		อินพุทยูนิต = 24		อินพุทยูนิต = 48	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±
16 ต.ค. 42	28	03	25	24	4	94	66	76	48	45	17
1 พ.ย. 42	03	99	96	91	88	43	40	16	13	46	73
16 พ.ย. 42	14	02	12	64	50	30	16	15	1	97	83
1 ธ.ค. 42	79	01	78	00	79	79	0	25	54	96	17
16 ธ.ค. 42	30	51	21	34	4	09	21	49	19	34	4
30 ธ.ค. 42	03	97	94	00	3	02	1	42	39	59	56
16 ม.ค. 43	82	00	82	01	81	55	27	68	14	97	15
1 ก.พ. 43	85	94	9	89	4	45	40	94	9	54	31
16 ก.พ. 43	91	00	91	13	78	57	34	60	31	60	31
1 มี.ค. 43	63	00	63	56	7	88	25	27	36	95	36
เฉลี่ย			57.1		39.8		27.0		26.4		36.3

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-1 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวนอินพุทยูนิต

จากตารางที่ 9-1 สามารถสรุปออกมาได้เป็นตารางที่ 9-2

จำนวนอินพุทยูนิต	Maximum Errors (±)	Averaged Errors (±)
6	96	57.1
12	88	39.8
18	66	27.0
24	54	36.4
48	83	36.3

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-2 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดจำนวนอินพุทยูนิตต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 9-1 และ ตารางที่ 9-2 จะเห็นได้ว่าจำนวนอินพุทยูนิตที่เหมาะสมมีอยู่สองแบบ คือ 18 ยูนิต และ 24 ยูนิต ซึ่งมีเหตุผลดังนี้

1. เมื่อทดลองใช้จำนวนอินพุทยูนิตเท่ากับ 18 ยูนิต ทำนายผลแล้ว ปรากฏว่า
   - มี 1 ครั้งที่ทำนายได้แม่นยำ
   - มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น $\pm$ 66 ซึ่งปรากฏแค่ครั้งเดียว
   - ค่าความคลาดเคลื่อนมากสุด มีค่าน้อยเป็นอันดับสองเมื่อเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดของงวดอื่น
   - ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 27.0 ซึ่งมีค่าน้อยเป็นอันดับสอง
2. เมื่อทดลองใช้จำนวนอินพุทยูนิตเท่ากับ 24 ยูนิต ทำนายผลแล้ว ปรากฏว่า
   - มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสุดเป็น $\pm$ 1
   - มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น $\pm$ 54 ซึ่งปรากฏแค่ครั้งเดียว
   - ค่าความคลาดเคลื่อนมากสุด มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดของงวดอื่น
   - ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 26.4 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

9.2 การทดลองหาจำนวนฮิดเดนยูนิตที่เหมาะสม

ขั้นตอนการทดลอง

1. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนอินพุทยูนิตเท่ากับ 18 ยูนิต และ มีจำนวนฮิดเดนยูนิตเป็น 5 7 9 11 13 15 18 20 และ 25 ยูนิต โดยเทรนจนถึงงวดของวันที่ 1 ตุลาคม 2542
2. ทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2542 เป็นต้นไป
3. คิดหาค่าความคลาดเคลื่อน
4. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีจำนวนงวดย้อนหลังเป็น 24 งวด และ มีจำนวน ฮิดเดนยูนิต เป็น 5 7 9 11 13 15 18 20 และ 25 ยูนิต โดยเทรนจนถึงงวดของวันที่ 1 ตุลาคม 2542
5. ทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2542 ถึง 1 มีนาคม 2543
6. คิดหาค่าความคลาดเคลื่อน

ในการทดลองแต่ละครั้ง ค่าที่ต้องควบคุม มีดังนี้

ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบสูงสุดของการเทรน	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

และจะมี Initial weight เหมือนกัน

ผลการทดลอง

ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 9-3 และ ตารางที่ 9-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	ฮิดเดนยูนิต = 5		ฮิดเดนยูนิต = 7		ฮิดเดนยูนิต = 9		ฮิดเดนยูนิต = 11		ฮิดเดนยูนิต = 13	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±
16 ต.ค. 42	28	85	57	33	15	59	31	93	65	88	60
1 พ.ย. 42	03	85	82	88	85	31	28	59	56	25	22
16 พ.ย. 42	14	06	8	93	79	39	25	48	34	93	79
1 ธ.ค. 42	79	15	64	55	24	87	8	37	42	89	10
16 ธ.ค. 42	30	15	15	11	19	07	23	07	23	31	1
30 ธ.ค. 42	03	81	78	00	3	11	8	16	13	22	19
16 ม.ค. 43	82	00	82	01	81	38	44	77	5	49	33
1 ก.พ. 43	85	00	85	80	5	37	48	19	66	15	70
16 ก.พ. 43	91	00	91	49	42	01	90	06	85	14	77
1 มี.ค. 43	63	75	12	02	61	16	47	14	49	37	26
เฉลี่ย			57.4		41.4		35.2		43.8		39.7

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	ฮิดเดนยูนิต = 15		ฮิดเดนยูนิต = 18		ฮิดเดนยูนิต = 20		ฮิดเดนยูนิต = 25	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	85	55	45	17	67	39	94	66
1 พ.ย. 42	03	50	27	71	68	08	5	28	25
16 พ.ย. 42	14	80	66	53	39	50	36	81	67
1 ธ.ค. 42	79	16	63	55	24	52	27	19	60
16 ธ.ค. 42	30	56	26	37	7	92	62	15	15
30 ธ.ค. 42	03	64	61	07	4	40	37	52	49
16 ม.ค. 43	82	06	76	29	53	57	25	15	67
1 ก.พ. 43	85	77	8	57	28	38	47	57	28
16 ก.พ. 43	91	02	89	11	80	10	80	15	76
1 มี.ค. 43	63	22	41	02	61	08	55	28	35
เฉลี่ย			51.2		38.1		41.3		48.8

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-3 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวน ฮิดเดนยูนิต เมื่อกำหนดให้ อินพุทยูนิต เท่ากับ 18 ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	ฮิดเดนยูนิต = 5		ฮิดเดนยูนิต = 7		ฮิดเดนยูนิต = 9		ฮิดเดนยูนิต = 11		ฮิดเดนยูนิต = 13	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±
16 ต.ค. 42	28	93	65	56	28	70	42	70	42	41	13
1 พ.ย. 42	03	19	16	60	57	47	44	35	32	59	56
16 พ.ย. 42	14	38	24	85	71	89	75	81	67	64	50
1 ธ.ค. 42	79	04	75	22	57	02	77	74	5	04	75
16 ธ.ค. 42	30	20	10	37	7	46	16	33	3	35	5
30 ธ.ค. 42	03	21	18	91	88	04	1	19	16	30	27
16 ม.ค. 43	82	83	1	49	33	83	1	65	17	76	6
1 ก.พ. 43	85	49	36	90	5	82	3	91	6	70	15
16 ก.พ. 43	91	01	90	37	54	83	8	04	87	11	80
1 มี.ค. 43	63	88	25	88	25	69	6	04	59	22	41
เฉลี่ย			36.0		42.5		27.3		33.4		36.8

วันที่ออก	ค่าจริง	ฮิดเดนยูนิต = 15		ฮิดเดนยูนิต = 18		ฮิดเดนยูนิต = 20		ฮิดเดนยูนิต = 25	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	33	5	54	26	63	35	60	32
1 พ.ย. 42	03	36	33	54	51	54	51	61	58
16 พ.ย. 42	14	31	17	97	83	36	22	86	72
1 ธ.ค. 42	79	49	30	25	54	74	5	54	25
16 ธ.ค. 42	30	54	24	82	52	33	3	64	34
30 ธ.ค. 42	03	21	18	29	26	06	3	12	9
16 ม.ค. 43	82	61	21	86	4	44	36	26	56
1 ก.พ. 43	85	96	11	95	10	90	5	81	4
16 ก.พ. 43	91	55	36	15	76	19	72	59	32
1 มี.ค. 43	63	31	32	09	54	05	58	14	49
เฉลี่ย			22.7		43.6		29.0		37.1

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-4 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาจำนวน ฮิดเดนยูนิต เมื่อกำหนดให้ อินพุทยูนิต เท่ากับ 24 ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 9-3 และ ตารางที่ 9-4 สามารถสรุปออกมาได้เป็นตารางที่ 9-5

จำนวนฮิดเดนยูนิต	อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต		อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต	
	Maximum Errors (±)	Averaged Errors (±)	Maximum Errors (±)	Averaged Errors (±)
5	91	57.4	90	36.0
7	85	41.4	88	42.5
9	90	35.2	77	27.3
10	66	27.0	54	26.4
11	85	43.8	87	33.4
13	79	39.7	80	36.8
15	89	51.2	36	22.7
18	71	38.1	83	43.6
20	80	41.3	72	29.0
25	76	48.8	72	37.1

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-5 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดจำนวนอินพุทยูนิตเป็น 18 ยูนิต และ 24 ยูนิต

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากตารางที่ 9-3 และ ตารางที่ 9-5 ซึ่งเป็นผลการทดลองของโมเดลที่มีจำนวนอินพุทยูนิต เป็น 18 ยูนิต จะเห็นได้ว่าจำนวนฮิดเดนยูนิตที่เหมาะสม คือ 10 ยูนิต เนื่องจาก

- มี 1 ครั้งที่ทำนายได้แม่นยำ
- มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น ± 66 ซึ่งปรากฏแค่ครั้งเดียว
- ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 27.0 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

จากตารางที่ 9-5 ซึ่งเป็นผลการทดลองของโมเดลที่มีจำนวน อินพุทยูนิต เป็น 24 ยูนิต จะเห็นได้ว่าจำนวนฮิดเดนยูนิตที่เหมาะสม คือ 15 ยูนิต เนื่องจาก

- มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น ± 36 ซึ่งปรากฏแค่ครั้งเดียว
- ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 22.7 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

และเมื่อนำโมเดลทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่าโมเดลที่มีจำนวนอินพุทยูนิต เท่ากับ ยูนิต และ จำนวนฮิดเดนยูนิต เท่ากับ 15 เหมาะสมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 การทดลองหาค่าอัตราการเรียนรู้ที่เหมาะสม

ขั้นตอนการทดลอง

1. สร้างนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีการกำหนดค่าต่างๆ ดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	24 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	15 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

และจะมี Initial weight เหมือนกัน

2. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก โดยกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เป็น 0.75 0.78 0.80 0.83 0.85 0.88 0.90 0.93 0.95 และ 0.98 แล้วเทรนจนถึงงวดของวันที่ 1 ตุลาคม 2542

10 ทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2542 ถึง 1 มีนาคม 2543

11 คิดหาค่าความคลาดเคลื่อน

ผลการทดลอง

ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 9-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	LR = 0.75		LR = 0.78		LR = 0.80		LR = 0.83		LR = 0.85	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	30	2	30	2	30	2	32	4	33	5
1 พ.ย. 42	03	24	21	26	23	27	24	33	30	39	36
16 พ.ย. 42	14	33	19	31	17	31	17	31	17	31	17
1 ธ.ค. 42	79	42	37	44	35	45	34	48	31	50	29
16 ธ.ค. 42	30	55	25	54	24	54	24	55	25	54	24
30 ธ.ค. 42	03	13	10	15	12	17	14	21	18	22	19
16 ม.ค. 43	82	55	27	58	24	60	22	62	20	60	22
1 ก.พ. 43	85	95	10	95	10	96	11	96	11	96	11
16 ก.พ. 43	91	43	48	45	46	48	43	53	38	57	34
1 มี.ค. 43	63	28	35	30	33	30	33	31	32	31	32
เฉลี่ย			23.4		22.6		22.4		22.6		22.9

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	LR = 0.88		LR = 0.90		LR =0.93		LR = 0.95		LR = 0.98	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	36	8	37	9	36	8	36	8	34	6
1 พ.ย. 42	03	45	42	46	43	45	42	45	42	45	42
16 พ.ย. 42	14	30	16	28	14	27	13	26	12	27	13
1 ธ.ค. 42	79	55	24	54	25	53	26	51	28	53	26
16 ธ.ค. 42	30	53	23	52	22	51	21	50	20	47	17
30 ธ.ค. 42	03	28	25	29	26	30	27	30	27	28	25
16 ม.ค. 43	82	47	35	46	36	45	37	45	37	42	40
1 ก.พ. 43	85	94	9	93	8	93	8	92	7	90	15
16 ก.พ. 43	91	57	34	53	38	49	42	45	46	36	55
1 มี.ค. 43	63	33	30	32	31	30	33	29	34	28	35
เฉลี่ย			24.6		25.2		25.7		26.1		27.4

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-6 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาค่าอัตราการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 9-6 สามารถสรุปได้เป็นตารางที่ 9-7

อัตราการเรียนรู้	Maximum Errors (±)	Averaged Errors (±)
0.75	48	23.4
0.78	46	22.6
0.80	43	22.4
0.83	38	22.6
0.84	36	22.7
0.85	36	22.9
0.88	42	24.6
0.90	43	25.2
0.93	42	25.7
0.95	46	26.1
0.98	55	27.4

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-7 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ต่างๆ กัน

สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 9-7 จะเห็นได้ว่าค่า อัตราการเรียนรู้ ที่เหมาะสม คือ 0.84 เนื่องจาก

- มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น ± 36 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด
- ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 22.7 ซึ่งมีค่าน้อยเป็นอันดับสาม

9.4 การทดลองหาค่าโมเมนตัมที่เหมาะสม

ขั้นตอนการทดลอง

1. สร้างนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีการกำหนดค่าต่างๆ ดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	24 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	15 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

และจะมี Initial weight เหมือนกัน

2. เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก โดยกำหนดค่าโมเมนตัมเป็น 0.33 0.30 0.28 0.25 0.23 0.20 0.18 0.15 0.13 และ 0.10 แล้วเทรนจนถึงงวดของวันที่ 1 ตุลาคม 2542
3. ทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2542 ถึง 1 มีนาคม 2543
4. คิดหาค่าความคลาดเคลื่อน

<u>ผลการทดลอง</u>

ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 9-8

การสรุปจากตารางที่ 9-8 แสดงดังตารางที่ 9-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	Mo = 0.33		Mo = 0.30		Mo = 0.28		Mo = 0.25		Mo = 0.23	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	26	2	24	4	25	3	24	4	26	2
1 พ.ย. 42	03	38	35	35	32	34	31	34	31	34	31
16 พ.ย. 42	14	38	24	32	18	32	18	37	23	37	23
1 ธ.ค. 42	79	49	30	65	14	63	16	54	25	50	29
16 ธ.ค. 42	30	44	14	40	10	42	12	45	15	49	19
30 ธ.ค. 42	03	12	9	12	9	13	10	14	11	15	12
16 ม.ค. 43	82	42	40	46	36	51	31	54	28	53	29
1 ก.พ. 43	85	85	0	86	1	89	4	90	15	91	6
16 ก.พ. 43	91	61	30	60	31	53	38	39	52	43	48
1 มี.ค. 43	63	27	36	27	36	30	33	39	24	33	30
เฉลี่ย			22.0		19.1		19.6		22.8		22.9

งวดประจำวันที่	ค่าจริง	Mo = 0.20		Mo = 0.18		Mo = 0.15		Mo = 0.13		Mo = 0.10	
		ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)	ทำนาย	Errors(±)
16 ต.ค. 42	28	28	0	30	2	34	6	36	8	39	11
1 พ.ย. 42	03	33	30	34	31	37	34	37	34	37	34
16 พ.ย. 42	14	33	19	32	18	31	17	30	16	32	18
1 ธ.ค. 42	79	50	29	50	29	50	29	52	27	55	24
16 ธ.ค. 42	30	50	20	52	22	56	26	55	25	54	24
30 ธ.ค. 42	03	18	15	20	17	22	19	23	20	28	25
16 ม.ค. 43	82	57	25	59	23	62	20	59	23	54	28
1 ก.พ. 43	85	94	9	95	10	96	11	93	10	93	8
16 ก.พ. 43	91	51	40	53	38	54	37	51	40	48	43
1 มี.ค. 43	63	31	32	31	32	32	31	36	27	39	24
เฉลี่ย			21.9		22.2		23.0		23.0		23.9

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-8 แสดงผลที่ทำนายได้และ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลองหาค่า โมเมนตัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนตัม	Maximum Errors (±)	Averaged Errors (±)
0.33	40	22.0
0.30	36	19.1
0.28	38	19.6
0.25	52	22.8
0.23	48	22.9
0.20	40	21.9
0.18	38	22.2
0.16	36	22.7
0.15	37	23.0
0.13	40	23.0
0.10	43	23.9

หมายเหตุ : Errors ในตาราง หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 9-9 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด และ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าโมเมนตัมต่างๆ กัน

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากตารางที่ 9-9 จะเห็นได้ว่าค่าโมเมนตัมที่เหมาะสม คือ 0.30 เนื่องจาก

- มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเป็น ± 36 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด
- ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 19.1 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

9.5 รูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสม

จากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด จะได้รูปแบบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมการทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล ดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	24 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	15 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

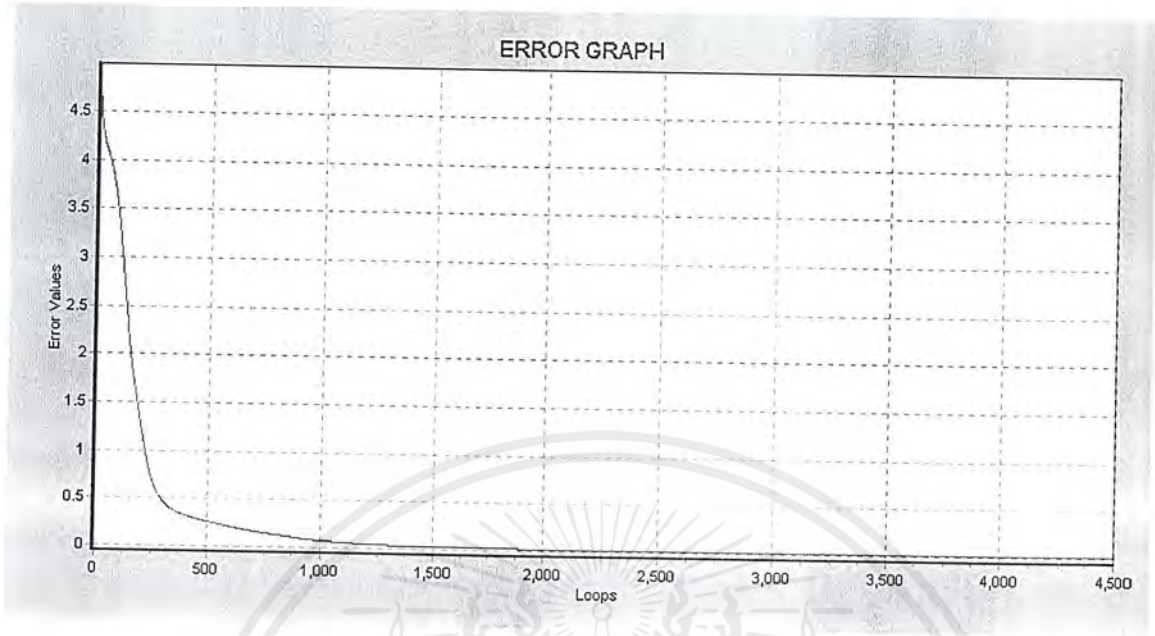
และเมื่อนำไปใช้กับโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้าย 2 ตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล เพื่อทำนายผลสำหรับงวดวันที่ 16 มีนาคม 2543 แล้วปรากฏผล ดังนี้

โปรแกรมทำนาย	17
รางวัลที่ออกจริง	65
ค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm$ 48

9.6 ตัวอย่างกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรน

ในที่นี้ จะแสดงตัวอย่างกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรน ของการทดลองบางการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะการลู่เข้าของค่าความผิดพลาดขณะเทรน ซึ่งการทดลองส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 9-1 และ 9-2 กับ ลักษณะของการแกว่งของค่าความผิดพลาดขณะเทรน ดังแสดงในรูปที่ 9-3 และ 9-4

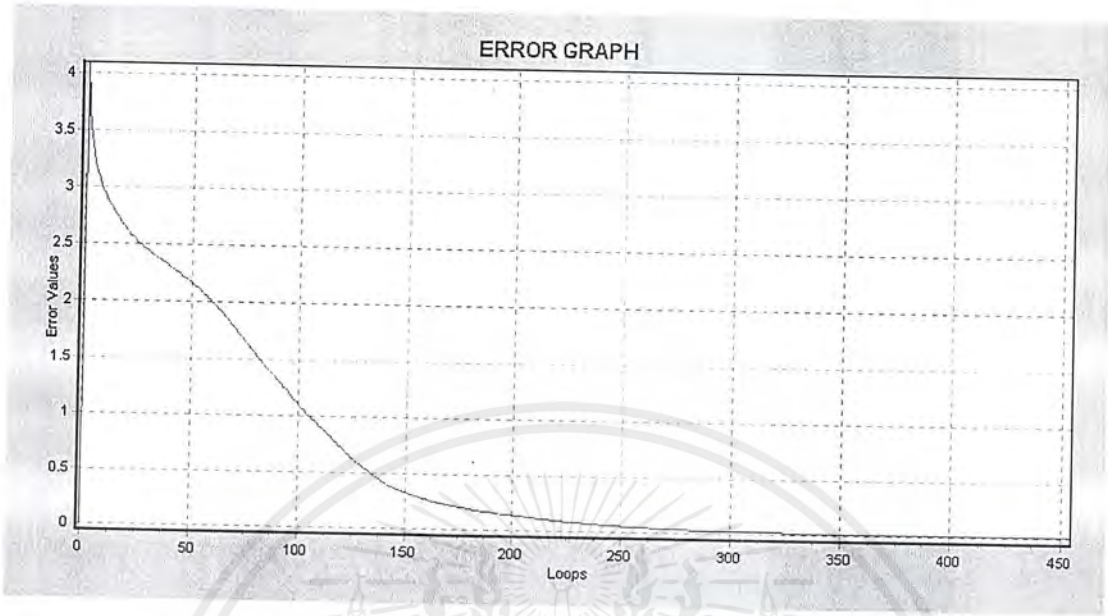
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อินพุทยูนิต	เท่ากับ	12 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	10 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

รูปที่ 9-1 แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะลู่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ

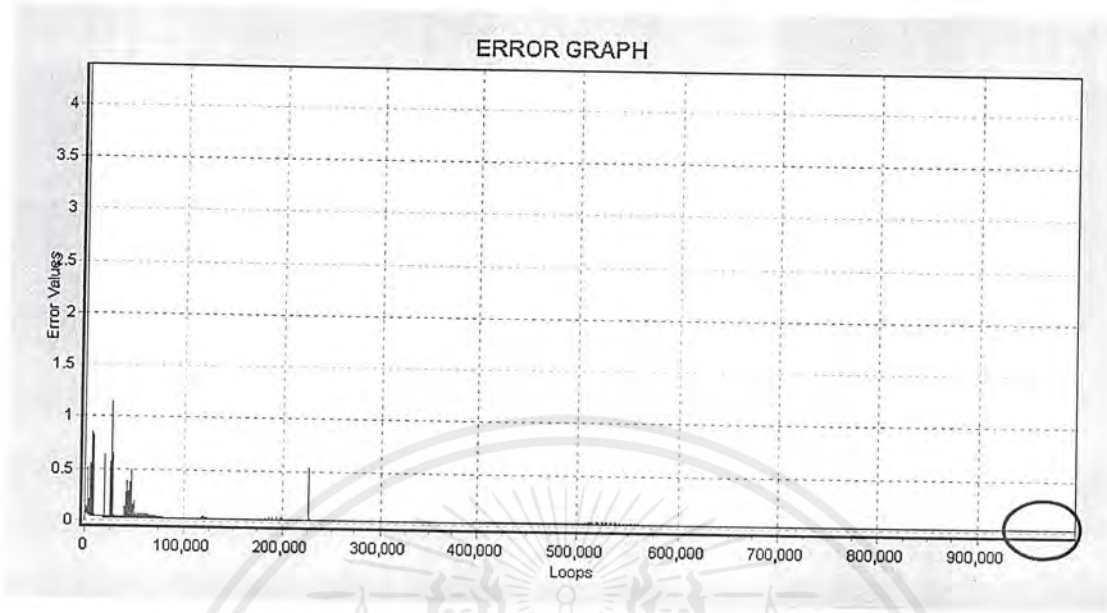
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อินพุทยูนิต	เท่ากับ	24 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	11 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01

รูปที่ 9-2 แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะลู่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ

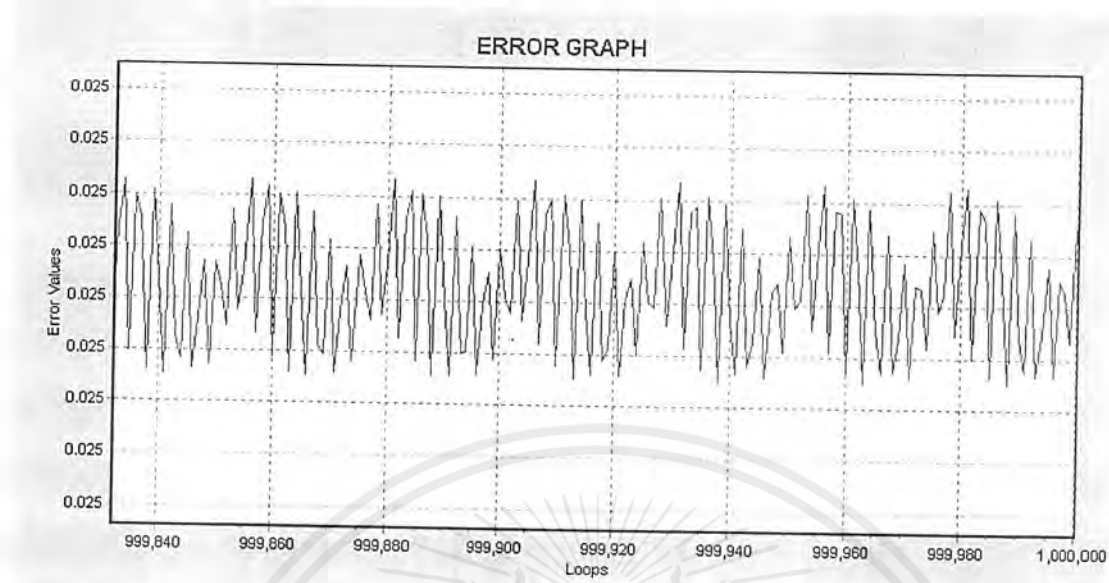
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อินพุทยูนิต	เท่ากับ	18 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	5 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.16
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	1,000,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0.01
เมื่อเทรนเสร็จ ได้ค่าความผิดพลาด	เท่ากับ	0.025111742

รูปที่ 9-3 แสดงกราฟของค่าความผิดพลาดขณะเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ที่มีลักษณะแกว่ง ไม่เข้าค่าความผิดพลาดที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9-4 แสดงกราฟที่ขยายตรงบริเวณปลายเส้นกราฟ (วงกลม) ของกราฟรูปที่ 9-3

9.7 การทดลองเพิ่มเติม

เนื่องจากการทดลองที่ได้กล่าวไปในหัวข้อ 9.1-9.6 นั้น เราได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบความสามารถในการทำนายของโมเดลแต่ละแบบ โดยดูจากความคลาดเคลื่อนสูงสุดและค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นการพิจารณาแต่ค่าความถูกต้องที่ 100 % เท่านั้น (ซึ่งหมายถึงการพิจารณาว่าจะต้องซื้อเท่าไรเพื่อให้ถูกรางวัลทุกครั้ง) และในการทดสอบก็ใช้ชุดทดสอบเพียง 10 กรณี ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อขยายขอบเขตในการพิจารณาออกไปดังนี้คือ

- เปรียบเทียบความสามารถในการทำนายของแต่ละโมเดลโดยพิจารณาจากความถูกต้องที่ระดับ 90 %, 80 %, 70 %, 60 % และ 50%
- เพิ่มชุดทดสอบจาก 10 กรณี เป็น 20 กรณี

อีกเป้าหมายหนึ่งของการทดลองเพิ่มเติมนี้ก็เพื่อทดสอบทฤษฎีในบทที่ 4 ที่กล่าวว่า "ในการกำหนดขนาดของฮิดเดนเลเยอร์นั้นควรเริ่มจากการกำหนดให้ฮิดเดนเลเยอร์มีขนาดเท่ากับอินพุทเลเยอร์ จากนั้นจึงดูผลในชุดทดสอบ ถ้าโมเดลดังกล่าวให้ผลลัพธ์ได้ไม่ดีในชุดทดสอบ (แต่ให้ผลลัพธ์ที่ดีในชุดเทรน) ก็ให้ลดขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ลง"

จากการทดลองที่ได้กล่าวไปในหัวข้อ 9.1-9.6 นั้น พบว่าโมเดลที่มีขนาดอินพุทเลเยอร์เท่ากับ 18 ยูนิตและ 24 ยูนิต เป็นโมเดลที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่เหมาะสมกว่าโมเดลที่มีขนาดของอินพุทเลเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าอื่นๆ ดังนั้นในการทดลองนี้เราจะทำการทดสอบเปลี่ยนแปลงขนาดของฮิดเดนเลเยอร์ของโมเดลทั้งสองรูปแบบดังกล่าว โดยรูปแบบโมเดลที่ได้ทำการทดลองจะมีทั้งหมด 10 รูปแบบดังนี้ คือ

โมเดลที่ 1 : อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 18 ยูนิต
โมเดลที่ 2 : อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต
โมเดลที่ 3 : อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 10 ยูนิต
โมเดลที่ 4 : อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 15 ยูนิต
โมเดลที่ 5 : อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต
โมเดลที่ 6 : อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 30 ยูนิต
โมเดลที่ 7 : อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต
โมเดลที่ 8 : อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต
โมเดลที่ 9 : อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 40 ยูนิต
โมเดลที่ 10 : อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 48 ยูนิต

โดยเราได้กำหนดให้ทุกโมเดลมีค่าต่างๆ ดังนี้

ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์
อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.30
จำนวนรอบของการเทรนที่ต้องการ	เท่ากับ	100,000
ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้	เท่ากับ	0

และทดลองทำนายผลของงวดตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม 2542 จนถึงวันที่ 1 มีนาคม 2543 รวมทั้งหมด 20 งวด

ผลการทดลอง

สำหรับโมเดลที่ 1 และ 2 แสดงดังตารางที่ 9-10
สำหรับโมเดลที่ 3 และ 4 แสดงดังตารางที่ 9-11
สำหรับโมเดลที่ 5 และ 6 แสดงดังตารางที่ 9-12
สำหรับโมเดลที่ 7 และ 8 แสดงดังตารางที่ 9-13
สำหรับโมเดลที่ 9 และ 10 แสดงดังตารางที่ 9-14
สำหรับกราฟแสดงค่าความผิดพลาดขณะเทรนของแต่ละโมเดล แสดงดังรูปที่ 9-5 ถึง 9-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดวันที่	ผลรางวัล	Model 1		Model 2	
		ทายได้	คลาดเคลื่อน	ทายได้	คลาดเคลื่อน
16/5/42	16	98	-82	53	-37
1/6/42	08	81	-73	40	-32
16/6/42	63	62	1	51	12
1/7/42	67	36	31	84	-17
16/7/42	03	19	-16	88	-85
1/8/42	98	21	77	71	27
16/8/42	65	43	22	31	34
1/9/42	33	84	-51	29	4
16/9/42	46	66	-20	07	39
1/10/42	80	49	31	73	7
16/10/42	28	24	4	48	-20
1/11/42	03	72	-69	15	-12
16/11/42	14	92	-78	24	-10
1/12/42	79	85	-6	06	73
16/12/42	30	08	22	52	-22
30/12/42	03	04	-1	69	-66
16/1/43	82	07	75	55	27
1/2/43	85	28	57	65	20
16/2/43	91	12	79	19	72
1/3/43	63	34	29	03	60

หมายเหตุ : โมเดลที่ 1 → อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 18 ยูนิต

โมเดลที่ 2 → อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต

ตารางที่ 9-10 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดวันที่	ผลรางวัล	Model 3		Model 4	
		ทายได้	คลาดเคลื่อน	ทายได้	คลาดเคลื่อน
16/5/42	16	99	-83	78	-62
1/6/42	08	83	-75	77	-69
16/6/42	63	64	-1	61	2
1/7/42	67	37	30	68	-1
16/7/42	03	25	-22	88	-85
1/8/42	98	38	60	10	88
16/8/42	65	01	64	45	20
1/9/42	33	66	-33	37	-4
16/9/42	46	72	-26	62	-16
1/10/42	80	87	-7	90	-10
16/10/42	28	42	-14	16	12
1/11/42	03	28	-25	16	-13
16/11/42	14	58	-44	48	-34
1/12/42	79	94	-15	53	26
16/12/42	30	20	10	71	-41
30/12/42	03	01	2	27	-24
16/1/43	82	03	79	28	54
1/2/43	85	11	74	34	51
16/2/43	91	13	78	30	61
1/3/43	63	59	4	18	45

หมายเหตุ : โมเดลที่ 3 → อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 10 ยูนิต

โมเดลที่ 4 → อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 15 ยูนิต

ตารางที่ 9-11 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 3 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดวันที่	ผลรางวัล	Model 5		Model 6	
		ทายได้	คลาดเคลื่อน	ทายได้	คลาดเคลื่อน
16/5/42	16	80	-64	97	-81
1/6/42	08	27	19	93	-85
16/6/42	63	36	27	37	26
1/7/42	67	56	11	13	54
16/7/42	03	8	-5	20	-17
1/8/42	98	48	50	37	61
16/8/42	65	20	45	02	63
1/9/42	33	81	-48	90	-57
16/9/42	46	63	-17	40	6
1/10/42	80	77	3	51	29
16/10/42	28	88	-60	12	16
1/11/42	03	15	-12	35	-32
16/11/42	14	77	-63	31	-17
1/12/42	79	79	0	37	42
16/12/42	30	24	6	13	17
30/12/42	03	13	-10	10	-7
16/1/43	82	9	73	55	27
1/2/43	85	44	41	07	78
16/2/43	91	17	74	47	44
1/3/43	63	47	16	27	36

หมายเหตุ : โมเดลที่ 5 → อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต

โมเดลที่ 6 → อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 30 ยูนิต

ตารางที่ 9-12 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 5 และ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งวดวันที่	ผลรางวัล	Model 7		Model 8	
		ทายได้	คลาดเคลื่อน	ทายได้	คลาดเคลื่อน
16/5/42	16	92	-76	85	-69
1/6/42	08	90	-82	33	-25
16/6/42	63	33	30	69	-6
1/7/42	67	27	40	75	-8
16/7/42	03	04	-1	93	-90
1/8/42	98	23	75	16	82
16/8/42	65	21	44	30	35
1/9/42	33	38	-5	85	-52
16/9/42	46	66	-20	34	12
1/10/42	80	91	-11	81	-1
16/10/42	28	06	22	29	-1
1/11/42	03	09	-6	36	-33
16/11/42	14	62	-48	49	-35
1/12/42	79	70	9	53	26
16/12/42	30	82	-52	73	-43
30/12/42	03	07	-4	25	-22
16/1/43	82	05	77	66	16
1/2/43	85	56	29	58	27
16/2/43	91	02	89	03	88
1/3/43	63	23	40	01	62

หมายเหตุ : โมเดลที่ 7 → อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต

โมเดลที่ 8 → อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต

ตารางที่ 9-13 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 7 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

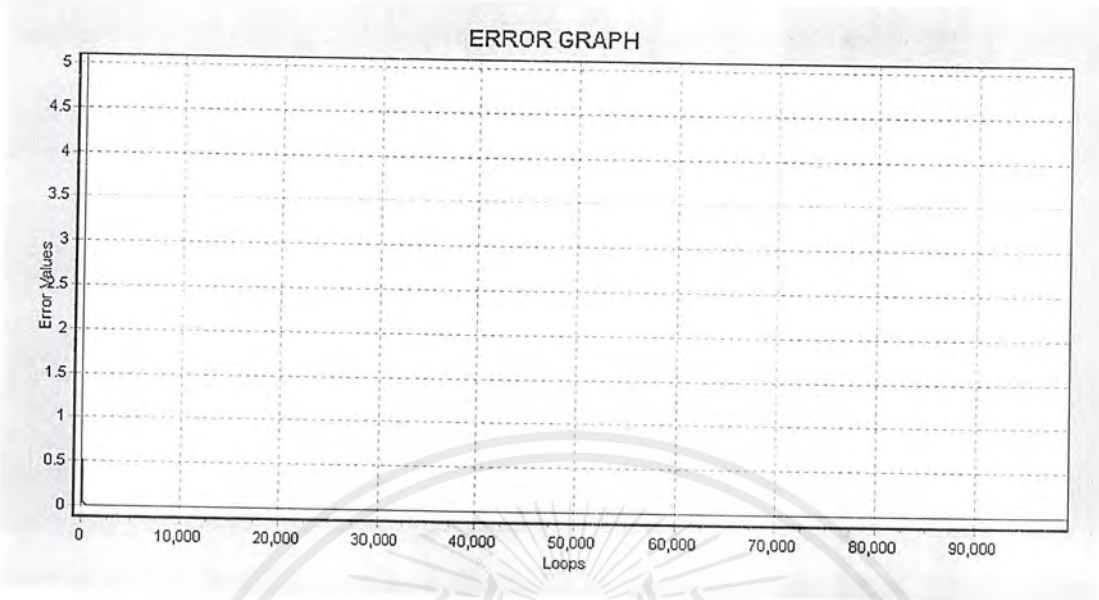
งวดวันที่	ผลรางวัล	Model 9		Model 10	
		ทายได้	คลาดเคลื่อน	ทายได้	คลาดเคลื่อน
16/5/42	16	97	-81	71	-55
1/6/42	08	23	-15	92	-84
16/6/42	63	87	-24	29	34
1/7/42	67	81	-14	73	-6
16/7/42	03	80	-77	51	-48
1/8/42	98	34	64	25	73
16/8/42	65	37	28	81	-16
1/9/42	33	84	-51	24	9
16/9/42	46	57	-11	57	-11
1/10/42	80	89	-9	65	15
16/10/42	28	71	-43	22	6
1/11/42	03	54	-51	71	-68
16/11/42	14	48	-34	38	-24
1/12/42	79	67	12	54	25
16/12/42	30	83	-53	65	-35
30/12/42	03	81	-78	65	-62
16/1/43	82	85	-3	79	3
1/2/43	85	43	42	63	22
16/2/43	91	04	87	13	78
1/3/43	63	23	40	38	25

หมายเหตุ : โมเดลที่ 9 → อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 40 ยูนิต

โมเดลที่ 10 → อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 48 ยูนิต

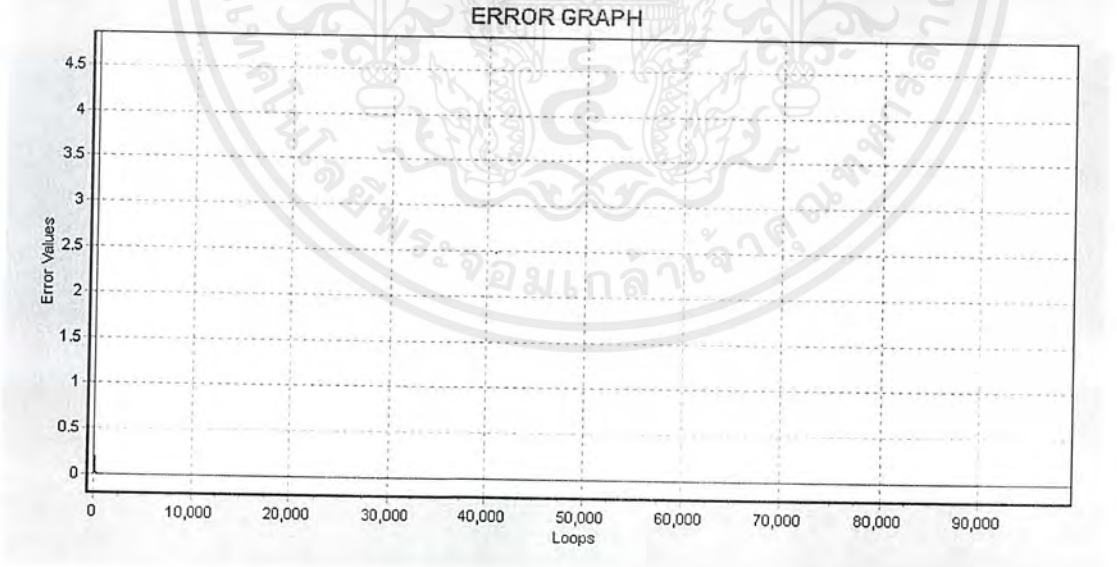
ตารางที่ 9-14 แสดงผลที่ทำนายได้ และ ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลที่ 9 และ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9-5 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 1

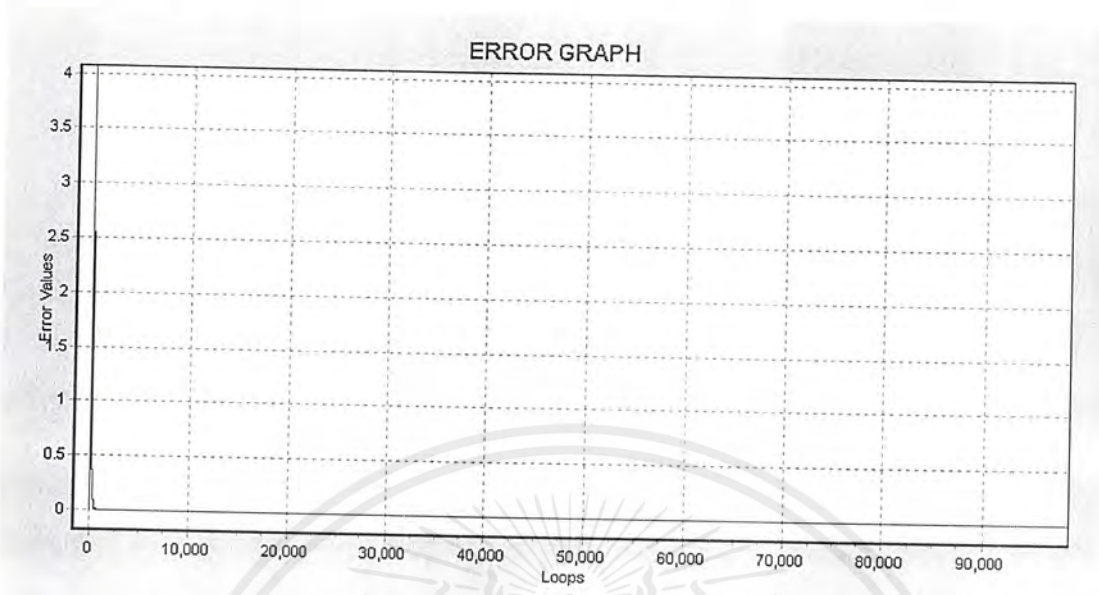
(อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 18 ยูนิต)



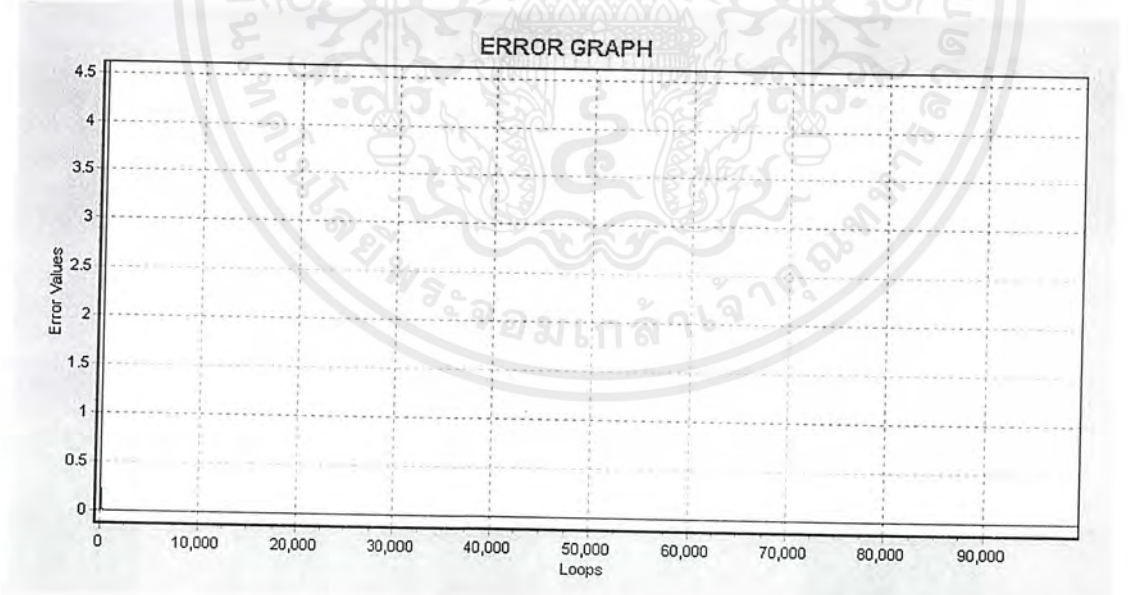
รูปที่ 9-6 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 2

(อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

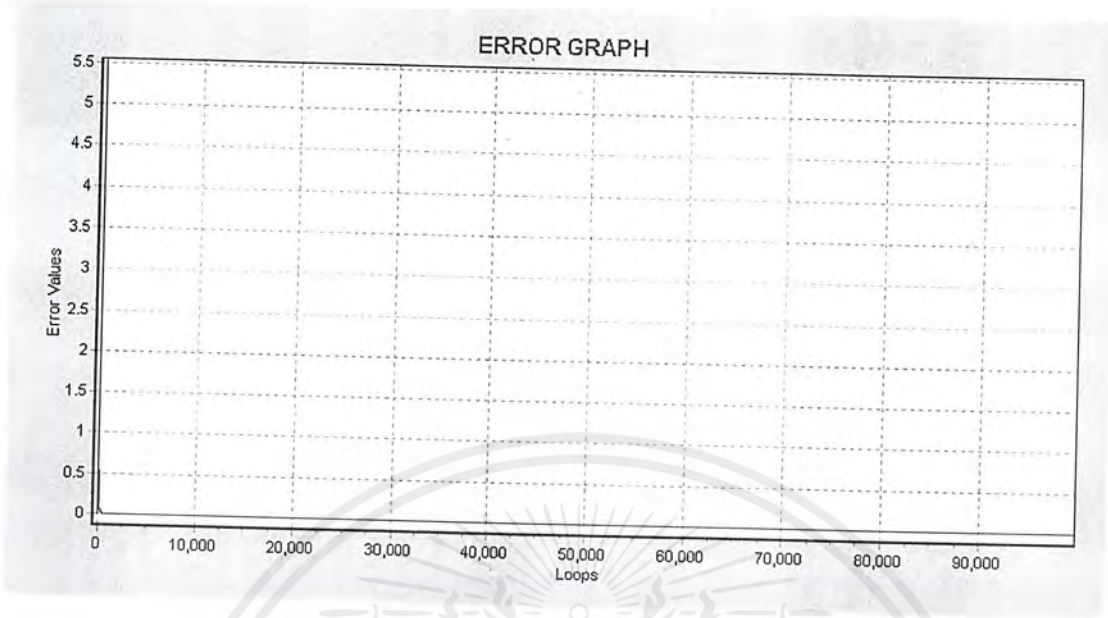


รูปที่ 9-7 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 3
(อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 10 ยูนิต)

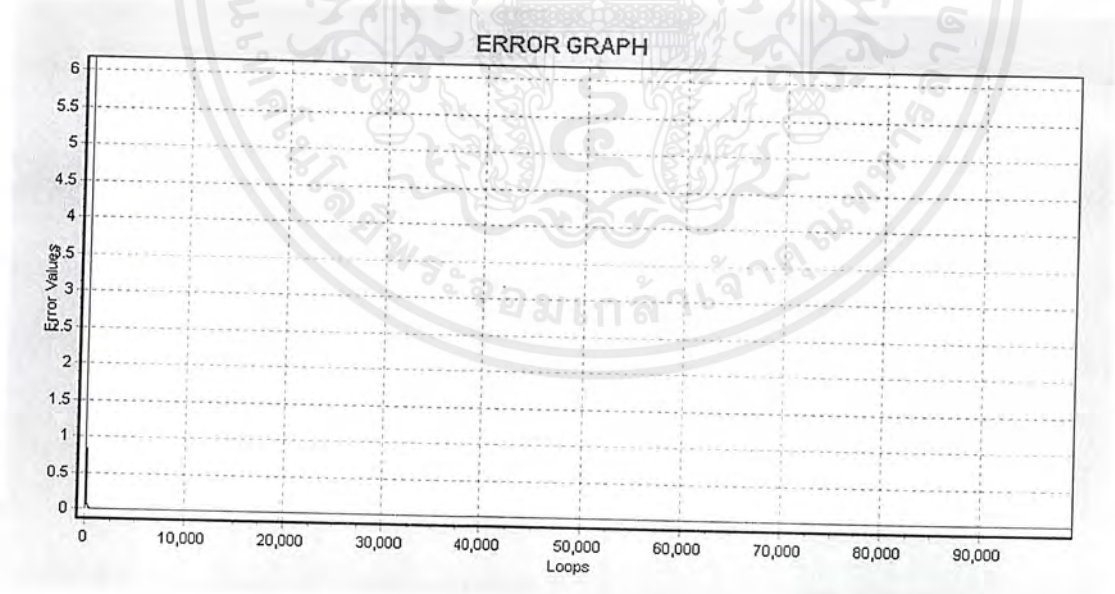


รูปที่ 9-8 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 4
(อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต , ฮิดเดนยูนิต = 15 ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

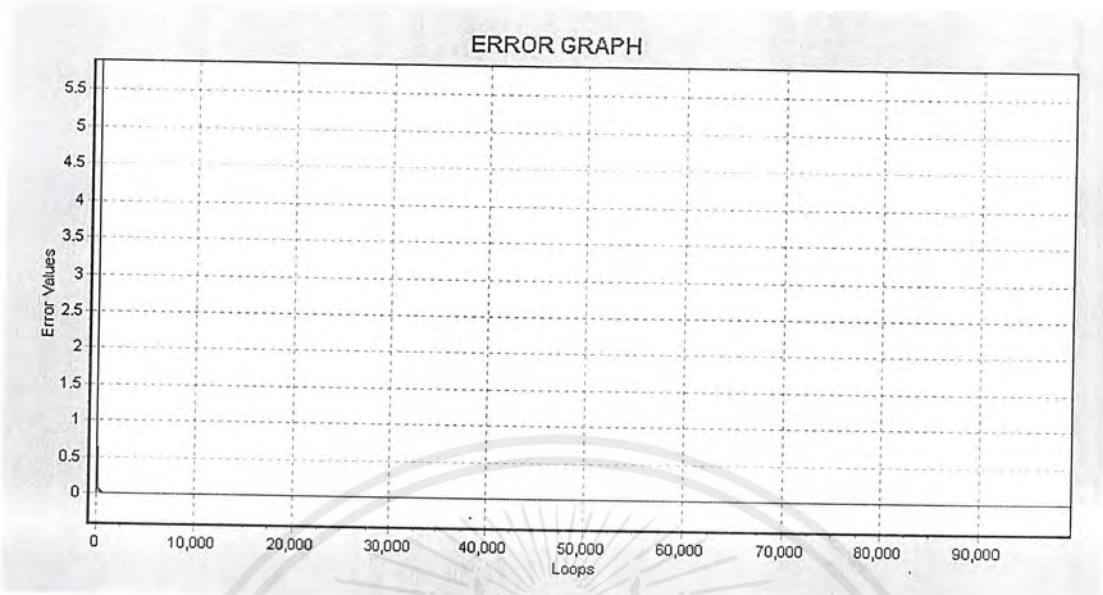


รูปที่ 9-9 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 5
อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 24 ยูนิต

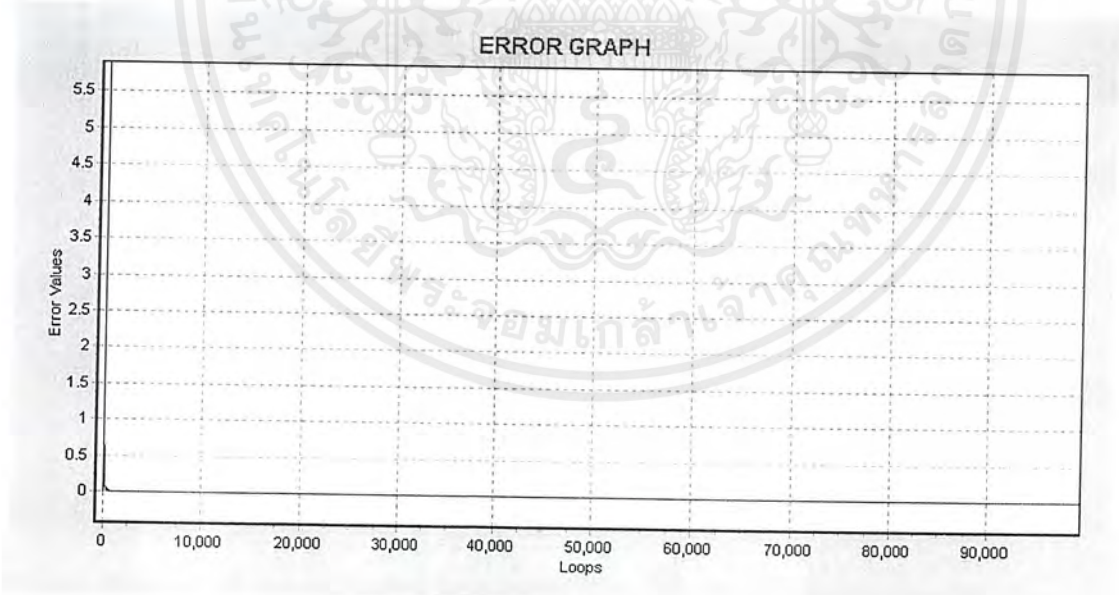


รูปที่ 9-10 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 6
(อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 30 ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



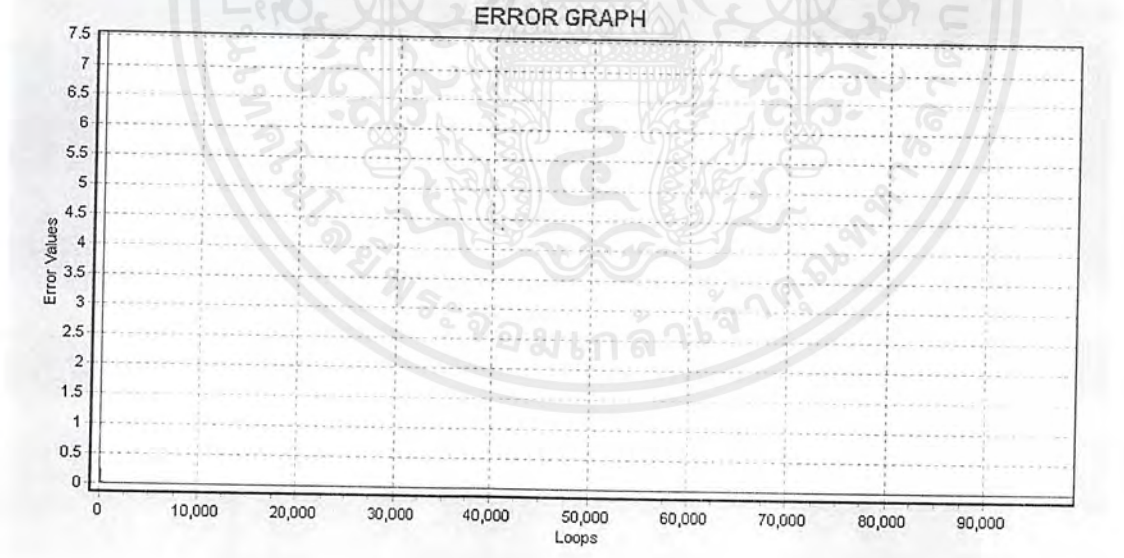
รูปที่ 9-11 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 7
(อินพุทยูนิต = 18 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต)



รูปที่ 9-12 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 8
(อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 36 ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9-13 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 9
(อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 40 ยูนิต)



รูปที่ 9-14 แสดงกราฟค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเทรนโมเดลที่ 10
(อินพุทยูนิต = 24 ยูนิต, ฮิดเดนยูนิต = 48 ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถูกต้องของแต่ละโมเดล แสดงดังตารางที่ 9-15 ซึ่งจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับความถูกต้อง 90 % - 50 % ของแต่ละโมเดล

ความถูกต้อง	โมเดลที่1	โมเดลที่ 2	*โมเดลที่ 3*	โมเดลที่ 4	โมเดลที่5
90 %	± 78	± 72	± 78	± 69	± 64
80 %	± 75	±60	± 74	± 61	± 60
70 %	± 69	± 37	± 60	± 51	± 48
60 %	± 51	± 32	± 33	± 41	± 41
50 %	± 31	± 27	± 26	± 26	± 19

ความถูกต้อง	โมเดลที่ 6	โมเดลที่ 7	โมเดลที่ 8	โมเดลที่ 9	โมเดลที่ 10
90 %	± 78	± 77	± 82	± 78	± 73
80 %	± 61	± 75	± 62	± 64	± 62
70 %	± 54	± 48	± 43	± 51	± 48
60 %	± 42	± 40	± 35	± 43	± 34
50 %	± 32	± 30	± 27	± 40	± 25

ตารางที่ 9-15 สรุปความถูกต้องของแต่ละโมเดล

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากตารางสรุปความถูกต้องของแต่ละโมเดลในตารางที่ 9-15 ปรากฏว่าโมเดลที่ 5 เหมาะสำหรับใช้ในการทำนายผลรางวัล เนื่องจาก

- ค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับความถูกต้อง 90 % มีค่าน้อยที่สุด
- ค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับความถูกต้อง 50 % มีค่าน้อยที่สุด

รูปแบบนิวรอนเน็ตเวิร์กของโมเดลที่ 5 เป็นดังนี้

อินพุทยูนิต	เท่ากับ	18 ยูนิต
ฮิดเดนเลเยอร์	เท่ากับ	1 เลเยอร์
ฮิดเดนยูนิต	เท่ากับ	24 ยูนิต
เอาท์พุทยูนิต	เท่ากับ	1 ยูนิต
ฟังก์ชันทรานสเฟอร์	คือ	ฟังก์ชันซิกมอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเรียนรู้	เท่ากับ	0.84
โมเมนตัม	เท่ากับ	0.30

เมื่อนำไปใช้ทำนายผลรางวัลของงวดประจำวันที่ 16 มีนาคม 2543 และมีความถูกต้องเป็น 50 % ผลปรากฏว่า

ทำนายได้ 83 ±19

นั่นคือ หมายเลขที่เป็นไปได้ ได้แก่ 64 **65** 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 รวม 36 หมายเลข

ผลรางวัลที่ออกจริงคือ 65 ซึ่งอยู่ภายในช่วงที่ได้ทำนายไว้

และเมื่อนำไปใช้ทำนายผลรางวัลของงวดประจำวันที่ 1 เมษายน 2543 และมีความถูกต้องเป็น 50 % ผลปรากฏว่า

ทำนายได้ 52 ±19

นั่นคือ หมายเลขที่เป็นไปได้ ได้แก่ 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 รวม 39 หมายเลข

ผลรางวัลที่ออกจริงคือ 99 ซึ่งไม่ได้อยู่ภายในช่วงที่ได้ทำนายไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10
สรุปและวิจารณ์

10.1 ชิ้นงานที่ได้

- โปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก
- โปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

10.2 ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว

โมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ได้จากการทดลองซึ่งคิดว่าน่าจะเป็นโมเดลที่ดีที่สุดมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ $\pm$ 19 ที่ระดับความถูกต้องเป็น 50 % ซึ่งยังถือว่าเป็นค่าที่สูงอยู่ และเมื่อนำโมเดลดังกล่าวไปใช้ในการทำนาย จะได้ผลการทำนายที่ยังไม่ดีพอที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจลงทุนได้ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

- ข้อมูลที่ใช้ในการเทรน มีน้อยเกินไปทำให้นิวรอนเน็ตเวิร์กได้แพทเทินไม่พอ (ตั้งแต่วันที่ 16 มกราคม 2538 ถึงวันที่ 1 พฤษภาคม 2542 รวม 104 งวด)
- ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเพื่อเลือกโมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสมมีไม่มากพอที่จะใช้ตัดสินได้ (ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม 2542 ถึงวันที่ 1 มีนาคม 2543 รวม 20 งวด)
- ข้อมูลผลรางวัลเลขท้ายสองตัวไม่มีรูปแบบความสัมพันธ์ใดๆ ให้ค้นหา

10.3 อุปสรรคในการดำเนินงาน

ระหว่างการดำเนินงานโครงการ มีอุปสรรค คือ

1. หนังสือที่ให้ค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องดาต้าไมนิ่งและนิวรอนเน็ตเวิร์กมีน้อย ประกอบกับหนังสือเหล่านี้ไม่ได้ให้ความกระจ่างชัดทั้งเรื่องทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานมากนัก ทำให้การออกแบบ การเขียนโปรแกรม และ การทดสอบต่างๆ จึงยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ
2. ความไม่ชำนาญในการใช้ Delphi4 ทำให้ต้องใช้เวลาพอสมควรในการศึกษาวิธีการใช้ และยังทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้ Delphi4 ให้มีประสิทธิภาพ
3. หาข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการเทรนค่อนข้างยาก และ ข้อมูลมีไม่มากพอที่จะใช้ในการเทรนเพื่อให้ได้ผลดีและทำการสรุปได้

10.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

แนวทางการพัฒนาต่อสำหรับโปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้นมาในโครงงานนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พัฒนาโปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก ให้สามารถเปิดโทโปโลยีไฟล์ที่มีอยู่ เพื่อเทรน และ ทดสอบต่อได้
2. พัฒนาโปรแกรมสำหรับสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก กับ โปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล ให้สามารถทำนายผลรางวัลเลขท้ายสามตัวได้

10.5 บทสรุป

แอพพลิเคชันการทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล ไม่เหมาะที่จะนำเอาดาต้าไมนิ่งไปใช้ เนื่องจากผลรางวัลที่ออกจริงนั้นได้มาจากการสุ่ม หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เอาท์พุทไม่ขึ้นอยู่กับอินพุทนั่นเอง

แอพพลิเคชันที่เหมาะสำหรับการนำเอาดาต้าไมนิ่งไปใช้ควรเป็นแอพพลิเคชันที่เอาท์พุทขึ้นอยู่กับอินพุท และ มีแพทเทินอยู่ในชุดข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมที่ทางผู้จัดทำได้สร้างขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้สร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์กเพื่อหาโมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาลด้วยตัวเองได้ ประกอบด้วย 2 โปรแกรม คือ

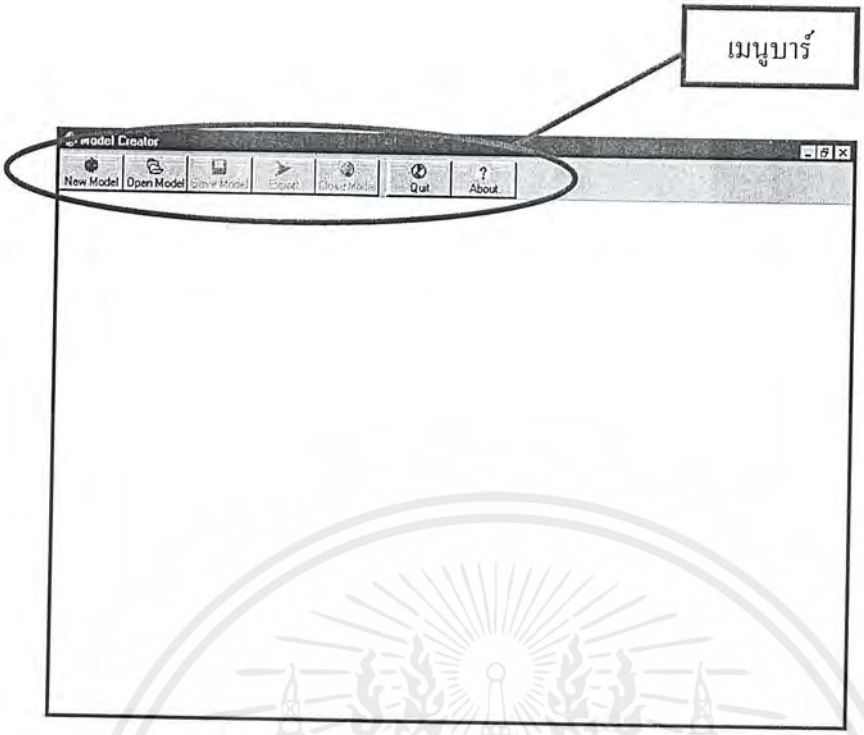
- โปรแกรมสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก
- โปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

1. การใช้งานโปรแกรมสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เมื่อเปิดโปรแกรมสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์กขึ้นมา (คลิกที่ปุ่มเมนู Start -> Programs -> Lottery Prediction -> Model Creation) จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 1 ซึ่งเมนูบาร์จะประกอบด้วยปุ่มต่างๆ ดังนี้

ปุ่ม ' New Model '	สำหรับสร้างโมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กใหม่
ปุ่ม ' Open Model '	สำหรับเปิดไฟล์ข้อมูลของโมเดล ได้แก่ โครงสร้าง ข้อมูลการเทรน และ ข้อมูลการทดสอบของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีอยู่
ปุ่ม ' Save Model '	สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ ของโมเดล ได้แก่ โครงสร้าง ข้อมูลการเทรน และ ข้อมูลการทดสอบของนิวรอนเน็ตเวิร์ก
ปุ่ม ' Export '	สำหรับส่งไฟล์ข้อมูลของโมเดลไปยังโปรแกรมทำนายผลรางวัล
ปุ่ม ' Close Model '	สำหรับปิดโมเดลที่เปิดอยู่
ปุ่ม ' Quit '	สำหรับออกจากโปรแกรม
ปุ่ม ' About '	จะบอกเวอร์ชันของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

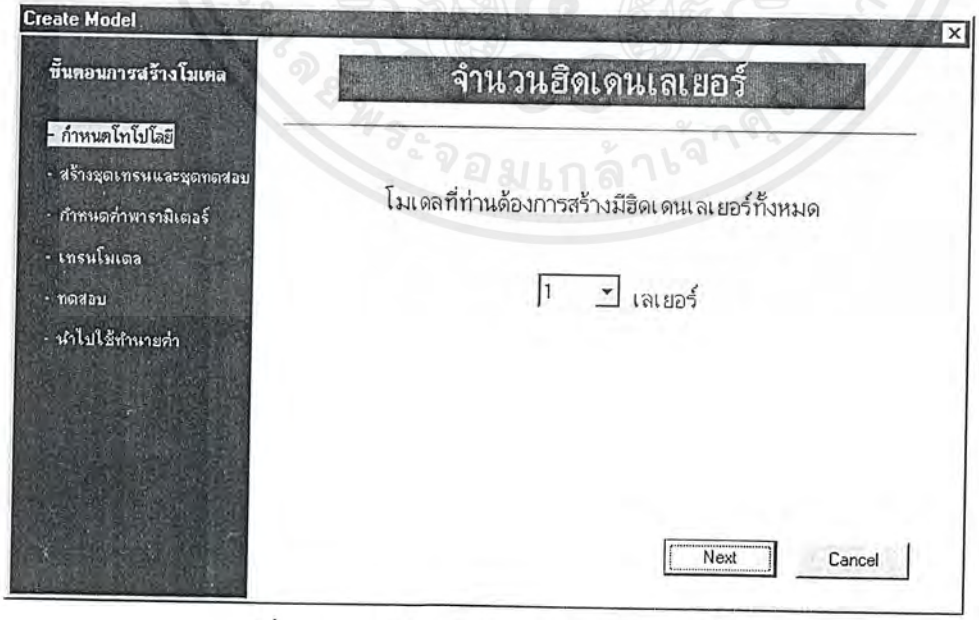


รูปที่ 1 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก

ขั้นตอนการสร้างโมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์ก และ เทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก

1.1 เมื่อต้องการสร้างโมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กใหม่ ให้กดปุ่ม ' New Model ' ที่เมนูบาร์

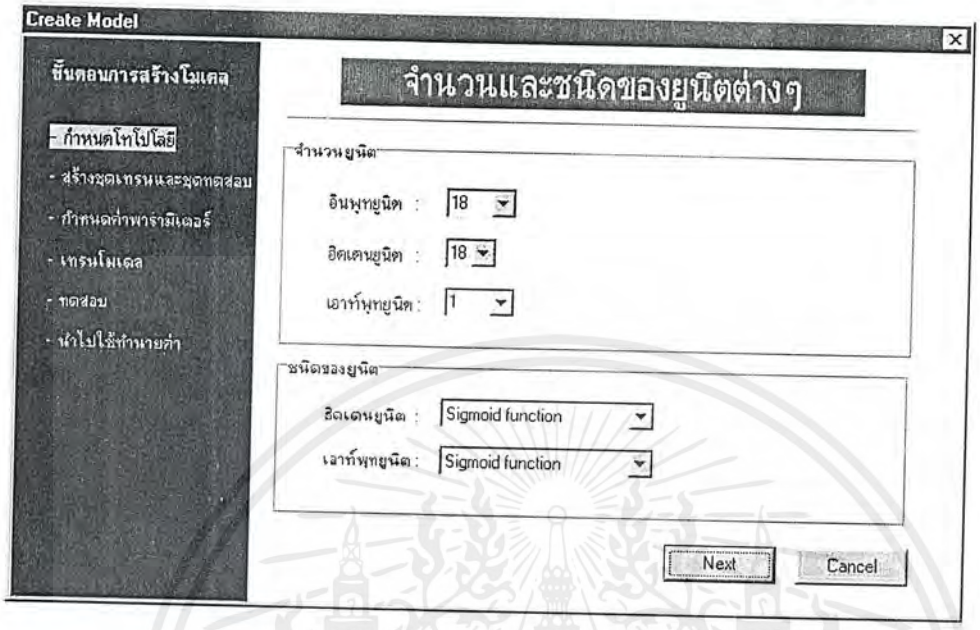
1.2 เมื่อกดปุ่ม ' New Model ' แล้ว จะปรากฏหน้าจอเพื่อรับจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ของโมเดลนิวรอนเน็ตเวิร์กที่ต้องการให้สร้าง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงหน้าจอรับจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ที่ต้องการ

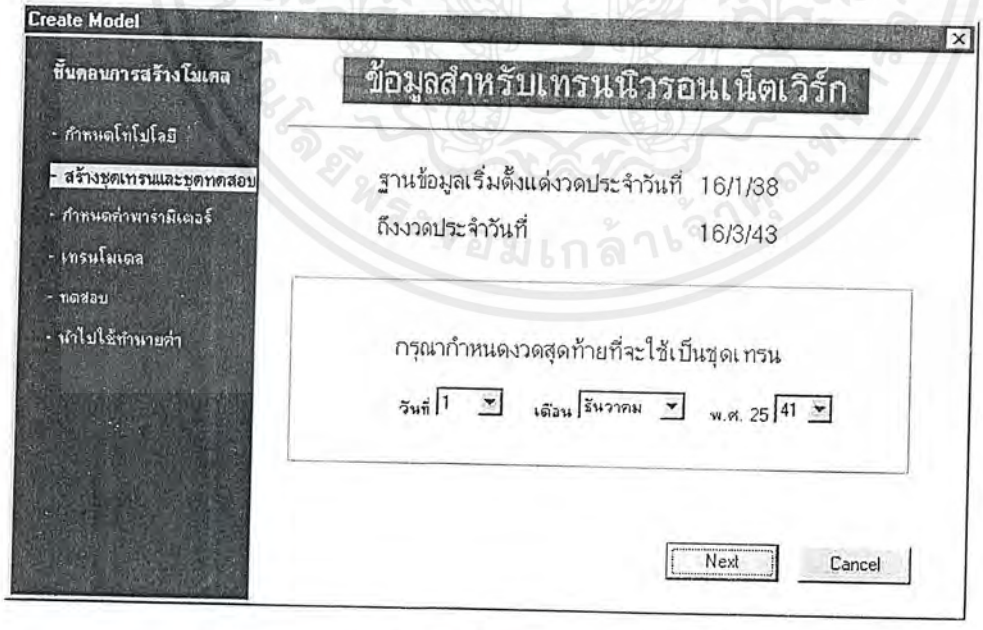
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เมื่อกรอกจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ที่ต้องการแล้ว ให้กดปุ่ม ' Next ' หลังจากนั้น จะปรากฏหน้าจอเพื่อรับจำนวนยูนิตของแต่ละเลเยอร์ และ ชนิดของฟังก์ชันทรานสเฟอร์ที่ใช้ในฮิดเดนยูนิตกับเอาท์พุทยูนิต ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงหน้าจอรับจำนวนยูนิตของแต่ละเยอร์
และ ชนิดของฟังก์ชันทรานสเฟอร์ที่ใช้ในฮิดเดนยูนิตกับเอาท์พุทยูนิต

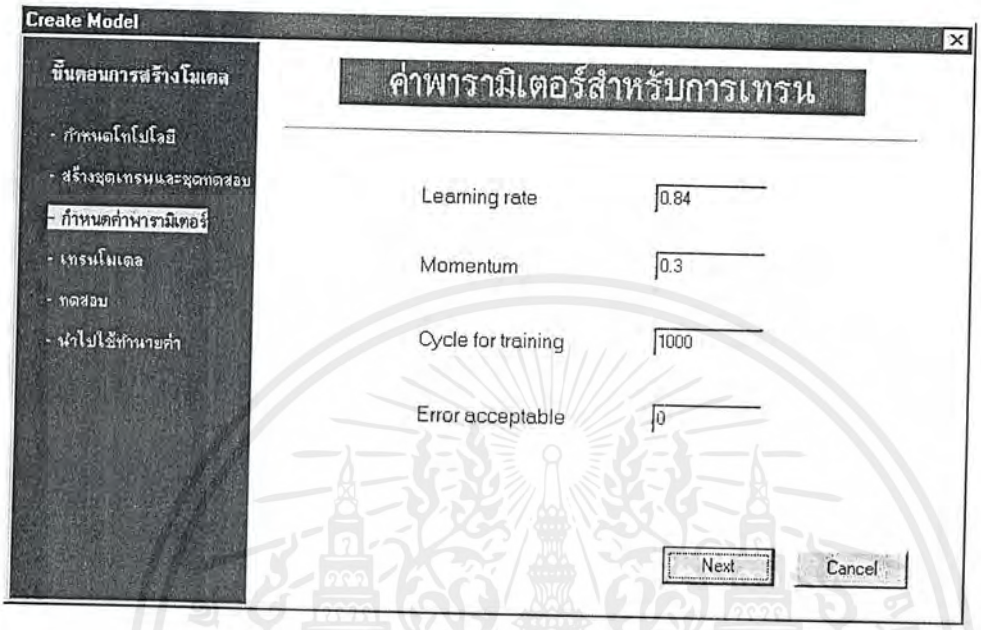
1.4 หลังจากนั้นให้กดปุ่ม ' Next ' ซึ่งจะปรากฏหน้าจอข้อมูลสำหรับเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กเพื่อรับวันที่ของงวดสุดท้ายที่จะใช้เป็นชุดเทรน สำหรับนำวันที่ที่กรอกนี้ไปสร้างชุดเทรนและชุดทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงหน้าจอรับวันที่ของงวดสุดท้ายที่จะใช้เป็นชุดเทรน

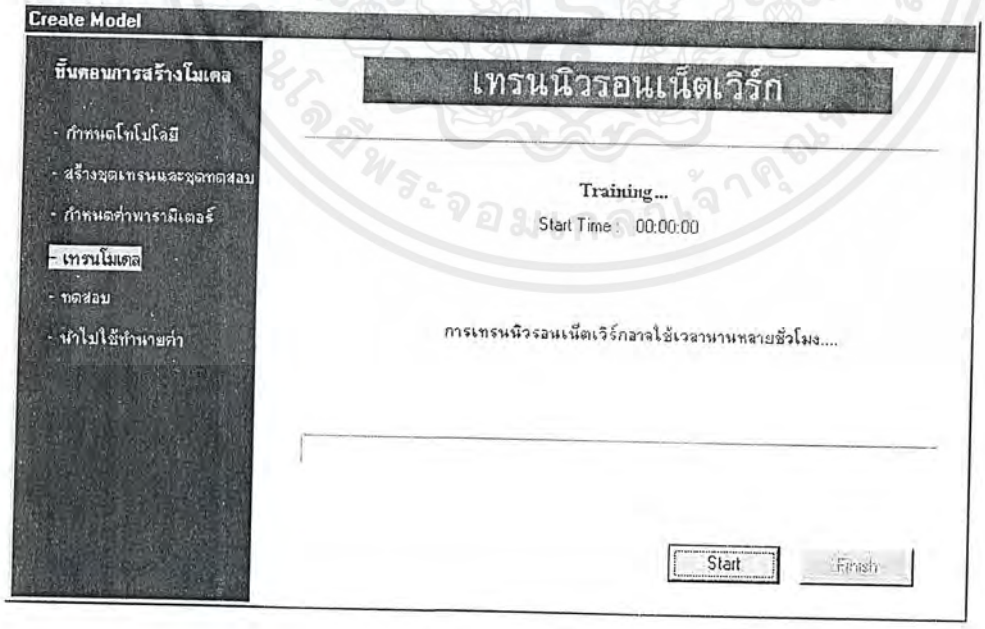
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เมื่อกดปุ่ม ' Next ' แล้วจะปรากฏหน้าจอรับพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการเทรน ดังรูปที่ 5 ซึ่งได้แก่ ค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) ค่าโมเมนตัม (Momentum) จำนวนรอบการเทรนที่ต้องการ (Cycle for training) และ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Error acceptable)



รูปที่ 5 แสดงหน้าจอรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการเทรน

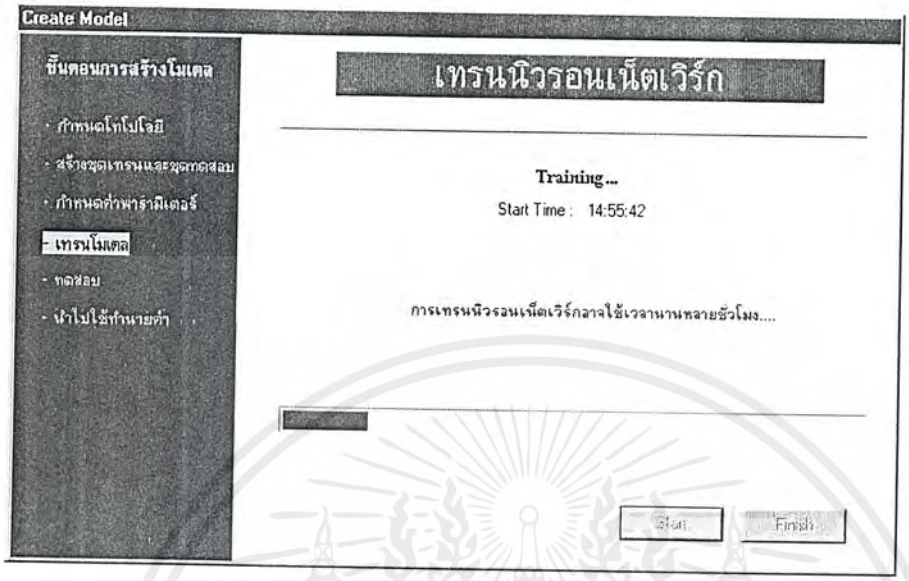
1.6 เมื่อกดปุ่ม ' Next ' จะปรากฏหน้าจอเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

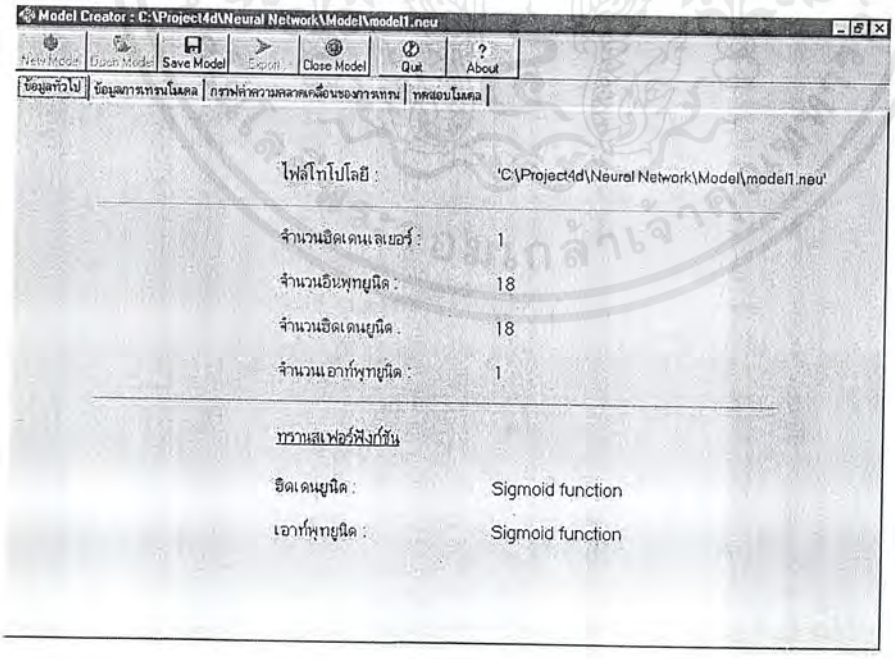
1.7 กดปุ่ม ' Start ' จะเป็นการเริ่มเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กตามโมเดล และ ชุดเทรน ที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก หน้าจอในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมกำลังเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กอยู่



รูปที่ 7 แสดงหน้าจอขณะเทรน

ขั้นตอนการแสดงข้อมูลต่างๆ ของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

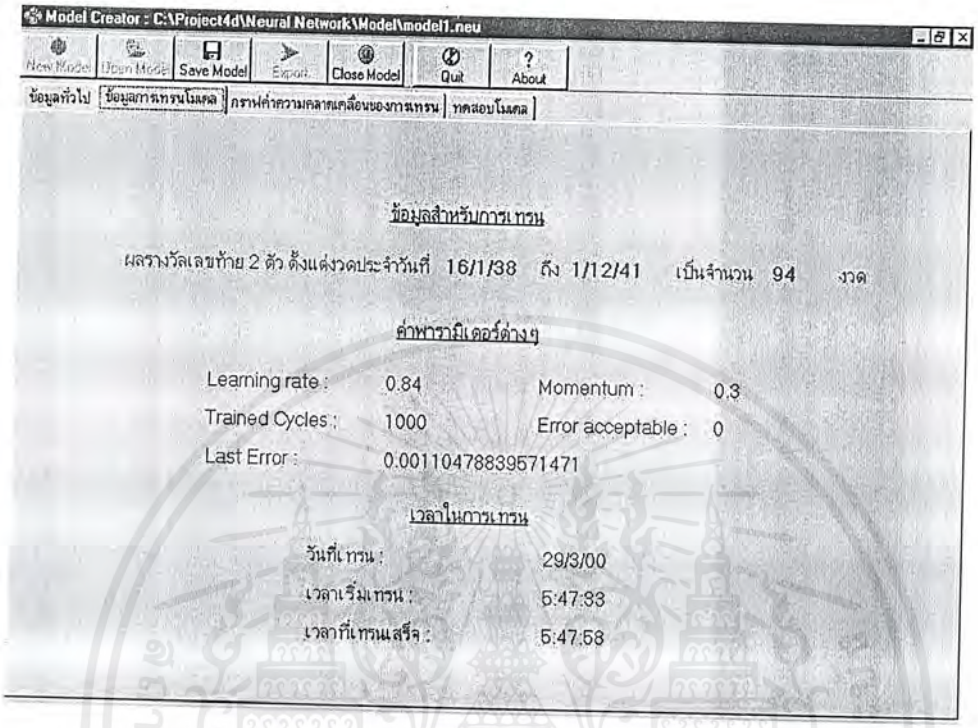
1.8 เมื่อโปรแกรมเทรนนิวรอนเน็ตเวิร์กเสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม ' Finish ' จะปรากฏหน้าจอแสดงข้อมูลทั่วไปของโมเดลนิวรอนเน็ตเวิร์ก ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงหน้าจอแสดงข้อมูลทั่วไปของโมเดลนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9 เมื่อเลือกที่แท็ป " ข้อมูลการเทรนโมเดล " จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 9 ซึ่งจะบอกถึงจำนวนงวดที่ใช้เป็นชุดเทรน ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และ เวลาที่ใช้ในการเทรน



รูปที่ 9 แสดงหน้าจอแสดงข้อมูลการเทรนโมเดล

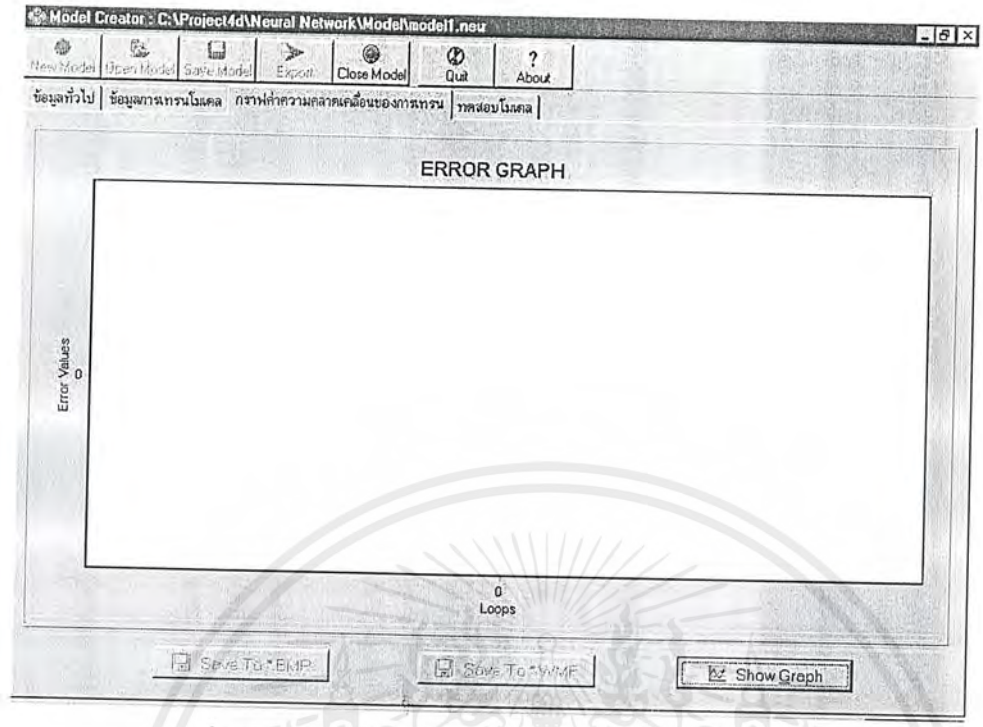
1.10 เมื่อเลือกที่แท็ป " กราฟค่าความคลาดเคลื่อนของการเทรน " จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 10 และเมื่อกดปุ่ม ' Show Graph ' จะปรากฏกราฟค่าความคลาดเคลื่อนของการเทรน ดังแสดงในรูปที่ 11 ซึ่งกราฟนี้สามารถที่จะบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพได้ทั้งไฟล์ *.BMP และ *.WMF โดยกดที่ปุ่ม ' Save To *.BMP ' และ ' Save To *.WMF ' ตามลำดับ

เมื่อต้องการที่ขยายบางส่วนของกราฟ ให้คลิกซ้ายที่เมาส์แล้วลากจากมุมซ้ายบนไปมุมขวาล่างตามกรอบสี่เหลี่ยม เพื่อให้เกิดกรอบสี่เหลี่ยมล้อมบริเวณที่ต้องการขยาย แล้วปล่อย

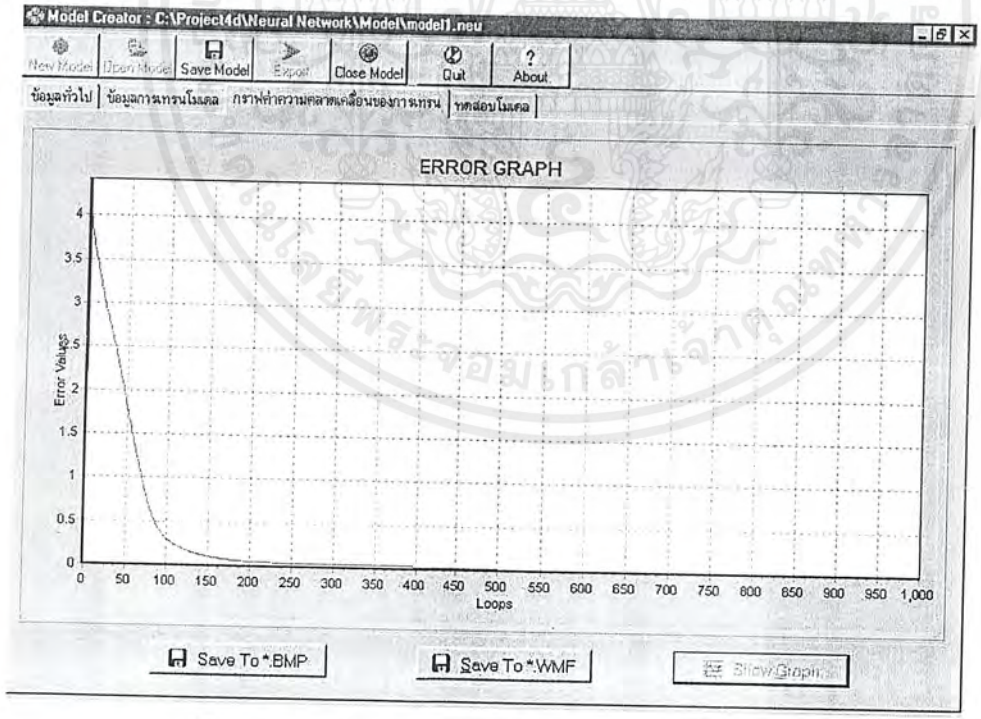
เมื่อต้องการทำให้กราฟที่ขยายแล้วกลับเข้าสู่สภาพเดิม ให้คลิกซ้ายที่เมาส์แล้วลากจากมุมขวาล่างไปมุมซ้ายบนตามกรอบสี่เหลี่ยม เพื่อให้เกิดกรอบสี่เหลี่ยม แล้วปล่อย ซึ่งในกรณีนี้ จะทำที่ส่วนไหนของกราฟก็ได้ทั้งนั้น

เมื่อต้องการที่จะเลื่อนดูส่วนต่างๆ ของกราฟ ให้คลิกขวาที่เมาส์แล้วลากจนถึงส่วนที่ต้องการดู แล้วปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงหน้าจอแสดงกราฟค่าความคลาดเคลื่อนของการเทรน ก่อนกดปุ่ม ' Show Grap '

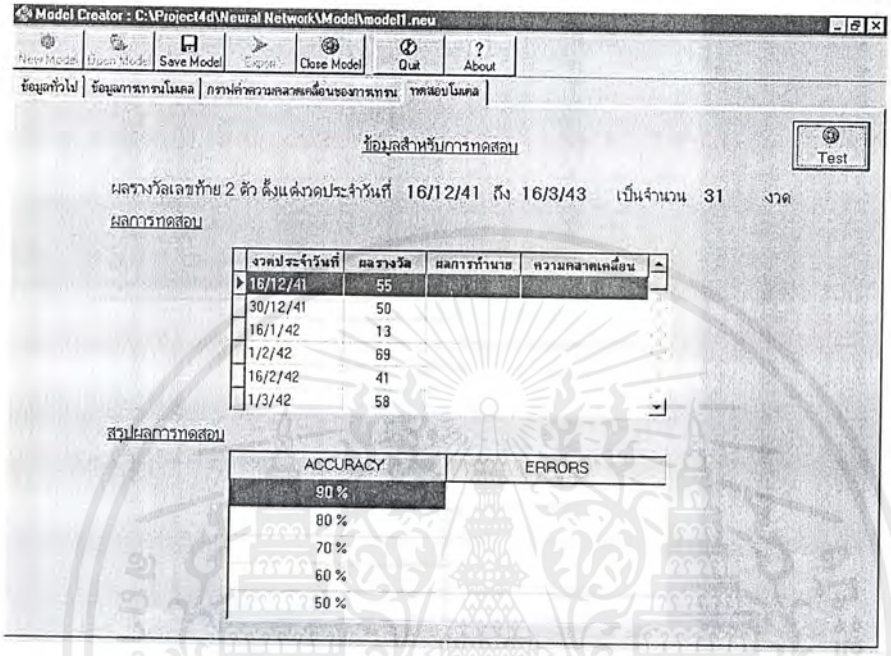


รูปที่ 11 แสดงหน้าจอแสดงกราฟค่าความคลาดเคลื่อนของการเทรน หลังกดปุ่ม ' Show Graph '

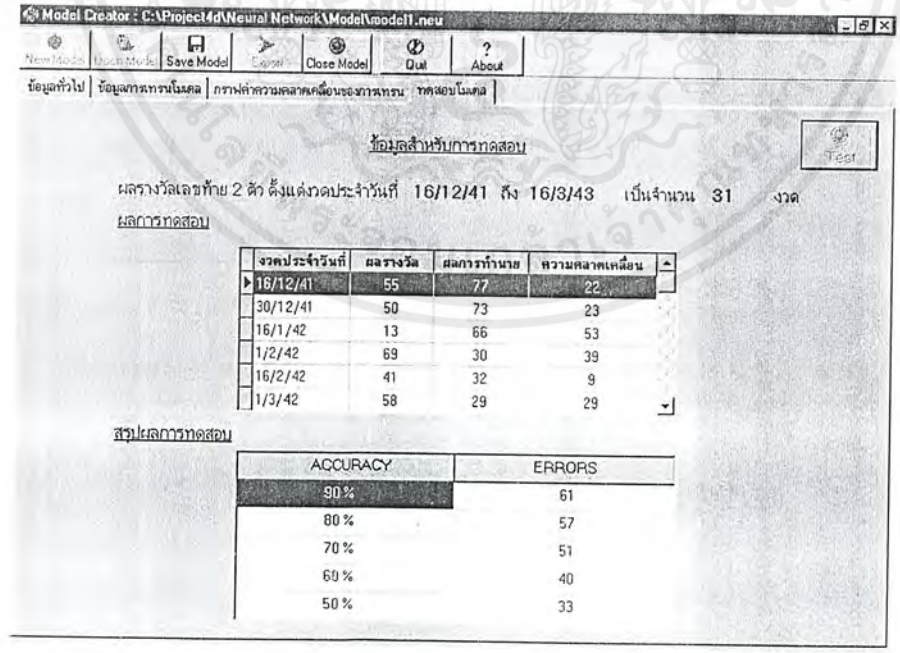
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก

1.11 ถ้าหากต้องการทดสอบโมเดล ให้เลือกแท็ป " ทดสอบโมเดล " แล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 12 ต่อจากนั้นให้กดปุ่ม ' Test ' จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 แสดงหน้าจอทดสอบโมเดลก่อนกดปุ่ม ' Test '



รูปที่ 13 แสดงหน้าจอทดสอบโมเดลหลังกดปุ่ม ' Test '

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.12 ถ้าหากต้องการที่จะบันทึกโมเดลนี้ ให้กดปุ่ม ' Save Model ' ที่เมนูบาร์

1.13 ถ้าหากต้องการนำโมเดลนี้ไปใช้ในโปรแกรมทำนายผลรางวัล ให้กดปุ่ม ' Export ' ที่เมนูบาร์

ขั้นตอนการออกจากโปรแกรมสร้าง เทรน และ ทดสอบนิวรอนเน็ตเวิร์ก

1.14 ถ้าหากต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม ' Close Model ' ที่เมนูบาร์ก่อน แล้วกดปุ่ม ' Quit ' ที่เมนูบาร์ สำหรับการสร้างโมเดลใหม่โดยที่ไม่ต้องการจะออกจากโปรแกรมนั้น ต้องปิดโมเดลที่กำลังเปิดอยู่ก่อน

2. การใช้งานโปรแกรมทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของสลากกินแบ่งรัฐบาล

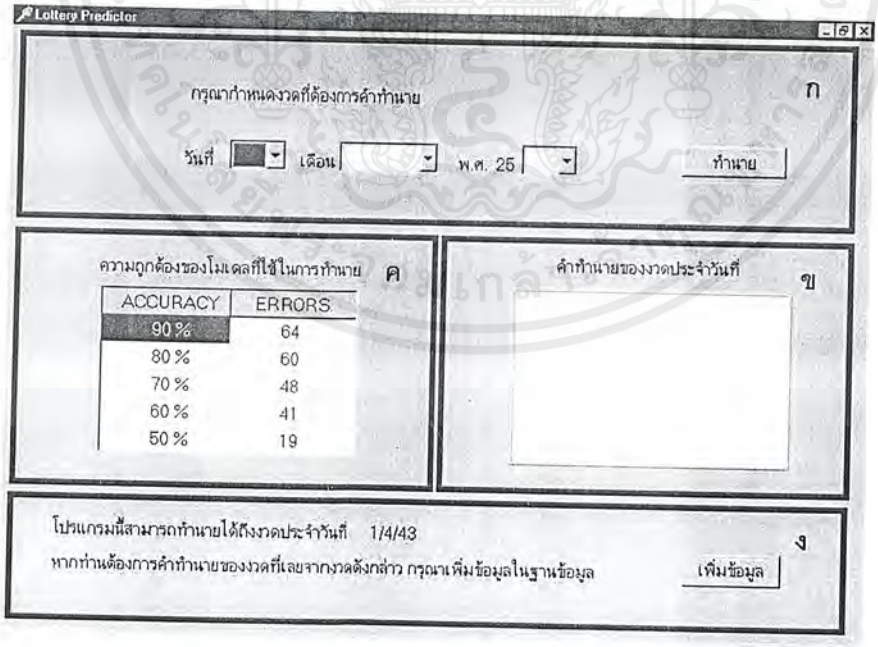
เมื่อเปิดโปรแกรมทำนายผลรางวัลขึ้นมา (คลิกที่ปุ่มเมนู Start -> Programs -> Lottery Prediction -> Predict) จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 14 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ก. ส่วนรับวันที่ของงวดที่ต้องการให้ทำนาย
ปุ่ม " ทำนาย " สำหรับการให้ทำนายผลรางวัลตามวันที่ที่กรอก

ข. ส่วนแสดงผลการทำนายที่ได้

ค. ส่วนแสดงความถูกต้องของโมเดลที่ใช้ในการทำนาย ซึ่งจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 50 % - 90 % ของโมเดล

ง. ส่วนแสดงข้อมูลผลรางวัลที่มีอยู่ในขณะนี้
ปุ่ม " เพิ่มข้อมูล " สำหรับการเพิ่มข้อมูลผลรางวัลลงไปในฐานข้อมูลของข้อมูลผลรางวัล

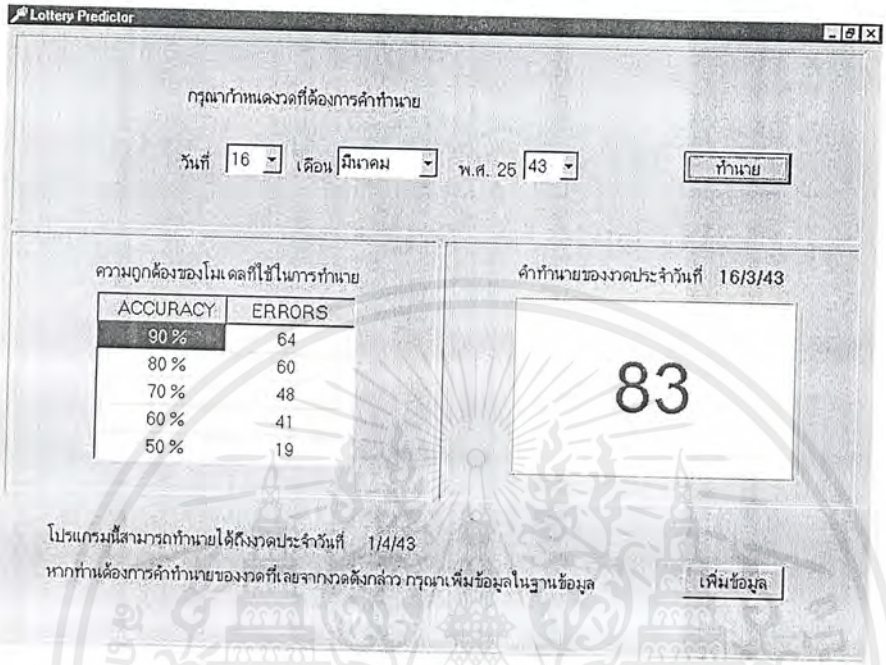


รูปที่ 14 แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรมทำนายผลรางวัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมทำนายผลรางวัลในการทำนายผลรางวัลเลขท้ายสองตัว

2.1 ให้กรอกวันที่ของงวดที่ต้องการให้ทำนายในส่วน ก. แล้วกดปุ่ม " ทำนาย " หลังจากนั้นจะปรากฏผลการทำนายประจำวันที่ที่ต้องการ และ ความถูกต้องของโมเดลที่ใช้ในการทำนาย ดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม " ทำนาย "

2.2 หากต้องการให้โปรแกรมทำนายผลรางวัลของงวดอื่น ให้ทำขั้นตอนที่ 2.1 ใหม่อีกครั้ง ซึ่งสามารถทำได้โดยไม่ต้องปิดและเปิดโปรแกรมก่อน

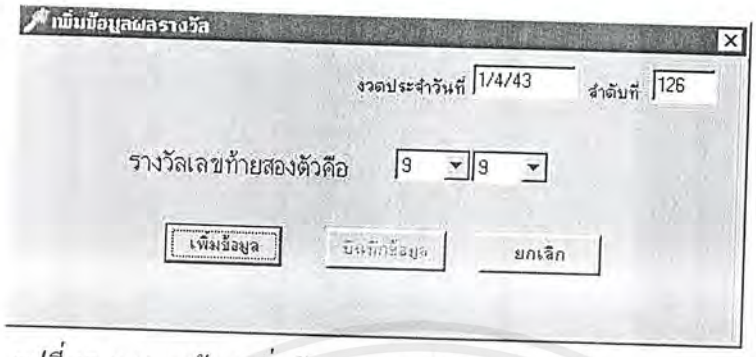
ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลผลรางวัลลงไปในฐานข้อมูล

2.3 หากต้องการเพิ่มข้อมูลผลรางวัลลงไปในฐานข้อมูล ให้กดปุ่ม " เพิ่มข้อมูล " จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 16

รูปที่ 16 แสดงหน้าจอเพิ่มข้อมูลผลรางวัล หน้าจอแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กรอกข้อมูลผลรางวัลเลขท้ายสองตัวของงวดประจำวันที่ที่แสดงอยู่ด้านบน ลงไปในช่องว่างสำหรับกรอกรางวัลเลขท้ายสองตัว ในรูปที่ 16 แล้วกดปุ่ม " บันทึกข้อมูล " หลังจากนั้น จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แสดงหน้าจอเพิ่มข้อมูลผลรางวัลหลังจากกดปุ่ม " บันทึกข้อมูล "

2.5 หากต้องการเพิ่มผลรางวัลของงวดประจำวันที่ต่อไปตามที่แสดงอยู่ด้านบน ในรูปที่ 16 ให้กดปุ่ม " เพิ่มข้อมูล " ซึ่งจะเป็นการเคลียร์ในส่วนที่รับรางวัลเลขท้ายสองตัว เพื่อเตรียมรับข้อมูลผลรางวัลเลขท้ายสองตัวต่อไป

2.6 หากต้องการออกจากหน้าจอเพิ่มข้อมูลผลรางวัล ให้กดปุ่ม " ยกเลิก "

ขั้นตอนการออกจากโปรแกรมทำนายผลรางวัล

2.7 หากต้องการออกจากโปรแกรมทำนายผลรางวัล ให้กดปุ่ม Close หน้าจอตรงด้านบนขวาสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
รูปแบบของไฟล์อินพุทและเอาท์พุท

อินพุทและเอาท์พุทของโปรแกรมสำหรับเทรนแบ็คพรอพาเกชันนิวรอนเน็ตเวิร์กจะเป็นเท็กซ์ไฟล์ โดยจะแบ่งเป็นไฟล์ 3 ประเภท ดังนี้คือ

- อินพุทไฟล์ : เป็นไฟล์ที่เก็บข้อมูลอินพุทที่จะป้อนให้กับนิวรอนเน็ตเวิร์ก ตัวอย่างของอินพุทไฟล์สำหรับนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีอินพุทยูนิต 5 ยูนิต แสดงไว้ในรูปที่ 1

0.11	-0.1	0.2	0.54	0.72	n แพทเทิน
0.21	0.33	-0.15	0.16	0.32	
0.98	-0.5	0.1	0.44	0.22	
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	

รูปที่ 1 แสดงอินพุทไฟล์สำหรับนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีอินพุทยูนิต 5 ยูนิต

- ทาร์เก็ตไฟล์ : เป็นไฟล์ที่เก็บค่าเอาท์พุทที่ถูกต้องของอินพุทแต่ละแพทเทิร์น ตัวอย่างของ ทาร์เก็ตไฟล์สำหรับนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีเอาท์พุทยูนิต 2 ยูนิต สำหรับอินพุทไฟล์ข้างบน แสดงในรูปที่ 2

0.87	0.12
0.22	0.10
0.11	-0.8
...	...
...	...

n แพทเทิน

รูปที่ 2 แสดงทาร์เก็ตไฟล์สำหรับนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีเอาท์พุทยูนิต 2 ยูนิต

- เอาท์พุทไฟล์ หรือ โทโปโลยีไฟล์ : เป็นไฟล์ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับโทโปโลยีของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่เทรนเสร็จเรียบร้อยแล้ว รูปแบบของเอาท์พุทไฟล์ที่ได้จากการเทรน แสดงในรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนฮิดเดนเลเยอร์ (n)	
จำนวนยูนิตในอินพุทเลเยอร์	
จำนวนยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 1	ประเภทของยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์
จำนวนยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 2	
...	
จำนวนยูนิตในฮิดเดนเลเยอร์ที่ n	
จำนวนยูนิตในเอาท์พุทเลเยอร์	ประเภทของยูนิตในเอาท์พุทเลเยอร์
ค่าอัตราการเรียนรู้	
ค่าโมเมนตัม	
ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 1 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 1 * ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 2 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 1 ... ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 1 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 2 ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 2 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 2 ... ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 1 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ n ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 2 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ n ... ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตสุดท้าย ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ n ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 1 ในเอาท์พุทเลเยอร์ ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตที่ 2 ในเอาท์พุทเลเยอร์ ... ชุดค่าถ่วงน้ำหนักของยูนิตสุดท้าย ในเอาท์พุทเลเยอร์	
จำนวนงวดที่ทดสอบ	
' Tested ' **	
ค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับความถูกต้อง 90% - 50%	
ผลทำนายของวันที่ที่ทดสอบ	
ค่าความคลาดเคลื่อนของวันที่ที่ทดสอบ	
วันที่เริ่มนำมาทดสอบ	
วันสุดท้ายที่นำมาทดสอบ	
จำนวนงวดที่นำมาเทรน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่เริ่มนำมาเทรน
วันสุดท้ายที่นำมาเทรน
จำนวนรอบการเทรนที่ต้องการ
ค่าความผิดพลาดที่ต้องการ
ค่าความผิดพลาดสุดท้ายที่ได้จากการเทรน
วันที่เทรน
เวลาที่เริ่มเทรน
เวลาที่หยุดเทรน

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่าถ่วงน้ำหนักของคอนเนกชันจากทุกยูนิตในเลเยอร์ที่ต่ำกว่า (อินพุทเลเยอร์) ไป ยูนิตที่ 1 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 1 ซึ่งจะรวมค่าไบอัสของยูนิตที่ 1 ในฮิดเดนเลเยอร์ที่ 1 ด้วย

** หมายความว่า โมเดลของนิวรอนเน็ตเวิร์กได้ผ่านการทดสอบแล้ว

รูปที่ 3 แสดงรูปแบบของเอาท์พุทไฟล์ที่ได้จากการเทรน

ตัวอย่างของเอาท์พุทไฟล์ของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีฮิดเดนเลเยอร์เท่ากับ 1 เลเยอร์ อินพุทยูนิตเท่ากับ 3 ยูนิต ฮิดเดนยูนิตเท่ากับ 4 ยูนิต และ เอาท์พุทยูนิตเท่ากับ 2 ยูนิต แสดงในรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 1
 3
 4  0*
 2  1**
  0.900
  0.200
  0.08340  0.17715 -0.08250  0.04840
  0.21913  0.02288 -0.06000  0.03538
  0.14265  0.23015  0.02875  0.21140
 -0.00211  0.17164 -0.04625  0.20039
  1.04964  0.61197  0.46038  0.58843  0.49979
 -0.98384 -0.52856 -0.54497 -0.67252 -0.50967
 21
 Tested
 64 60 48 41 19
 80 27 36 56 8 48 20 81 63 77 88 15 77 79 24 13 9 44 17 47 83
 64 19 27 11 5 50 45 48 17 3 60 12 63 0 6 10 73 41 74 16 18
 16/5/42
 16/3/43
 104
 16/1/38
 2/5/42
 100000
 0.00
 0.000001346
 22/3/00
 5:07:53
 5:08:05
```

หมายเหตุ : ค่าถ่วงน้ำหนักในคอลัมน์แรกของแต่ละแถว คือค่าไบอัสของแต่ละยูนิต

* หมายถึง ฟังก์ชันซิกมอยด์

** หมายถึง ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของเอาท์พุทไฟล์ของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Berry, Michael J.A. & Linoff, Gordon. 1997. Data Mining Techniques : for Marketing, Sales, and Customer Support. John Wiley & Sons, Inc.

[2] Fausett, Laurene. Fundamentals of Neural Networks : Architecture, Algorithms, And Applications. Prentice Hall International, Inc.

[3] Gallant, Stephen I. Neural Network Learning and Expert Systems : The MIT Press, London, 1993.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้