

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การทำนายโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Forecasting Using Neural Network

โดย

นาย รติวัฒน์ ปารีศรี

รหัส 41067014



H001831

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. อาริต ธรรมโน

วัน เดือน ปี.....	15 ส.ค. 2550
เลขทะเบียน.....	01831
เลขเรียกหนังสือ.....	อพ 7136ก 2544
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."	

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อหัวข้อ	การทำนายข้อมูลโดยการใช้ทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นายรติวัฒน์ ปารีศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. อาริต ธรรมโน
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

การทำนายข้อมูลในอดีตนั้น ถ้าใช้หลักการทำนายข้อมูลทางสถิติ ที่มีสูตรหรือหลักการในการวิเคราะห์ข้อมูล จากสูตรต่างๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่เกิดขึ้น เพราะในการทำนายข้อมูลนั้นแต่ละรูปแบบมีลักษณะความเหมาะสมไม่เหมือนกัน ไม่สามารถใช้หลักการเดียวกับเหตุการณ์ที่ต่างกันได้ ในโครงการนี้จึงได้ใช้หลักทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาช่วยในการทำนายเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด โดยปรับเปลี่ยนฟังก์ชันของชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์ ในแต่ละรูปแบบทั้ง 4 แบบคือ sigmoid-sigmoid, sigmoid-linear, gaussian-gaussian, sigmoid-gaussian แล้วนำมารวมกัน เพื่อหาน้ำหนักของแต่ละการเรียนรู้ แล้วทำการปรับแบบ linear ในการเรียนรู้ครั้งสุดท้าย

Title	Forecasting Using Nerual Network
Student	Mr.Ratiwat Paresri
Advisor	Asst.Prof.Dr.Arit Thammano
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2002

Abstract

In the part. Forecasting used Statistic formula for calculation. That the principals analysis The focus of this paper is on forecasting combination of Neural network (NN) using Back Propagation neuron network then separate with the four model by change function in Hidden layer and Output layer in each model. Model I. Using Sigmoid function at Hidden layer and Output layer. Model II Using Sigmoid function at Hidden layer and used Linear function at Output layer. Model III Using Sigmoid function at Hidden layer and used Guassian function at Output layer. Model IV Using Guassian function at Hidden layer and Output layer. And then adjusted Weight happened in each the models . In the Final used combined theory for adjusted weight by using linear function. The experimental result will improvement in forecasting accuracy.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาเกี่ยวกับเทคนิคโครงการ-
ข่ายประสาทเทียมจาก ศศ. ดร.อาริต ธรรมโน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้ง
ในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน และอาจารย์พิเศษจากคณะอื่นๆ ที่
รับเชิญมาประสาทวิชาความรู้ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่อำนวยความสะดวกด้านต่างๆ ใน
การเรียนและการทำโครงการให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ พร้อมทั้งช่วยวิเคราะห์
แก้ไขทฤษฎีต่างๆ และเป็นกำลังใจให้โครงการนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ที่ให้การสนับสนุนรวม
ทั้งให้กำลังใจในการทำงานมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณหน่วยงานต้นสังกัด ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้
คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากโครงการนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ไม่มีพระคุณทุกท่าน

รติวัฒน์ ปารีศรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII

บทที่

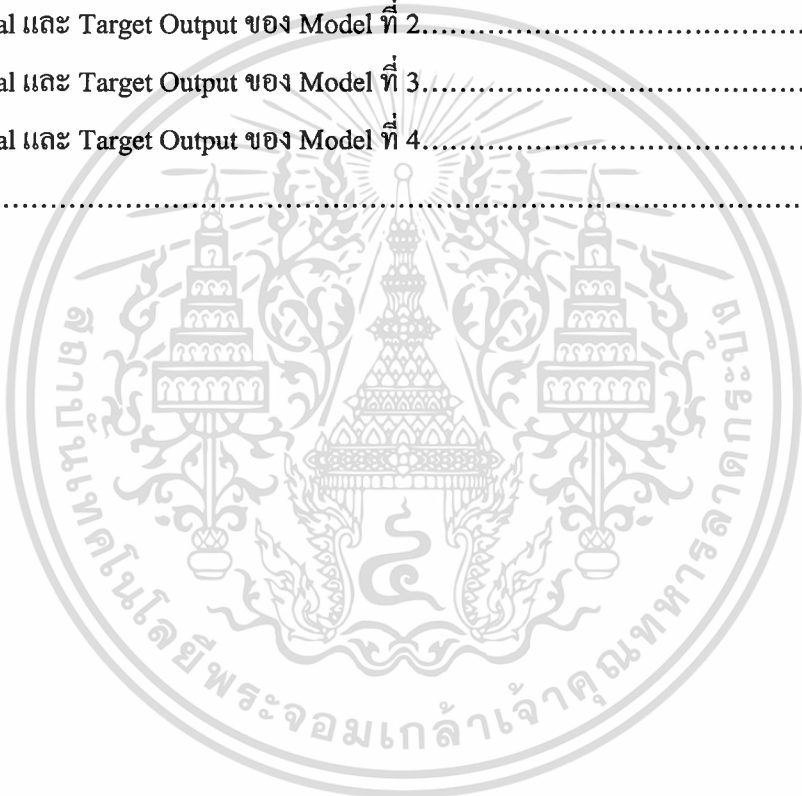
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการดำเนินงานในโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม.....	4
2.1 ทฤษฎีเซลล์ประสาททางชีววิทยาเบื้องต้น (Biological Neurons).....	4
2.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม.....	5
2.3 Input Layer	5
2.4 Hidden Layer	6
2.5 Output Layer	6
2.6 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function).....	8
2.7 การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชั่น.....	10

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีการดำเนินการศึกษา.....	14
3.1 ส่วนของโครงสร้างแบบจำลอง.....	14
3.2 ส่วนของอัลกอริทึม.....	15
3.3 ส่วนของข้อมูล.....	15
3.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
3.5 Model ต่างๆที่ใช้.....	16
3.6 ขั้นตอนในการทำงาน Combine Model.....	21
4. ผลการทดลอง	24
4.1 ขั้นตอนการทำงาน.....	24
4.2 ส่วนของหน้าจอหลัก.....	26
4.3 ส่วนของการบันทึกผลลัพธ์ลงเพิ่ม.....	27
4.4 ส่วนของการบันทึกข้อผิดพลาดลงเพิ่ม.....	27
4.5 ส่วนของการนำข้อมูลไปทดสอบกับแฟ้ม test_elcetric.txt.....	28
4.6 กราฟที่ได้จากการทำงาน Model ที่ 1 (Sigmoid-Sigmoid).....	29
4.7 กราฟที่ได้จากการทำงาน Model ที่ 2 (Sigmoid-Linear).....	29
4.8 กราฟที่ได้จากการทำงาน Model ที่ 3 (Sigmoid-Guassian).....	30
4.9 กราฟที่ได้จากการทำงาน Model ที่ 4 (Guassian-Guassian).....	31
4.10 ส่วนวิธีการ Combine Model.....	32
4.11 กราฟแสดงส่วนของขั้นตอนทดสอบกับแฟ้ม Test_electric.txt.....	32
4.12 สรุปผลการทดลอง.....	35
5. สรุป	36
5.1 สรุปผลโครงการ.....	36
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทดลอง.....	37
5.2 ข้อเสนอแนะและส่วนที่จะต้องปรับปรุงต่อไป.....	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	38
ภาคผนวก.....	39
ข้อมูลอินพุต/เอาท์พุต จากแฟ้ม learning.txt ในการเรียนรู้.....	39
ข้อมูลอินพุต/เอาท์พุต จากแฟ้ม test_electric.txt ในการทดสอบ.....	48
Actual และ Target Output ของ Model ที่ 1.....	57
Actual และ Target Output ของ Model ที่ 2.....	65
Actual และ Target Output ของ Model ที่ 3.....	73
Actual และ Target Output ของ Model ที่ 4.....	81
ประวัติผู้เขียน.....	89



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตในการเรียนรู้.....	39
2. ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตในการทดสอบ.....	48
3. Actual Output และ Target Output ของ Model ที่ 1.....	57
4. Actual Output และ Target Output ของ Model ที่ 2.....	65
5. Actual Output และ Target Output ของ Model ที่ 3.....	73
6. Actual Output และ Target Output ของ Model ที่ 4.....	81



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างเซลล์ประสาท (Neural).....	5
2.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม.....	6
2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายระดับชั้น.....	7
2.4 ลักษณะของสมการ Threshold.....	8
2.5 กราฟของฟังก์ชัน โบนารีซิกมอยด์.....	9
2.6 กราฟของฟังก์ชัน โพล่าซิกมอยด์.....	10
3.1 Model ที่ 1 Sigmoid – Sigmoid function.....	17
3.2 Model ที่ 2 Sigmoid-Linear function.....	18
3.3 Model ที่ 3 Sigmoid-Guassian function.....	19
3.4 Model ที่ 4 Guassian-Guassian function.....	20
3.5 Combine Model.....	21
4.1 หน้าจอหลัก.....	26
4.2 ส่วนของการบันทึกผลลัพธ์ลงเพิ่ม.....	27
4.3 ส่วนของการบันทึกค่าความผิดพลาดลงเพิ่ม.....	27
4.4 หน้าจอแสดงส่วนของการทดสอบ.....	28
4.5 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของModel ที่1.....	29
4.6 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของModel ที่2.....	30
4.7 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของModel ที่3.....	30
4.8 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของModel ที่4.....	31
4.9 หน้าจอของ Model Combine.....	32
4.10 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ Model ที่1.....	33
4.11 กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ Model ที่2.....	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ Model ที่3.....	34
4.13	กราฟเปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ Model ที่4.....	34



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการทำนายข้อมูล (forecasting) นั้น ต้องอาศัยข้อมูลดิบที่ใช้ในการทำนาย ซึ่งหากอาศัยหลักการทางสถิติ อาจจะต้องอาศัยอนุกรมเวลา (Time Series) มาช่วยในการตัดสินใจด้วย ในอนุกรมเวลานั้นยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้อมูลที่เก็บจากตัวแปรในช่วงเวลาที่ห่างเท่ากัน และ ข้อมูลที่ได้จากตัวแปรสะสมกันในช่วงเวลาหนึ่งวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ วิธีหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (Moving Average) เพื่อทำการปรับเส้นกราฟให้เรียบขึ้น เป็นวิธีการขจัดความผันผวนออกจากอนุกรมเวลา ในการใช้วิธีการทางสถิตินั้นจะต้องมีสูตรที่ตายตัวแน่นอน แต่ในการทำนายข้อมูลนั้นอาจจะความผันแปรต่างๆที่มากเกี่ยวข้องทำให้สูตรที่ใช้ทำนายแบบใดแบบหนึ่งไม่เหมาะสมกับชุดข้อมูลได้ หากทำให้การทำนายสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการในการเรียนรู้ผลลัพธ์ของข้อมูลจากการทดสอบผ่านต้นแบบก่อน แล้วจากนั้นจึงจะนำไปใช้จริงเพื่อให้ผลการทำนายนั้นออกมาใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด จึงต้องใช้วิธีการทางด้านปัญญาประดิษฐ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

ซึ่งในโครงงานนี้ได้ทำการใช้หลักการของ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network) แบบการแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) ซึ่งได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยน function ในส่วนของชั้นซ่อน (Hidden Layer) และ function ในส่วนของชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) จากเดิมที่เป็น function sigmoid ในชั้น Hidden layer และ Output Layer เป็น Model อื่นๆดังนี้ ที่ Hidden layer เป็น function sigmoid และ ที่ output layer เป็น function linear, ที่ Hidden layer เป็น function sigmoid และ ที่ output layer เป็น function gaussian, ที่ Hidden layer เป็น function sigmoid และ ที่ output layer เป็น function gaussian จากนั้นทำการรวมกันของ model ต่างๆแล้วทำการปรับด้วย function linear อีกครั้งเพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขบวนการในการเรียนรู้จากการทำนาย วิธีการต่างๆ ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) จากการปรับเปลี่ยน Model ที่ชั้นต่างๆทั้ง 4 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.2.2 เพื่อศึกษาข้อดี-ข้อเสีย นำมาหาค่าของการเรียนรู้ที่ดีที่สุดของ Model ทั้ง 4 แบบ
- 1.2.3 นำค่าผลลัพธ์จาก model ต่างๆทั้ง 4 models มารวมกัน แล้วทำการหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย เพื่อนำกลับไปปรับค่าน้ำหนัก โดยใช้ function linear อีกครั้ง

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

- 1.3.1 ข้อมูลที่มีอยู่ในความเป็นจริง จะประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆที่เกิดขึ้น
- 1.3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ต้องทำการแปลงให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ทั้ง Input และ Output
- 1.3.3 นำฟังก์ชันเข้าไปกระตุ้นการเรียนรู้ของ เพื่อวิเคราะห์ ขบวนการในการเรียนรู้ของข้อมูล
- 1.3.4 แบ่งข้อมูลที่ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ในการเรียนรู้ และกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบ
- 1.3.5 มีการกำหนดค่าที่ยอมรับได้ (threshold) ของแต่ละ model จากการทดลอง โดยค่าที่เหมาะสมนั้นต้องสังเกตจากการทดลอง

1.4 ขอบเขตของการดำเนินงานในโครงการ

- 1.4.1 มีการปรับเปลี่ยน Function ในส่วนของชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) เป็น 4 Model ดังนี้
- แบบที่ 1 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ทั้งในชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์
 - แบบที่ 2 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Linear ในชั้นผลลัพธ์
 - แบบที่ 3 ใช้ฟังก์ชัน Guassian ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Guassian ในชั้นผลลัพธ์
 - แบบที่ 4 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Guassian ในชั้นผลลัพธ์
- 1.4.2 นำผลของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาก model ในแต่ละแบบมารวมกันหาค่าเฉลี่ย เพื่อทำการหาค่าน้ำหนักในแต่ละ model แล้วนำกลับไปปรับการเรียนรู้ใหม่
- 1.4.3 ในการเรียนรู้ที่ได้จากการรวมกันในแต่ละ model นั้นทำการปรับ Weight โดยใช้ Linear function มาทำการปรับ เรียกวิธีการนี้ว่า การ Combined Group Neural network
- 1.4.5 นำผลลัพธ์ที่ได้ทั้ง 4 model และ การปรับน้ำหนักในขั้นตอนสุดท้ายมาทำการวาดกราฟ เพื่อเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง และผลลัพธ์จริงๆ ข้อผิดพลาด

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

- 1.5.1 ทำการปรับข้อมูลดิบที่ได้ทั้ง Input และ Output ให้เป็นค่าที่มีตัวเลขอยู่ระหว่าง 0-1 เก็บไว้ใน Text file ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 มีการกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) และ ใส่ค่าที่ต้องการให้เรียนรู้ (Threshold) ของแต่ละ model ที่คาดว่าจะสามารถเรียนรู้ได้

1.5.3 เมื่อทำการเรียนรู้ model ต่างๆ ในแต่ละแบบเสร็จแล้ว ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เก็บเอาไว้ในแฟ้มที่เป็น text file แต่ละแฟ้ม

1.5.4 พัฒนาโปรแกรมโดยเขียนด้วยภาษา Microsoft Visual Basic 6.0 บนระบบปฏิบัติการ Windows 98 ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ CPU Pentium III RAM 128 MB เพื่อใช้ในการเรียนรู้ model ต่างๆ

1.5.5 นำผลลัพธ์ที่เก็บเอาไว้ในแฟ้มมา Plot Graph เพื่อเปรียบเทียบ Error ที่ได้จากการทดลอง ในแต่ละแบบ กับ จุดของข้อมูล Input รวมทั้ง Graph ของ Output ที่ได้จากการทดลอง กับ Output จริง

นำโปรแกรมที่ได้ไปทำการทดสอบกับข้อมูลกลุ่มที่ได้จัดการแบ่งไว้เพื่อทดสอบ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อพัฒนากระบวนการในการทำนาย โดยใช้หลักการของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ อาศัยการปรับเปลี่ยน function ของการกระตุ้นที่ชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์ ใน model แบบต่างๆ เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงผลลัพธ์จริงมากที่สุด

1.6.2 นำกระบวนการในการเรียนรู้ของแต่ละ model ซึ่งมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกัน นำมารวมกันเพื่อแล้วทำการปรับ โดย algorithm ของ Linear function เพื่อให้เกิดการทำนายที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม

สมองมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมากที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ประมวลผลให้กับสมองมนุษย์ การส่งสัญญาณของเซลล์ประสาทระหว่างเซลล์หนึ่งสู่อีกเซลล์หนึ่งใช้เวลาเร็วมาก คือ ประมาณสิบล้านส่วนล้านวินาที ซึ่งรูปแบบการส่งสัญญาณทำในลักษณะขนานกัน และวิธีการแก้ปัญหาของสมองมนุษย์ใช้ประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ในอดีตนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา ขณะที่สถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลเพียงหน่วยเดียว และการทำงานใช้ชุดคำสั่งที่สั่งเป็นลำดับขั้น และวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นั้นจะต้องทำตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอน

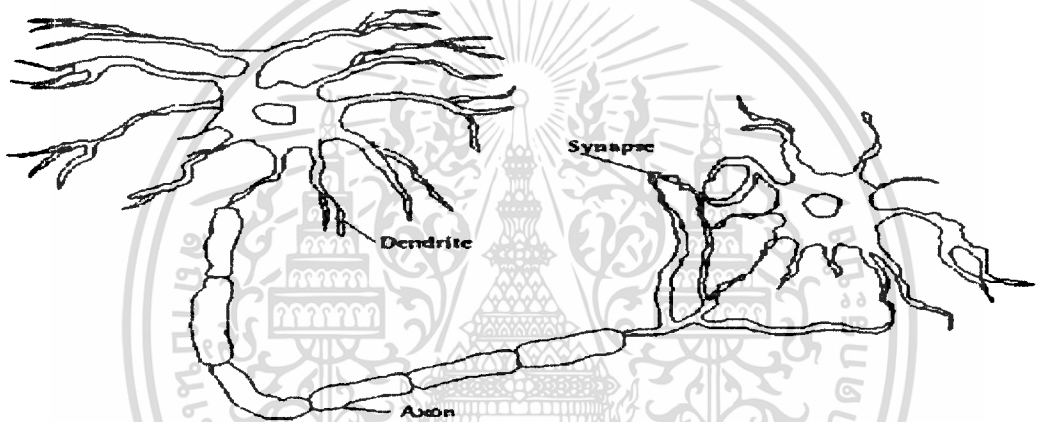
ดังนั้น เมื่อเราต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถจัดการกับปัญหาในลักษณะที่คล้ายกับมนุษย์ จึงได้มีการนำสถาปัตยกรรมของสมองมนุษย์มาเป็นตัวแบบในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับสมองและระบบประสาท ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการประมวลผลต่าง ๆ ที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) ทุกๆ นิวรอนสามารถมีอินพุตได้หลายอินพุต แต่มีเอาต์พุตเพียงเอาต์พุตเดียว และทุกๆ เอาต์พุตจะแยกไปยังอินพุตของนิวรอนอื่นๆ ภายในโครงข่าย การติดต่อกันระหว่างนิวรอน อินพุตจะมีน้ำหนักเป็นตัวกำหนดกำลังของการติดต่อภายในและช่วยในการตัดสินใจ การทำงานของนิวรอนในบางโครงข่ายจะถูกกำหนดไว้ตายตัว แต่บางโครงข่ายสามารถที่จะปรับแต่งได้ ซึ่งอาจจะเป็นการปรับแต่งจากภายนอกโครงข่าย หรือนิวรอนสามารถปรับแต่งได้ด้วยตัวมันเอง ในจุดนี้เองที่แสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้ และการจดจำของโครงข่ายประสาทเทียม

2.1 ทฤษฎีเซลล์ประสาททางชีววิทยาเบื้องต้น (Biological Neurons)

องค์ประกอบของสมองมนุษย์นั้นประกอบด้วยเซลล์ประสาท หรือนิวรอนประมาณ 10^{11} ตัว โดยเซลล์ประสาทหนึ่งๆ มีเส้นเชื่อมโยงไปยังอีกเซลล์ประสาทอื่นๆ ประมาณ 10^4 ตัว และเวลาในการสับเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนิวรอนประมาณ 10^{-3} วินาที ซึ่งนับว่าช้ามากเมื่อเทียบกับเวลาในการสับเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนิวรอนประมาณ 10^{-10} วินาที ลักษณะของเซลล์ประสาททางชีวภาพประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ เดนไดรต์ (Dendrites) โซมา (Soma) หรือตัวเซลล์ (Cell body) หรือแอกซอน (Axon) ส่วนที่เชื่อมระหว่างตัวเซลล์กับแอกซอนของเซลล์อื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ข้าง เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง·เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซแนปส์ (Synapse) โดยตัวคนใดที่รับสัญญาณจากเซลล์ประสาทที่อยู่รอบๆข้างผ่านทางไซแนปส์ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งสัญญาณที่เข้ามาคือ ประจุอิเล็กตรอน โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะทำให้การเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณที่เข้ามา ตัวเซลล์จะทำหน้าที่รวมสัญญาณที่เข้ามาแล้วทำการส่งสัญญาณออกไปให้กับแอกซอน เพื่อผ่านต่อไปให้กับเซลล์อื่นๆ ซึ่งสัญญาณที่ออกจากตัวเซลล์มีลักษณะเป็นสัญญาณกระตุ้นให้กับเซลล์อื่น กล่าวคือถ้าค่าสัญญาณที่ออกจากตัวเซลล์มีจำนวน 100 ครั้งต่อวินาที ถือว่าค่าสัญญาณที่ส่งออกเป็นสถานะการกระตุ้น (Fire) โดยทั่วไปเราสนใจสัญญาณที่ออกจากเซลล์ประสาทในรูปของสถานะการกระตุ้น และไม่กระตุ้น (Not Fire) ให้กับเซลล์ที่อยู่รอบข้างมากกว่าสนใจเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องที่ทำให้เซลล์ประสาทเทียมเกิดสถานะนี้ขึ้นมาดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเซลล์ประสาท (Neuron)

2.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

จากรูปที่ 2.2 และ รูปที่ 2.3 มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ 1. Input Layer 2. Hidden Layer 3. Output Layer

2.3 Input Layer

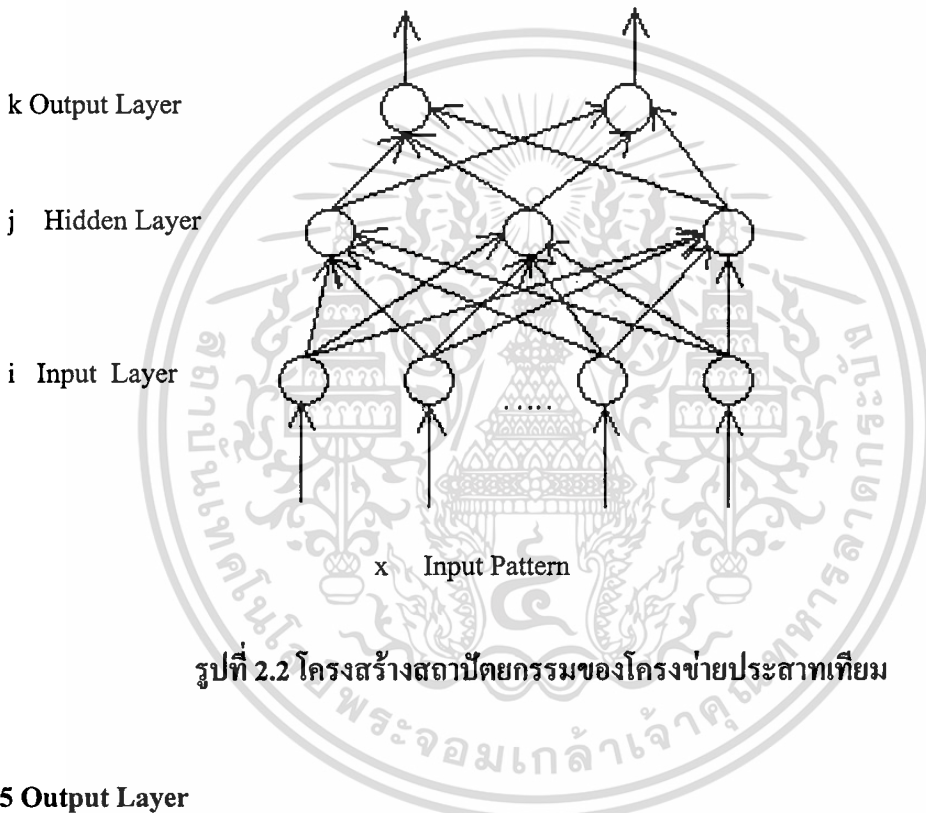
ในชั้น input จะมี node ที่คอยรับค่า input ที่เข้ามาโดยแต่ละค่า จะมีค่าระหว่าง 0-1 และมีจำนวน node เท่าไร แล้วแต่ input ที่ทำการป้อนให้กับ neural ดังนั้น จะต้องมีการทำการปรับค่า input ที่ได้จากข้อมูลดิบ ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Hidden Layer

จำนวน node ที่อยู่ในชั้นซ่อน หรือ Hidden Layer นี้จะมีที่ node นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการ ไม่มีสูตรหรือกฎที่จะบ่งบอกว่ามีจำนวน node เท่าไรจึงจะเหมาะสม แต่จำนวน node ก็มีส่วนในการรู้จำของ neural ดังนั้นอาจจะกำหนดจำนวน node ให้มีขนาดมาากๆก่อน แล้วจึงค่อยลดจำนวน node ลง แต่ยังคงประสิทธิภาพในการรู้จำเท่าเดิม

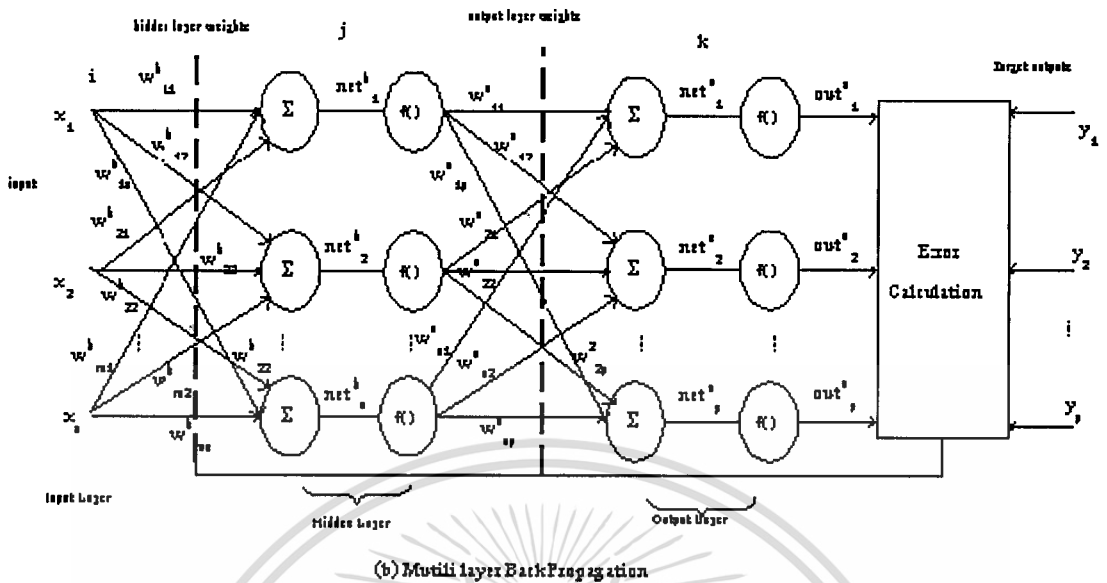
○ Output Pattern



รูปที่ 2.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

2.5 Output Layer

จำนวน Node ใน Output layer จะมี output ที่ต้องการให้ neural รู้จำ ซึ่งแต่ละ node ใน Output Layer นี้จะทำหน้าที่เหมือน node ใน Hidden Layer และ Input ที่รับเข้ามาก็คือ Output ของ Node ใน Hidden Layer ผ่านกระบวนการ Summation และ function กระตุ้น เหมือนใน Hidden Layer และ Output ของ Output Layer นี้ก็คือ Output ของ neural นั้นเอง



รูปที่ 2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายระดับชั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชันดังรูปที่ 2.3 มีลักษณะหลักๆคือ

1. มีชั้นของนิวรอนแทรกระหว่างชั้นอินพุต และชั้นเอาต์พุต ซึ่งเรียกว่า ชั้นซ่อน (Hidden Layer)
2. การเชื่อมต่อระหว่างชั้นที่ติดกันเป็นแบบ Fully Connection Feedforward นั่นคือ ทุกๆทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุตจะส่งสัญญาณไปยังนิวรอนในชั้นซ่อนชั้นแรก และทุกๆนิวรอนในชั้นซ่อนชั้นแรกจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆนิวรอนในชั้นต่อไป จนในที่สุดทุกๆนิวรอนในชั้นซ่อนชั้นสุดท้ายจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆนิวรอนในชั้นเอาต์พุต
3. ชั้นอินพุตไม่มีการประมวลผล คือ ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณเข้าไปแล้วกระจาย ออกไปยังนิวรอนในชั้นต่อไปเท่านั้น ส่วนชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุตนั้นมีการประมวลผล โครงข่ายนิวรอนเรียกได้ว่า เป็นแมปปีงเน็ตเวิร์ค (Mapping Network) จึงต้องมีการนำไปฝึกหัดเรียนรู้ (Learning) ให้เกิดขึ้นในโครงข่าย และการฝึกหัดโครงข่ายโดยอาศัยหลักการแพร่ย้อนกลับ แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน
 - 3.1 แพร่สัญญาณที่ชั้นอินพุตไปยังชั้นซ่อนแรก และแพร่สัญญาณไปยังชั้นซ่อนถัดไป จนถึงชั้นเอาต์พุตโดยผ่านฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2 คำนวณค่าความผิดพลาดของค่าเอาต์พุตกับค่าเป้าหมาย และแพร่ย้อนกลับค่าความผิดพลาดเหล่านี้ไปยังชั้นซ่อน
- 3.3 ปรับแตงน้ำหนักที่ชั้นเอาต์พุต และชั้นซ่อน เพื่อลดค่าความผิดพลาด โดยทำให้อเอาต์พุตที่คำนวณ ได้มีค่าใกล้เคียง หรือเท่ากับค่าเป้าหมาย (Target Value)

2.6 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function)

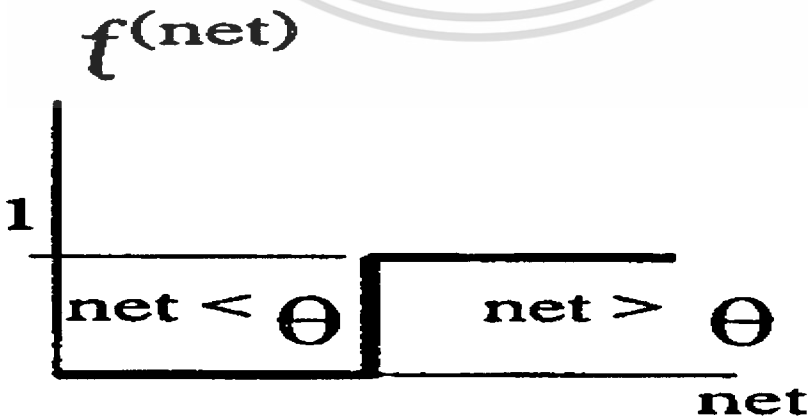
ในส่วนของ Output ที่ออกมาจะถูกกระทำต่อไปโดยส่วนที่เรียกว่า ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ค่าที่ได้จากฟังก์ชันกระตุ้นนี้จะทำให้เซลล์ประสาทเทียมมีลักษณะเหมือนเซลล์ประสาททางชีววิทยา กล่าวคือ ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากฟังก์ชันกระตุ้นเป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ถ้าค่าสัญญาณที่ออกจากเซลล์ทางชีววิทยามีลักษณะเป็นสถานะของการกระตุ้น จะสามารถแทนความหมายของสถานะการกระตุ้นของเซลล์ประสาทด้วยค่า 1 และการไม่กระตุ้นด้วยค่า 0 รูปแบบของฟังก์ชันมีหลายรูปแบบดังนี้

1. Step Function เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในโครงข่ายแบบชั้นเดียว (Single Layer) ซึ่งใช้ในการแปลงค่า net input ที่อยู่ในรูปของค่าต่อเนื่องให้อยู่ในรูปของไบนารี (Binary) คือ 1 และ 0 หรือไบโพลาร์ (Bipolar) คือ 1 และ -1 ฟังก์ชันนี้จะใช้ค่าเทรชโลด (Threshold) ในการกำหนดการแปลงค่าซึ่งเรียกฟังก์ชันนี้ว่า Threshold Function หรือ Heavisid Function ดังสมการ 2.77 และรูปที่ 2.88

$$f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{If } \text{net} \geq \theta \\ 0 & \text{If } \text{net} < \theta \end{cases} \quad (2.1)$$

โดยที่ net คือ ค่า net input ของเซลล์ประสาทเทียม

θ คือ ค่าเทรชโลด (Threshold)



รูปที่ 2.4 ลักษณะของสมการ Threshold

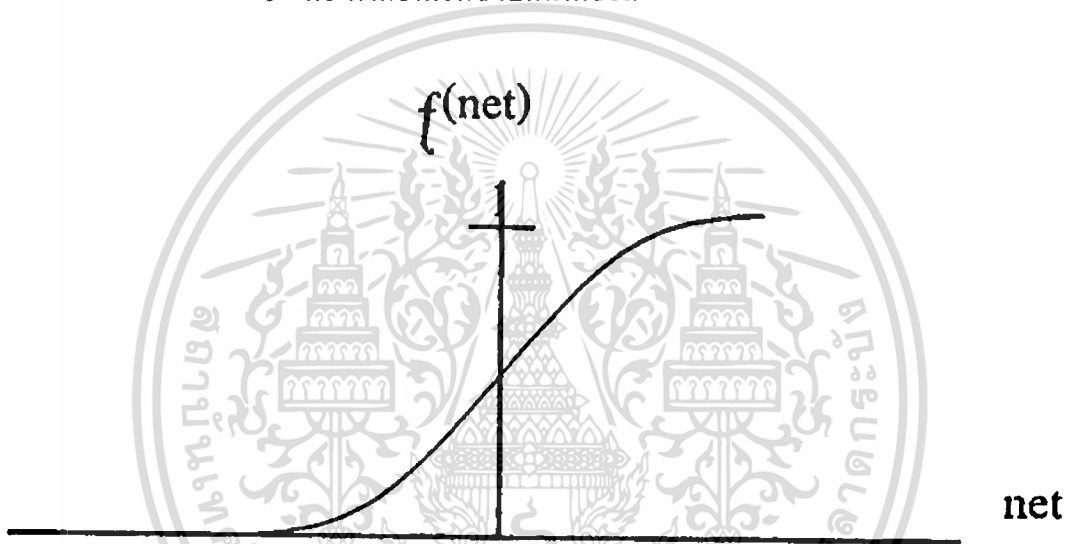
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Sigmoid Function เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงค่า net input ให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งเรียกว่า Binary Sigmoid function หรืออยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งเรียกว่า Bipolar Sigmoid ดังแสดงในสมการ 2.2, 2.3 และรูปที่ 2.5, 2.6

$$f(\text{net}) = 1/(1 + e^{-\text{net}}) \quad (2.2)$$

โดยที่ net คือ ค่า net input ของเซลล์ประสาทเทียม

e คือ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล

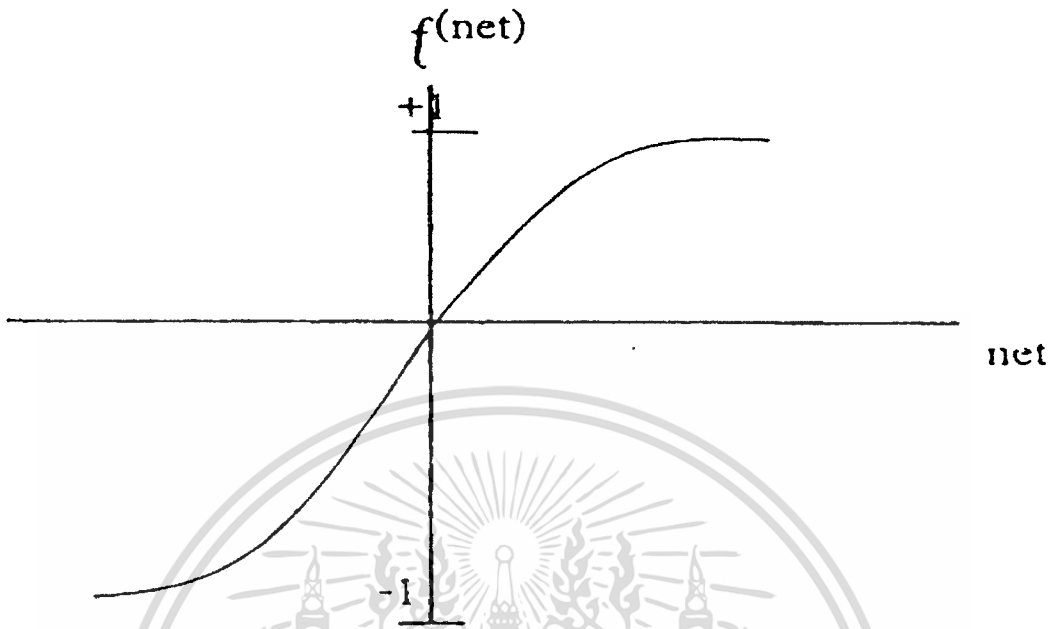


รูปที่ 2.5 กราฟของฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์

$$f(\text{net}) = (e^{\text{net}} - e^{-\text{net}})/(e^{\text{net}} + e^{-\text{net}}) \quad (2.3)$$

โดยที่ net คือ ค่า net input ของเซลล์ประสาทเทียม

e คือ ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล



รูปที่ 2.6 กราฟของฟังก์ชันโพล่าซิกมอยด์

2.7 การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชั่น

กำหนดให้ x_i แทนด้วย Input Pattern หรือ อินพุทเวกเตอร์ ประกอบไปด้วย $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ และให้ y_i แทนด้วย Output Pattern ประกอบไปด้วย $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ รวมทั้งมีการกำหนดอัตราการเรียนรู้ (learning rate) อยู่ในช่วง 0.05-0.1 ต้องมีการสุ่มน้ำหนักในแต่ละเส้นทาง (weights) อยู่ระหว่างช่วง น้อยกว่าเท่ากับ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือก Input และ Output เพื่อนำเข้ามาใช้ในการเรียนรู้ (Training) จากคู่อันดับของเวกเตอร์ของกลุ่มข้อมูล(ค่าของ x และ y)
2. สุ่มค่าน้ำหนัก (Weights) ของHidden layer และ Output layer รวมทั้งกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning rate)
3. ทำการคำนวณหาค่า net ที่ชั้นซ่อน (Hidden- layer) สมการในการคำนวณหาค่าเน็ตที่ โหนด j ในชั้นซ่อนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$net_{pj}^h = \sum_{i=1}^n w_{ji}^h x_{pi} + \theta_j^h \tag{2.4}$$

w_{ji}^h คือ น้ำหนักที่ชั้นซ่อนตรงจุดเชื่อมต่อระหว่างโหนดอินพุต i ไปยังโหนด j
 θ_j^h คือ ค่าเทอมไบแอส (bias)

4. นำไปคำนวณหาค่า Output ในชั้นซ่อนซึ่งจะกลายเป็น Input ของชั้น output layer ต่อไปโดยการหาจาก function sigmoid หรือ linear function ในที่นี้ใช้ sigmoid function ($1/1+e^{-net}$)

$$i_{pj} = f_j^h (net_{pj}^h) \tag{2.5}$$

i_{pj} คือ input ของ output layer
 $f_j^h (net_{pj}^h)$ คือ sigmoid function (ที่ hidden layer)

5. คำนวณหา net ที่ Output layer โดยใช้สมการ

$$net_{pk} = \sum_{j=1}^L w_{kj}^o i_{pj} + \theta_k^o \tag{2.6}$$

คำนวณหา output ของ Output layer ได้จากสูตร

$$o_{pk} = f_k^o (net_{pk}^o) \tag{2.7}$$

o_{pk} คือ Output ของ output layer
 $f_k^o (net_{pk}^o)$ คือ sigmoid function (ที่ output layer) ซึ่ง เป็น Output ที่ Output layer เป็น output ที่ได้จากการคำนวณ จะนำไปเปรียบเทียบกับ output จริงที่มีอยู่

6. นำไปคำนวณหาค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้น (error) ที่ output layer ณ pattern P ไปยังทุกค่าใน K output Layer

$$\delta_{pk}^o = (y_k - o_k) f_k^o (net_{pk}^o) \tag{2.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- δ_{pk}^o คือ delta หรือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ output layer
- y_k คือ Output ที่ได้มาจริงในการเก็บข้อมูล
- o_k คือ Output ที่ได้มาจากการคำนวณในสูตร
- $f_k^o(\text{net}_{pk}^o)$ คือ อนุพันธ์ลำดับที่1ของfunction sigmoid ที่ output layer ซึ่งเท่ากับ $o_k(1-o_k)$

7. เมื่อได้ค่าความผิดพลาดที่ output layer แล้วนำไปหาค่าความผิดพลาดที่ hidden layer จากสูตร

$$\delta_{pj}^h = f_k^h(\text{net}_{pj}^h) \sum_{k=1}^N \delta_{pk}^o w_{kj} \quad (2.9)$$

- δ_{pj}^h คือ delta หรือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ hidden layer
- $f_k^h(\text{net}_{pj}^h)$ คือ อนุพันธ์ลำดับที่1ของfunction sigmoid ที่ hidden layer ซึ่งเท่ากับ $h_j(1-h_j)$
- δ_{pk}^o คือ delta หรือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ output layer
- w_{kj} คือ weights อยู่บนชั้น output layer
- $\sum_{k=1}^N \delta_{pk}^o w_{kj}$ คือ ผลรวมของค่าความผิดพลาดที่ชั้น output layer คูณกับ weights ที่มีอยู่บนชั้นนั้น

8. คำนวณหาการปรับแตงน้ำหนักที่ซ่อน hidden layer

$$w_{ji}^h(t+1) = w_{ji}^h(t) + \eta \delta_{pj}^h x_i \quad (2.10)$$

- $w_{ji}^h(t+1)$ คือ Weight ใหม่ที่ถูกปรับค่า ณ.Hidden layer
- $w_{ji}^h(t)$ คือ Weight เดิม ณ.Hidden layer
- η คือ ค่า learning rate (ค่าอัตราการเรียนรู้) ได้กำหนดไว้ก่อน อยู่ระหว่าง 0.05-0.1
- $\delta_{pj}^h x_i$ คือ ค่าความผิดพลาดที่ hidden layer แต่ละตัว คูณกับ input ที่เข้ามาในแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คำนวณหาการปรับแตงน้ำหนักที่ output layer

$$w_{kj}^o(t+1) = w_{kj}^o(t) + \eta \delta_{pk}^o f(\text{net}_{pj}^h) \quad (2.11)$$

$w_{kj}^o(t+1)$ คือ Weight ใหม่ที่ถูกปรับค่า ณ. Output layer

$w_{kj}^h(t)$ คือ Weight เดิม ณ. Output layer

η คือ ค่า learning rate (ค่าอัตราการเรียนรู้) ได้กำหนดไว้ก่อน
อยู่ระหว่าง 0.05-0.1

$\delta_{pk}^o f(\text{net}_{pj}^h)$ คือ ค่าความผิดพลาดที่ output layer แต่ละตัวคูณกับ
sigmoid function ที่ hidden layer ในแต่ละตัว

10. คำนวณหาเทอมของค่าความผิดพลาด

$$E = \sum_{p=1}^p \sum_{k=1}^k (\delta_{pk}^o)^2 \quad (2.12)$$

หรือหาก

$$E = \sum_{k=1}^N (y_k - o_k)^2 \quad (2.13)$$

ในการวัดการเรียนรู้ในระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Neural Network) นี้ถ้าต้องการให้มีการเรียนรู้ที่ดีนั้นจะต้องมีค่าความผิดพลาดต่ำๆ จนสามารถอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สำหรับข้อมูล Input และ output ทุกตัวที่เข้ามาในระบบเพื่อทำการทดสอบ ดังนั้นการเรียนรู้จึงจะหยุดลงได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาโครงงานนี้ จะเป็นการนำทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชัน (Backpropagation Neural Network) มาเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงวิธีการทำนาย โดยการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันกระตุ้น (Activate function) ที่ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และที่ชั้นผลลัพธ์ (Output layer) เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่จริงนั้นจะประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆที่มีอยู่ในข้อมูล ดังนั้นจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการกระตุ้น เพื่อใช้ในการเรียนรู้ข้อมูลที่มีอยู่ในอดีต โดยแบ่งการดำเนินการศึกษาออกเป็น 5 ส่วน คือ

- 3.1 ใช้ฟังก์ชัน sigmoid ในชั้น Hidden layer และ Output Layer
- 3.2 ใช้ฟังก์ชัน sigmoid ในชั้น Hidden layer และใช้ฟังก์ชัน linear ในชั้น Output Layer
- 3.3 ใช้ฟังก์ชัน sigmoid ในชั้น Hidden layer และใช้ฟังก์ชัน guassian ในชั้น Output Layer
- 3.4 ใช้ฟังก์ชัน guassian ในชั้น Hidden layer และ Output Layer
- 3.5 ทำการรวม Models ทั้ง 4 แบบข้างบนแล้วใช้หลักการ Combine ในการปรับน้ำหนัก โดยใช้ Linear function อาศัยทฤษฎีของการ Combined

3.1 ส่วนของโครงสร้างแบบจำลอง

- 1 มีการปรับเปลี่ยน Function ในส่วนของชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) เป็น 4 Model ดังนี้

แบบที่ 1 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ทั้งในชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

แบบที่ 2 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Linear ในชั้นผลลัพธ์

แบบที่ 3 ใช้ฟังก์ชัน Guassian ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Guassian ในชั้นผลลัพธ์

แบบที่ 4 ใช้ฟังก์ชัน Sigmoid ในชั้นซ่อน และฟังก์ชัน Guassian ในชั้นผลลัพธ์

- 2 นำผลของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาก model ในแต่ละแบบมารวมกันหาค่าเฉลี่ย เพื่อทำการหน้ำหนักในแต่ละ model แล้วนำกลับไปปรับการเรียนรู้ใหม่

3. ในการเรียนรู้ที่ได้จากการรวมกันในแต่ละ model นั้นทำการปรับ Weight โดยใช้ Linear function มาทำการปรับ เรียกวิธีการนี้ว่า การ Combined Group Neural Network
4. นำผลลัพธ์ที่ได้ทั้ง 4 models และ การปรับน้ำหนักในชั้นตอนสุดท้ายมาทำการวาดกราฟ เพื่อเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง และผลลัพธ์จริงๆ ข้อผิดพลาด

3.2 ส่วนของอัลกอริธึม

- 1 ทำการปรับข้อมูลดิบที่ได้ทั้ง Input และ Output ให้เป็นค่าที่มีตัวเลขอยู่ระหว่าง 0-1 เก็บไว้ใน Text file ก่อน
- 2 มีการกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) และ ใส่ค่าที่ต้องการให้เรียนรู้ (Threshold) ของแต่ละ model ที่คาดว่าจะสามารถเรียนรู้ได้
- 3 เมื่อทำการเรียนรู้ model ต่างๆ ในแต่ละแบบเสร็จแล้ว ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เก็บเอาไว้ในแฟ้มที่เป็น text file แต่ละแฟ้ม
4. นำผลลัพธ์ที่เก็บเอาไว้ในแฟ้มมา Plot Graph เพื่อเปรียบเทียบ Error ที่ได้จากการทดลองในแต่ละแบบ กับ ชุดของข้อมูล Input รวมทั้ง Graph ของ Output ที่ได้จากการทดลอง กับ Output จริง และ กราฟความแตกต่างของข้อผิดพลาดยกกำลังสองระหว่างเอาท์พุทจริงกับเอาท์พุทที่ได้จากการทดลอง
5. จากนั้นทำการอ่านข้อมูลมาจากแฟ้มที่ต้องการทดสอบ (Testing File) ซึ่งในกระบวนการคำนวณเหมือนกับขั้นตอนในการเรียนรู้ (Learning) และใช้น้ำหนัก (Weights) ที่ถูกปรับแต่งมาแล้วของโมเดลแต่ละแบบ ส่วนของการคำนวณนั้นไม่ต้องกำหนดค่าเทอร์ชโอล์ด (Thershold) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการหยุดการทำงาน
6. เมื่อมีการเรียนรู้ของแต่ละโมเดลเสร็จสิ้นแล้ว ให้นำค่าความผิดพลาดที่เกิดจากผลลัพธ์จริง (Target Output) ลบด้วยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ยกกำลังสอง ทุกๆชุดข้อมูล ที่เก็บไว้ในแฟ้มแต่ละแฟ้มของแต่ละโมเดล นำมาใช้กับ โมเดลในการ Combined โดยการ ใช้ ฟังก์ชันเชิงเส้นในการปรับน้ำหนักเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

3.3 ส่วนของข้อมูล

ในโปรแกรมนี้ข้อมูลที่รับเข้ามาจะเป็นข้อมูลของการผลิตไฟฟ้า ตั้งแต่เดือน มกราคม 1965 ถึงเดือน สิงหาคม 1995 หน่วยเป็น 1 พันล้านกิโลวัตต์ รูปแบบของข้อมูลที่รับเข้ามาเป็น Text File แบ่งเป็น 2 แฟ้ม

1. เพิ่มชื่อ learn_electric.txt คือเพิ่มที่ใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้ (learning)
2. เพิ่มชื่อ test_electric.txt คือเพิ่มที่ใช้ในการทดสอบ (testing)

3.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อพัฒนากระบวนการในการทำนาย โดยใช้หลักการของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ อาศัยการปรับเปลี่ยน function ของการกระตุ้นที่ชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์ ใน model แบบต่างๆเพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงผลลัพธ์จริงมากที่สุด

2. นำกระบวนการในการเรียนรู้ของแต่ละ model ซึ่งมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกัน นำมารวมกันเพื่อแล้วทำการปรับโดย algorithm ของทฤษฎีการรวมกันของแต่ละโมเดล (Combined Model) และใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) มาทำการปรับน้ำหนักในแต่ละเส้นทาง ซึ่งเกิดจากข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้นมาหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละโมเดล เพื่อให้เกิดการทำนายที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.5 Model ต่างๆที่ใช้

ในการวิจัยนั้นได้ทำการแบ่ง กลุ่มของ Neuron network โดยอาศัย วิธีการของ Back Propagation (BP) ที่ใช้ในการเรียนรู้ออกเป็น 4 กลุ่ม

สมการของ function sigmoid (f) คือ

$$f(net) = 1/(1 + e^{-net}) \quad (3.1)$$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function sigmoid ที่ hidden layer

$$f_{hidden} = f_{sigmoid} * (1 - f_{sigmoid}) \quad (3.2)$$

สมการของ function Linear (f) ที่ชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) คือ

$$\text{ค่าของ net ที่ Output layer คือ } \sum_{j=1}^n w_{ij}^o j_j \quad (3.3)$$

สมการของ function gaussian (f) คือ

$$f = e^{-(net)} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function Gaussian คือ

$$f' = (-2) * (net^2) * e^{-(net^2)} \quad (3.5)$$

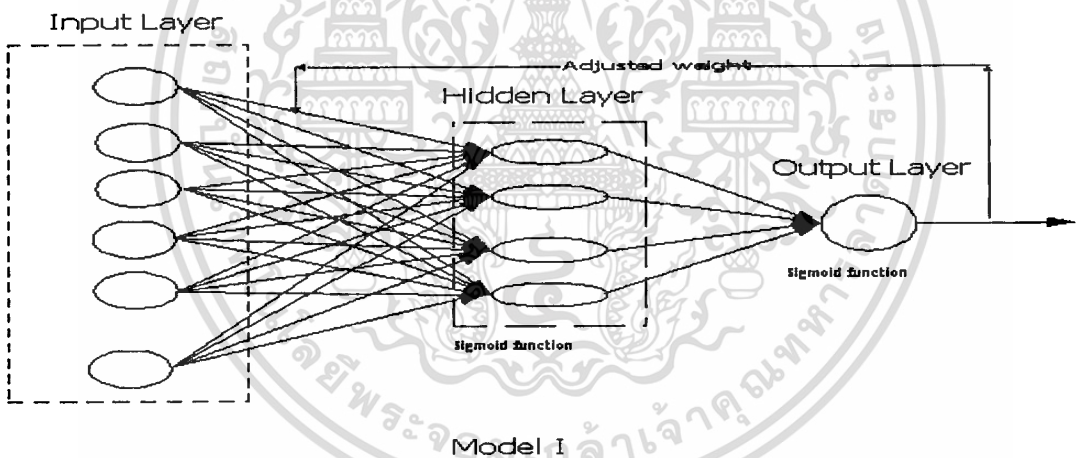
แบบที่ 1. ใช้ function เดิมของ BP ในการเรียนรู้ คือ Sigmoid function ทั้ง ในส่วนของ hidden layer และ ใน output layer ดังรูปที่ 3.1

สมการของ function sigmoid (f) คือ $f(net) = 1/(1 + e^{-net})$

ที่ Hidden Layer

สมการของ function sigmoid (f_h) คือ $1/(1 + e^{-net_h})$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function sigmoid คือ $f_{hidden} = f_{sigmoid} * (1 - f_{sigmoid})$



รูปที่ 3.1 Model ที่ 1 Sigmoid – Sigmoid function

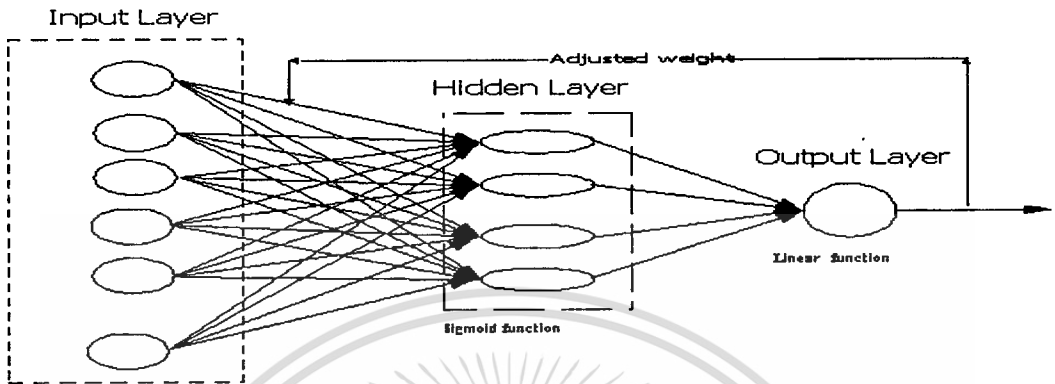
ที่ชั้น Output layer

สมการของ function sigmoid (f_o) คือ $1/(1 + e^{-net_o})$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function sigmoid คือ $f'_o = f_o * (1 - f_o)$

แบบที่ 2 เปลี่ยนฟังก์ชันกระตุ้นที่ชั้นซ่อนเป็น ฟังก์ชันเชิงเส้นตรง (Linear function)

ผังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Model ที่ 2 Sigmoid-Linear function

ที่ Hidden Layer

สมการของ function sigmoid (f) คือ $1/(1 + e^{-net_o})$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function sigmoid ที่ hidden layer

$$f_{hidden} = f_{sigmoid} * (1 - f_{sigmoid})$$

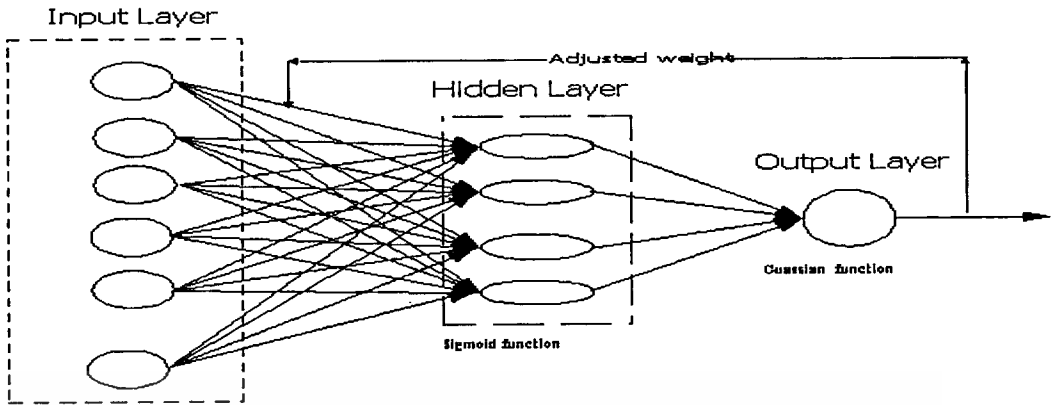
ที่ Output Layer

สมการของ function Linear (f) คือ ค่าของ net ที่ Output layer = $\sum_{j=1}^n W_{kj}^o i_{pj}$

หมายถึง ผลรวมของ weight ที่ขึ้น output layer คูณกับ function sigmoid ที่ขึ้น hidden layer

แบบที่ 3 ใช้ function ของ BP ในการเรียนรู้ ที่ Hidden Layer เป็น Sigmoid function

และ ใช้ function Gaussian ที่ output layer ดังรูปที่ 3.3



Model III

รูปที่ 3.3 Model ที่ 3 Sigmoid-Guassian function

ที่ Hidden Layer

สมการของ function sigmoid (f) คือ

$$f = \frac{1}{1 + e^{-net}}$$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function sigmoid ที่ hidden layer

$$f'_{hidden} = f_{sigmoid} * (1 - f_{sigmoid})$$

ที่ Output Layer

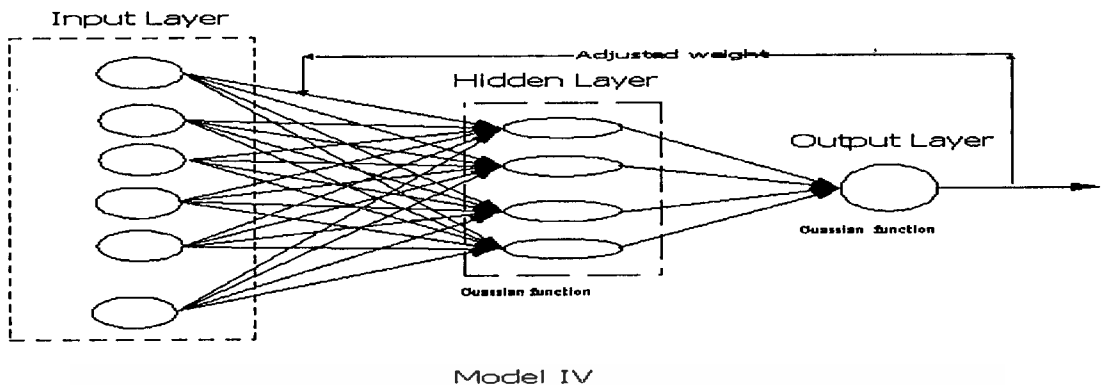
สมการของ function gaussian

$$f = e^{-(net^2)}$$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function Gaussian คือ

$$f' = (-2) * (net^2) * e^{-(net^2)}$$

แบบที่ 4. ที่ชั้น hidden layer ใช้ Function Gaussian ในการเรียนรู้ และชั้น Output layer ใช้ Function Gaussian ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Model ที่ 4 Gaussian-Gaussian function

ที่ Hidden Layer

สมการของ function gaussian $f = e^{-(net^2)}$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function Gaussian คือ $f' = (-2) * (net^2) * e^{-(net^2)}$

ที่ Output Layer

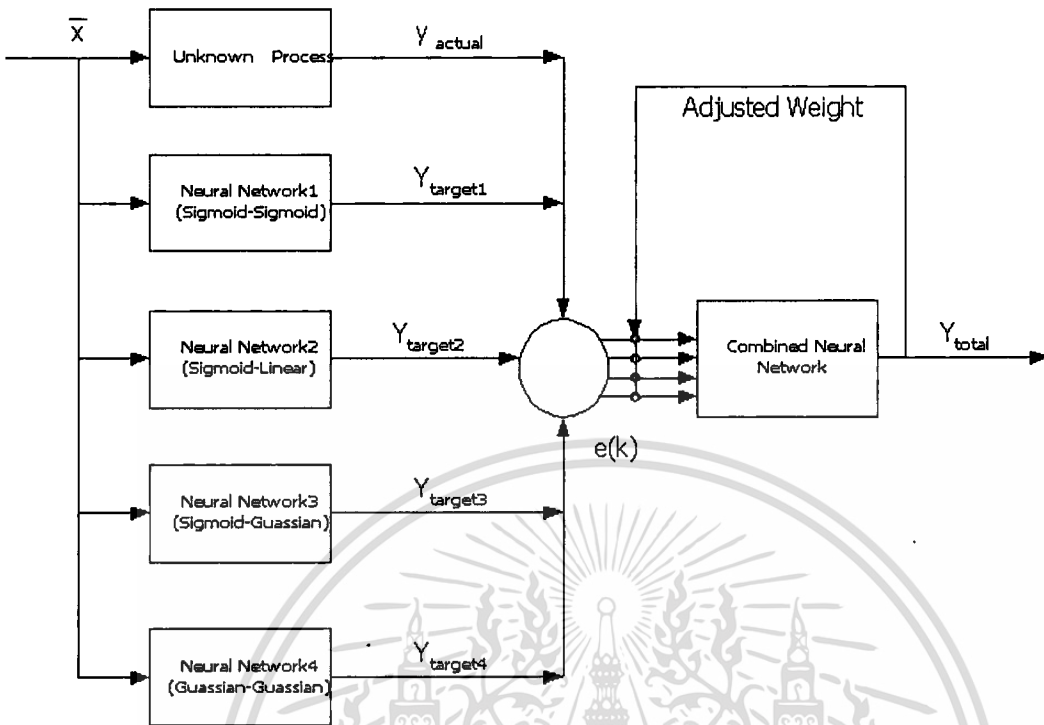
สมการของ function gaussian $f = e^{-(net^2)}$

อนุพันธ์ที่ 1 ของ function Gaussian คือ $f' = (-2) * (net^2) * e^{-(net^2)}$

ดังนั้น เมื่อทำการเปลี่ยน Model ค่า Delta (ค่าความแตกต่าง)ที่เกิดขึ้นในชั้น Hidden Layer และ Output Layer นั้นขึ้นอยู่กับ function ที่มากระทำในชั้นๆนั้น รวมทั้งการปรับแตงน้ำหนัก(Weight) ในชั้น Hidden และ ชั้น Output จะถูกปรับเปลี่ยนตาม function ที่ได้จากการหาค่า Delta ที่เกิดขึ้นในชั้น Hidden Layer และ Output Layer

ในโครงการนี้ได้ทำการรวม Model ต่างๆเข้ามาด้วย แล้วทำการปรับ Weight โดยใช้ ทฤษฎี หลักการของการ Combined มาใช้ในการรวมของแต่ละ โมเดลเข้ามา และใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น Linear Function ในการปรับน้ำหนัก เพื่อให้ค่าความผิดพลาดมีค่าน้อยๆ และค่าผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงกับค่าผลลัพธ์จริงมากที่สุด ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การ Combine Model ต่างๆ จากนั้นทำการปรับด้วย Linear Function ในโครงงาน

3.6 ขั้นตอนในการทำงานของ Combine Model ที่ใช้ในโครงงานนี้

1. หาค่าผลรวมของข้อผิดพลาด

$$\text{Total Error} = \text{Error Model1} + \text{Error Model2} + \text{Error Model3} + \text{Error Model4} \quad (3.6)$$

Total Error : ผลรวมของข้อผิดพลาดทั้งหมด

Error Model1 : ข้อผิดพลาดที่ได้จาก model ที่ 1

Error Model2 : ข้อผิดพลาดที่ได้จาก model ที่ 2

Error Model3 : ข้อผิดพลาดที่ได้จาก model ที่ 3

Error Model4 : ข้อผิดพลาดที่ได้จาก model ที่ 4

2. ทำการปรับค่าข้อมูลของข้อผิดพลาดในแต่ละ Model เรียกว่า Optimize Error

Optimize Error each Model

$$\text{Optimize Error Model I} = 1 / (\text{Error Model I} / \text{Total Error})$$

$$\text{Optimize Error Model II} = 1 / (\text{Error Model II} / \text{Total Error})$$

$$\text{Optimize Error Model III} = 1 / (\text{Error Model III} / \text{Total Error})$$

$$\text{Optimize Error Model IV} = 1 / (\text{Error Model IV} / \text{Total Error}) \quad (3.7)$$

Optimize Error ของแต่ละ model ก็คือ Input ที่จะนำมาใช้ใน model ของการ Combine

3. ทำการหาค่าผลรวมที่ได้จากการ Optimize Error ของแต่ละ model

$$\text{Total Optimize} = \text{Optimize Error Model I} + \text{Optimize Error Model II} + \\ \text{Optimize Error Model III} + \text{Optimize Error Model IV} \quad (3.8)$$

4. การกำหนดค่าของน้ำหนักเริ่มต้นของ Model Combine

$$\text{Weight1} = \text{Optimize Error Model I} / \text{Total Optimize}$$

$$\text{Weight2} = \text{Optimize Error Model II} / \text{Total Optimize}$$

$$\text{Weight3} = \text{Optimize Error Model III} / \text{Total Optimize}$$

$$\text{Weight4} = \text{Optimize Error Model IV} / \text{Total Optimize} \quad (3.9)$$

Weight1 : น้ำหนักที่ได้จาก Model ที่1

Weight2 : น้ำหนักที่ได้จาก Model ที่2

Weight3 : น้ำหนักที่ได้จาก Model ที่3

Weight4 : น้ำหนักที่ได้จาก Model ที่4

5. ทำการคำนวณ โดยใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) เพื่อนำไปใช้ในการปรับน้ำหนัก

$$\text{Output Actual} = \text{Sum} (\text{Actual Output1} * \text{Weight1} + \text{Actual Output2} * \text{Weight2} \\ + \text{Actual Output3} * \text{Weight3} + \text{Actual Output4} * \text{Weight4}) \quad (3.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Actual Output1 : ค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากการเรียนรู้ของ Model ที่ 1

Actual Output2 : ค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากการเรียนรู้ของ Model ที่ 2

Actual Output3 : ค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากการเรียนรู้ของ Model ที่ 3

Actual Output4 : ค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากการเรียนรู้ของ Model ที่ 4

Output Actual : เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ เกิดจาก ข้อผิดพลาดในแต่ละ model คูณด้วย น้ำหนักในแต่ละ model

6. คำนวณหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

$$\text{Delta Error} = \text{Output Target} - \text{Output Actual} \quad (3.11)$$

7. ทำการปรับน้ำหนักในแต่ละ pattern ใหม่ เพื่อให้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับค่าที่ต้องการ (threshold)

$$W_c^{new} = W_c^{old} + \eta (\text{Delta Error}) \frac{W_c^{old}}{\sum W} \quad (3.12)$$

W_c^{new} : น้ำหนักใหม่ที่ได้จากการปรับ ใน Combine Model

W_c^{old} : น้ำหนักเก่าที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ ใน Combine Model

η : อัตราการเรียนรู้ อยู่ในช่วง 0.05-0.1

Delta Error : ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง

$\sum W$: ผลรวมของน้ำหนักในของ Model ทั้ง 4

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการศึกษาโครงการนี้ ได้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 (Visual Basic V 6.0) ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อนำทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชัน มาปรับเปลี่ยนฟังก์ชันของการกระตุ้นในชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์ และในขั้นตอนสุดท้ายใช้หลักการของการในการ Combined จาก โมเดลทั้ง 4 แบบเข้ามา

4.1 ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดให้ทำการอ่านข้อมูลจาก text file ชื่อ Trainmig.txt เข้ามาจาก โฟลเดอร์ (Folder) ที่ได้เก็บข้อมูลเอาไว้
2. กำหนดจำนวนข้อมูลที่ต้องการอ่านเข้ามา เช่น 120 ค่า หมายถึง หากใส่ตัวเลขที่มากกว่าจำนวนที่มีอยู่ในแฟ้มข้อมูล โปรแกรมจะทำการใส่ตัวเลขให้เท่ากับใส่ตัวเลขให้เท่ากับค่าที่มากที่สุด แต่ถ้าหากใส่น้อยกว่าจำนวนที่มีอยู่ ก็จะอ่านมาเท่าที่ได้ใส่ลงไป
3. จากนั้นทำการกดที่ปุ่ม Open Data เพื่อทำการอ่านข้อมูลเข้ามาไว้ในตาราง
4. ให้กำหนดค่า อัตราในการเรียนรู้ (Learning Rate) และจำนวนของอินพุทเลเยอร์ (Input Layer) จำนวนของชั้นซ่อน (Hidden Layer) และจำนวนของชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ว่ามีค่าอะไรบ้าง หากไม่ทำการกำหนด โปรแกรมจะใส่ค่าที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ คือ จำนวนเลเยอร์ที่ชั้นอินพุทเท่ากับ 2 จำนวนเลเยอร์ที่ชั้นซ่อน เท่ากับ 9 จำนวนเลเยอร์ที่ชั้นผลลัพธ์ เท่ากับ 1
5. แล้วโปรแกรมจะทำการสุ่ม (Random) น้ำหนัก (Weights) ที่เชื่อมโยงในชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์ ให้โดยอัตโนมัติตามจำนวน
6. หลังจากนั้น ให้ทำการเลือกแถบของโมเดลที่ต้องการเรียนรู้ เช่น โมเดล 1 ที่ใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ ทั้งชั้นซ่อน และ ชั้นผลลัพธ์มาเป็นฟังก์ชันในการกระตุ้น และ โมเดลอื่นๆ
7. กำหนดค่า เทรชโอด (threshold) เพื่อใช้ในการเรียนรู้ ในช่อง Error Checking ก่อนที่จะทำการคำนวณ
8. กดปุ่ม Calculate Model ของแต่ละ โมเดล

9. รอนจกระทั้งค่า ผลรวมของค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณยกกำลังสอง ของแต่ละแพทเทิร์น (Pattern) เรียกว่า “Sum Square Error“ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเทอร์โซด์ จึงหยุดการเรียนรู้

10. จากนั้นจะมีการปรับปรุง น้ำหนักที่ซ่อน (Weight Hidden) และน้ำหนักที่ชั้นผลลัพธ์ (Weight Output) และทำการแสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของแต่ละโมเดล ที่ตารางของแถบโมเดลนั้นๆ รวมทั้งแสดงค่าความแตกต่างระหว่าง ผลลัพธ์จริง (Target Output) และ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Actual Output) ในฟอร์มนี้เรียกว่า “delta error” และทำการแสดง ค่าความแตกต่างยกกำลังสอง (Error square)

11. ถ้าต้องการดูกราฟของโมเดลนั้น ให้ทำการกดที่ปุ่ม View Graph ซึ่งในแต่ละโมเดลจะมีกราฟ 2 รูป คือ

11.1 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง จำนวนผลลัพธ์จริง กับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ของแต่ละชุดข้อมูล (Data Set) เพื่อดูว่าในแต่ละโมเดลมีขบวนการเรียนรู้ที่ให้ผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริงมากน้อยขนาดไหน

11.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง ค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณแต่ละชุดข้อมูลยกกำลังสอง (Error Square) เพื่อดูค่าความแตกต่างของแต่ละชุดข้อมูลว่ามากน้อยขนาดไหน ของแต่ละโมเดล

12. หากมีการเรียนรู้ (Learning) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละโมเดล จากนั้นทำการนำเพิ่มข้อมูลที่จะใช้ในขั้นตอนการทดสอบ (Testing)

13. เมื่อมีการเรียนรู้จาก โมเดลต่างๆทั้ง 4 โมเดลแล้ว ก็เข้ากระบวนการรวมในแต่ละโมเดล (Combined) เพื่อทำการทดสอบ

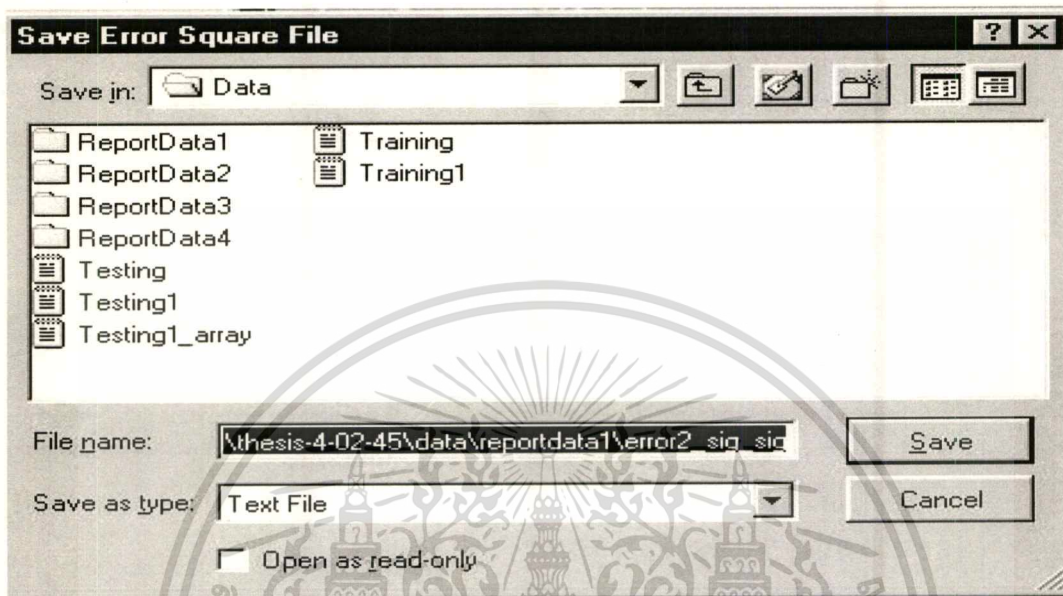
4.2 ส่วนของหน้าจอหลัก

รูปที่ 4.1 หน้าจอหลัก

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้คือ ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าประจำเดือน แต่ละเดือนทั้ง 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ม.ค. 1965 – ส.ค. 1995

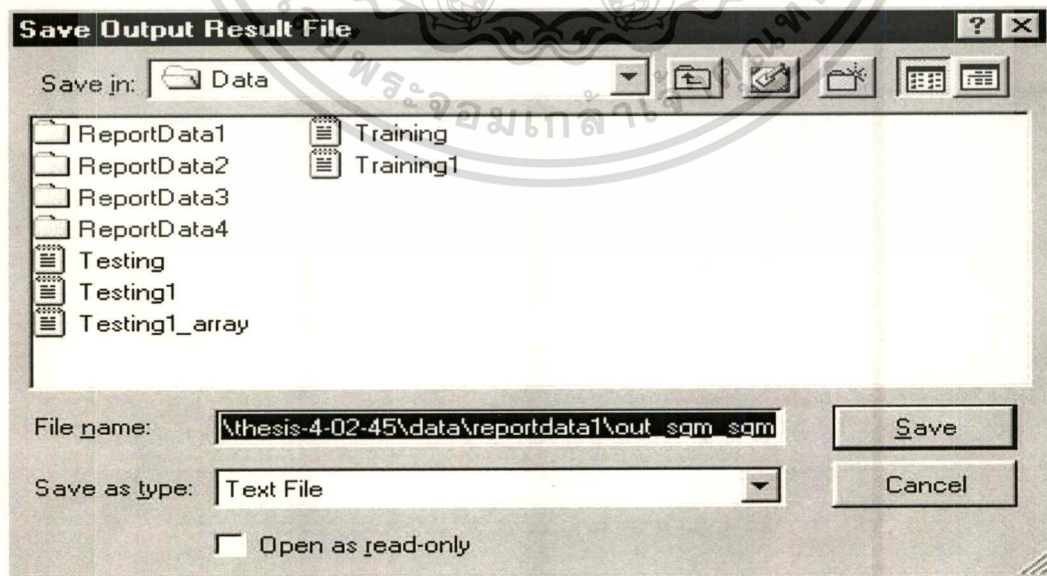
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนการบันทึกผลลัพธ์ลงแฟ้ม



รูปที่ 4.2 การบันทึกผลลัพธ์ (Output)

4.4 ส่วนการบันทึกข้อผิดพลาด (Error) ลงแฟ้ม



รูปที่ 4.3 การบันทึกค่าความผิดพลาด (Error Square) ลงแฟ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ส่วนของการนำข้อมูลไปทดสอบกับเพิ่ม test_electric.txt

เมื่อบันทึก ข้อผิดพลาด (Error) ที่ได้จากการเรียนรู้ และ นำหนักที่ทำการปรับที่ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์ เก็บไว้ในแฟ้มที่เป็น Text File ค่าต่างๆ ของแต่ละ model แล้ว จากนั้นจะนำค่า น้ำหนักของแต่ละ model มาทำการทดสอบ (Testing) ดังตัวอย่างรูปที่ 4.4

The screenshot shows the 'Forecasting with Combined Neural Network' software interface. The 'Data Electric Input(X1..X4) / Output(Y)' table is visible, containing 13 rows of data. The 'Data for Calculate' section shows 'RowInput' set to 200 and 'LearningRate' set to .05. The 'InputNum' is 4, 'Hidden' is 9, and 'OutputNum' is 1. The 'Select Model' section has 'Combined' selected. The 'Sigmoid-Sigmoid' model is active, showing 'Weight Hidden' and 'Weight Output' values. The 'ErrorChecking' section shows 'File Report' set to 'error2_test_sig_sig.txt'. The 'Calculate Model1' button is highlighted. The 'Compare Actual Output+Target Output and Error Square' table is also visible, showing columns for Y target, Y Actual, Delta Error, and Error Square.

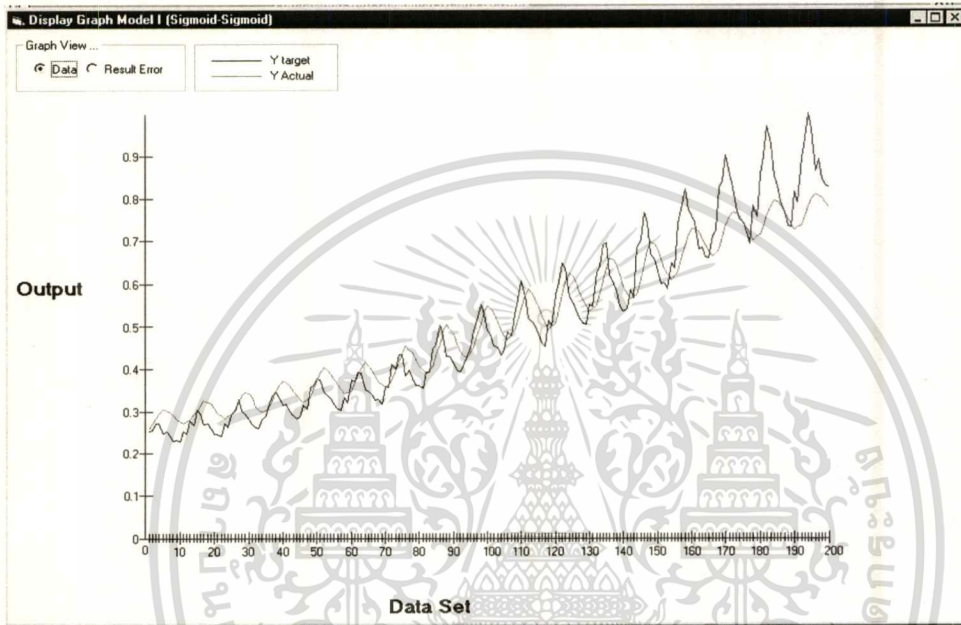
ROW	X1	X2	X3	X4	Y1
1	.3878092	.3667264	.3615633	.3591251	.3339548
2	.3667264	.3615633	.3591251	.3339548	.3842954
3	.3615633	.3591251	.3339548	.3842954	.3723916
4	.3591251	.3339548	.3842954	.3723916	.4224453
5	.3339548	.3842954	.3723916	.4224453	.4288275
6	.3842954	.3723916	.4224453	.4288275	.4582288
7	.3723916	.4224453	.4288275	.4582288	.3723916
8	.4224453	.4288275	.4582288	.4565077	.4127644
9	.4288275	.4582288	.4565077	.4127644	.404446
10	.4582288	.4565077	.4127644	.404446	.3893152
11	.4565077	.4127644	.404446	.3893152	.3870921
12	.4127644	.404446	.3893152	.3870921	.3881678
13	.404446	.3893152	.3870921	.3881678	.3686626

รูปที่ 4.4 หน้าจอส่วนของขบวนการทดสอบ (Testing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 กราฟที่ได้จากทำงานของ Model ที่ 1 (Sigmoid-Sigmoid)

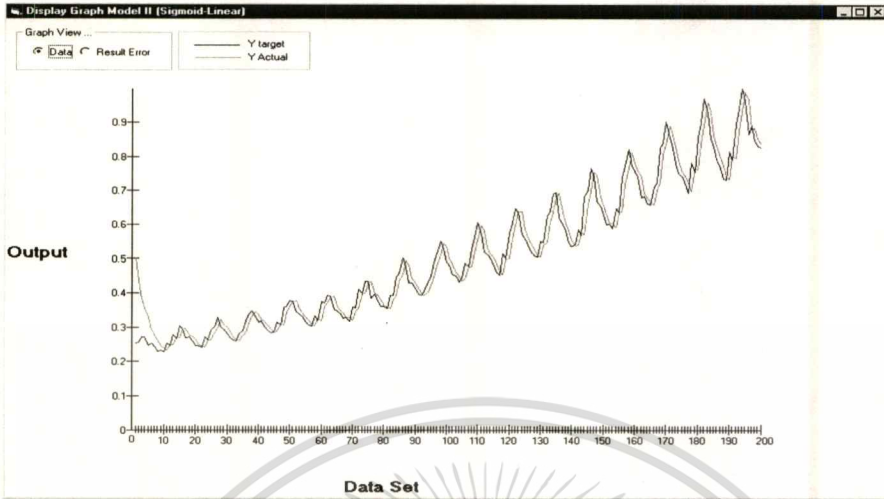
ใน model ที่ 1 เมื่อทำการปรับน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ เมื่อถึงจุดที่ยอมรับได้ที่ต้องการ (Threshold) หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นจึงนำมาวาดกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Actual Output) กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง (Target Output) จะได้



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของ Model ที่ 1

4.7 กราฟที่ได้จากทำงานของ Model ที่ 2 (Sigmoid-Linear)

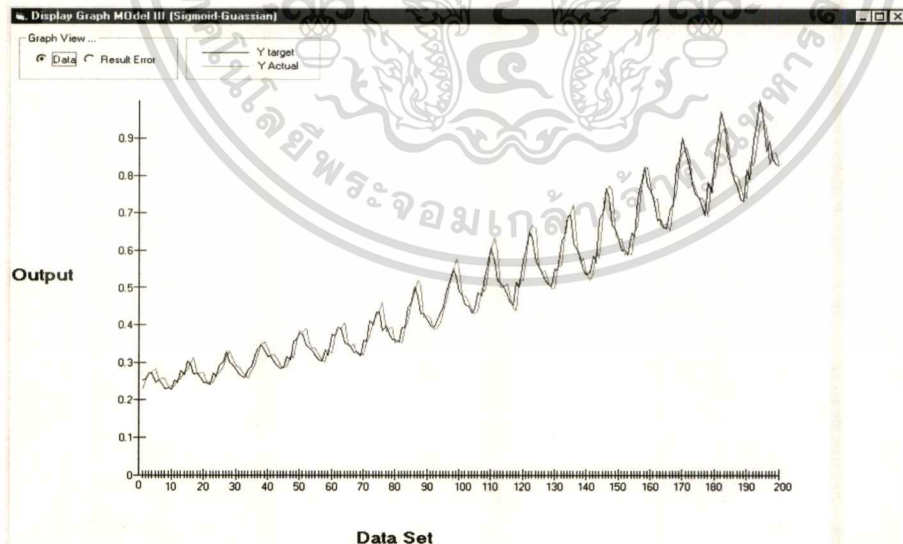
ใน model ที่ 2 เมื่อทำการปรับน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ เมื่อถึงจุดที่ยอมรับได้ที่ต้องการ (Threshold) หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นจึงนำมาวาดกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Actual Output) กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง (Target Output) จะได้



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของ Model ที่ 2

4.8 กราฟที่ได้จากทำงานของ Model ที่ 3 (Sigmoid-Gaussian)

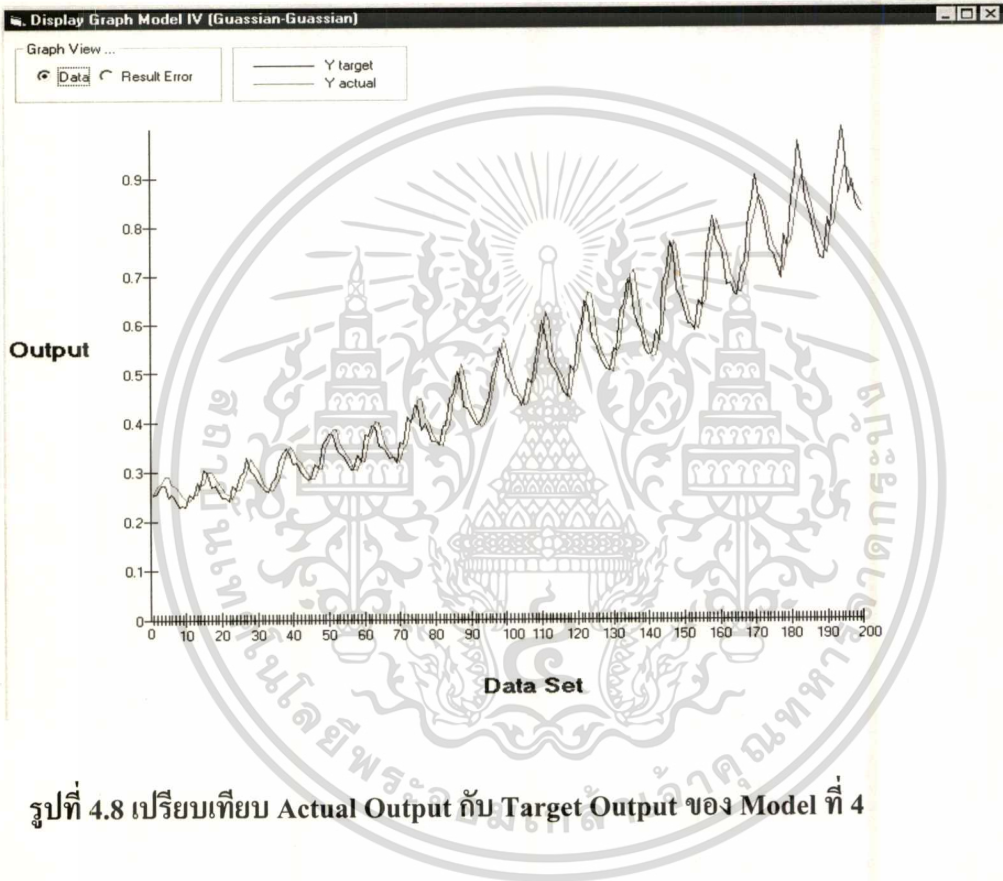
ใน model ที่ 3 เมื่อทำการปรับน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ เมื่อถึงจุดที่ยอมรับได้ที่ต้องการ (Threshold) หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นจึงนำมาวาดกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Actual Output) กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง (Target Output) จะได้



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของ Model ที่ 3

4.9 กราฟที่ได้จากทำงานของ Model ที่ 4 (Guassian-Guassian)

ใน model ที่ 4 เมื่อทำการปรับน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ เมื่อถึงจุดที่ยอมรับได้ที่ต้องการ (Threshold) หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นจึงนำมาวาดกราฟ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Actual Output) กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง (Target Output) จะได้



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของ Model ที่ 4

4.10 ส่วนวิธีการ Combine Model

หน้าจอในส่วนของ Model Combine หลังจากที่ผ่านมาขั้นตอนของการเรียนรู้ทั้ง 4 models ที่ผ่านมา นำค่าของข้อผิดพลาดที่ยอมรับได้ของแต่ละ model มาผ่านขั้นตอนในการเรียนรู้ของวิธีการ Combine

ROW	X1	X2	X3	X4	Y1
1	.3878092	.3667264	.3615633	.3591251	.3339548
2	.3667264	.3615633	.3591251	.3339548	.3842954
3	.3615633	.3591251	.3339548	.3842954	.3723916
4	.3591251	.3339548	.3842954	.3723916	.4224453
5	.3339548	.3842954	.3723916	.4224453	.4288275
6	.3842954	.3723916	.4224453	.4288275	.4582288
7	.3723916	.3723916	.3723916	.3723916	.3723916
8	.4224453	.4288275	.4582288	.4565077	.4127644
9	.4288275	.4582288	.4565077	.4127644	.404446
10	.4582288	.4565077	.4127644	.404446	.3893152
11	.4565077	.4127644	.404446	.3893152	.3870921
12	.4127644	.404446	.3893152	.3870921	.3881678
13	.404446	.3893152	.3870921	.3881678	.3686626

Data Set	netComb	Y target	Err Combine
1	.000147	.2532585	.2531115
2	.000411	.2565583	.2561473
3	.000183	.2730573	.2728743
4	.000346	.2723973	.2720513
5	.00083	.2474839	.2466539
6	.00012	.2537535	.2536335
7	.000147	.2451741	.2450271
8	.000489	.2299951	.2295061
9	.000075	.2324699	.2323949
10	.000018	.2288401	.2288221
11	.000003	.2545784	.2545754
12	.000006	.2478139	.2478079
13	.000159	.2793269	.2791679

Data set	WCombine1	WCombine2	WCombine3	WCombine4
1	.042064	.000707	0	.759707
2	.216636	.004213	0	.604807
3	.071489	.004963	0	.788125
4	.609338	.017253	0	.259075
5	.772125	.041202	0	.108262
6	.900062	.023563	0	.04289
7	.843478	.060064	0	.060386
8	.621431	.174833	0	.128305
9	.748458	.167478	0	.0568
10	.844211	.12847	0	.020465
11	.001362	.001912	0	.005505
12	.013173	.614102	0	.368461
13	.03967	.070503	0	.097604

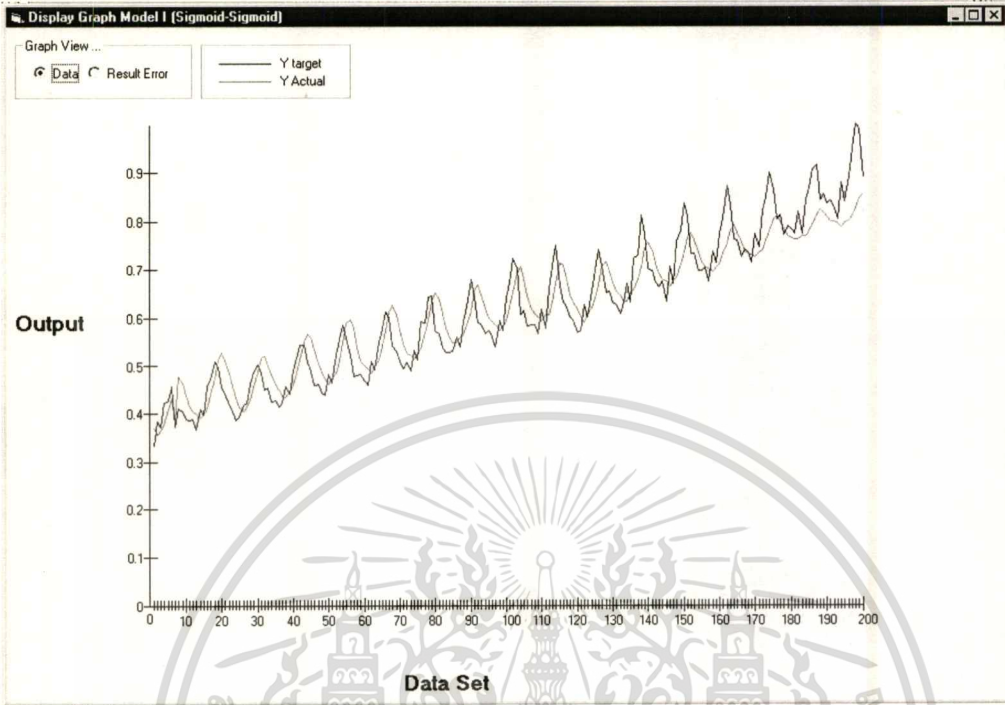
รูปที่ 4.9 หน้าจอของ Model Combine

4.11 ส่วนของขั้นตอนทดสอบ กับเพิ่ม Test_electric.txt

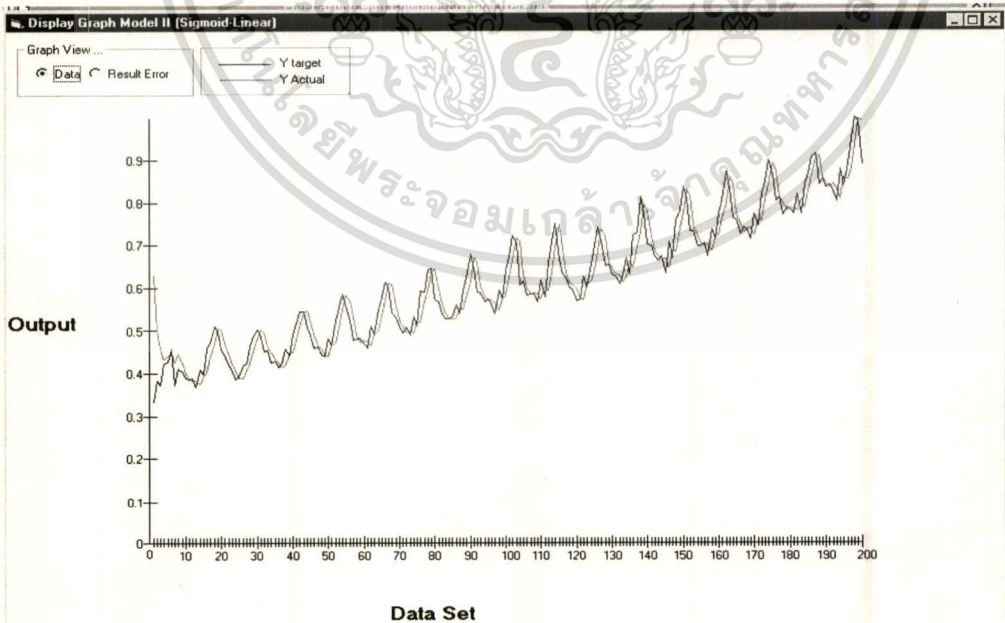
หลังจากได้มีการเรียนรู้ด้วย model ต่างๆแล้วจากนั้น จะนำข้อมูลจากเพิ่ม test_electric.txt เพื่อทดสอบว่ากับข้อมูลที่มีอยู่จริง ว่าให้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร ในแต่ละโมเดล

- กราฟของการทดสอบ (testing) ใน model ที่ 1 ดังรูปที่ 4.10
- กราฟของการทดสอบ (testing) ใน model ที่ 1 ดังรูปที่ 4.11
- กราฟของการทดสอบ (testing) ใน model ที่ 1 ดังรูปที่ 4.12
- กราฟของการทดสอบ (testing) ใน model ที่ 1 ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

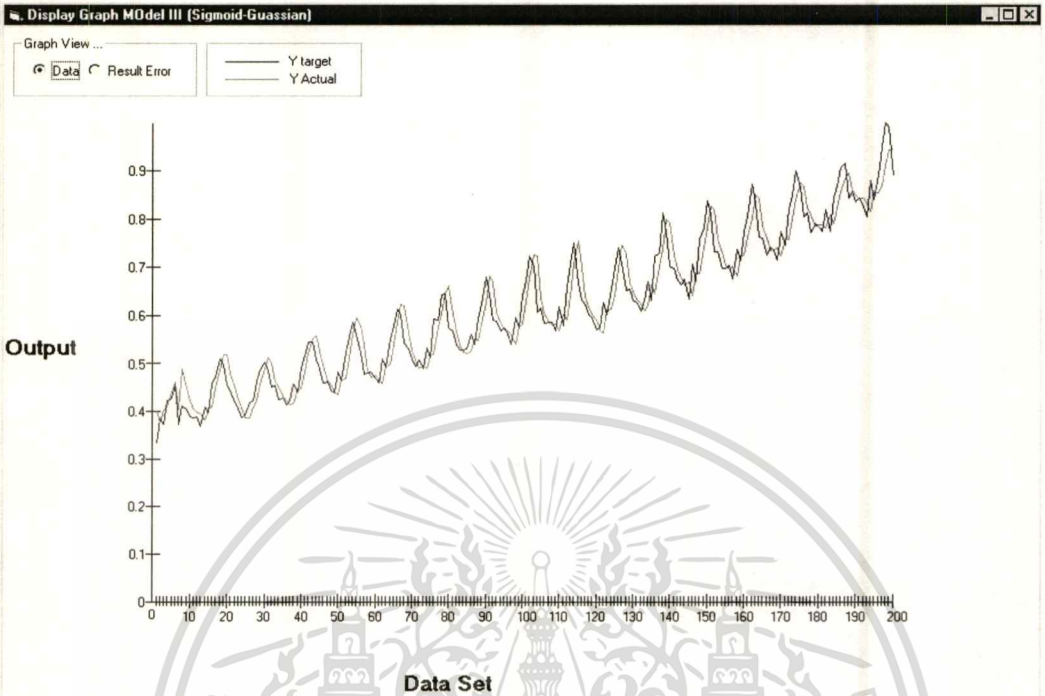


รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ model ที่ 1

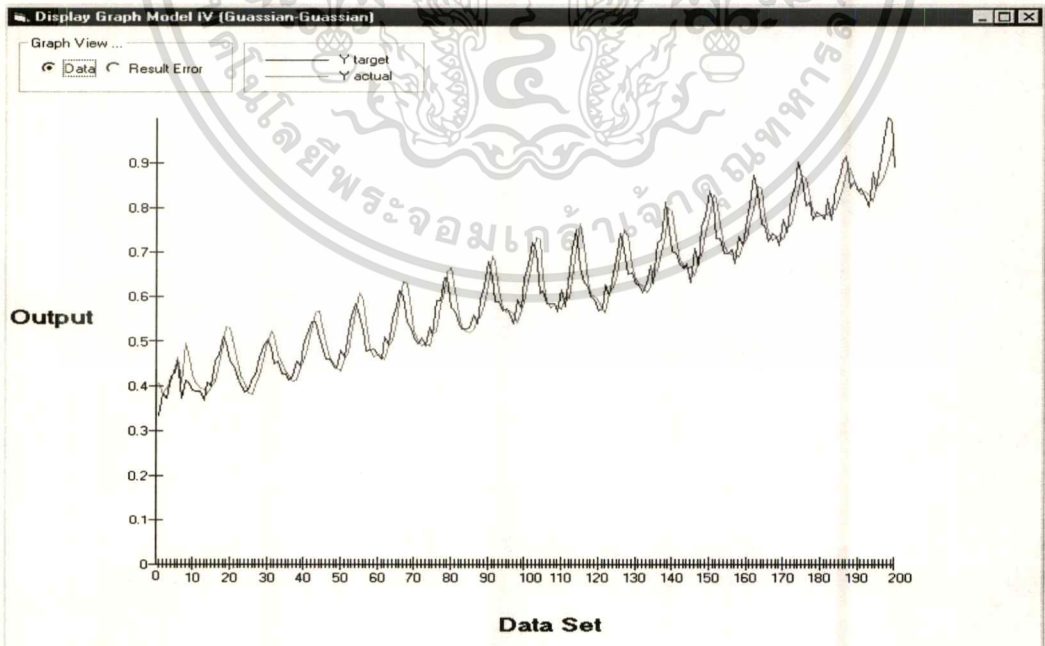


รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output ของขบวนการทดสอบ model ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output
ของขบวนการทดสอบ model ที่ 3



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบ Actual Output กับ Target Output
ของขบวนการทดสอบ model ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 สรุปผลการทดลอง

1. ค่าที่ได้จากแต่ละโมเดลมีค่าน้อยมาก
2. ใน Model ของ Neural Network ทั้ง 4 แบบ คือ แบบที่1 ใช้ function sigmoid ทั้ง Hidden Layer และ Output Layer แบบที่2 ใช้ function sigmoid ทั้ง Hidden Layer และ ใช้ function Linearที่Output Layer แบบที่3 ใช้ function sigmoid ทั้ง Hidden Layer และ ใช้ function Guassian ที่Output Layer แบบที่4 ใช้ function Guassian ทั้ง Hidden Layer และ ใช้ function Guassian ที่Output Layer จะได้การเรียนรู้แบบที่ 3 นั้น สามารถเรียนรู้ได้ผลต่างของข้อผิดพลาดน้อยที่สุด
3. ทำการเก็บผลลัพธ์ Output ที่ได้จากการเรียนรู้ของแต่ละ model เอาไว้ใน Text File ของแต่ละmodel รวมทั้งบันทึกเพิ่มข้อผิดพลาดของแต่ละ model เอาไว้ด้วย แล้วทำการ Plot Graph ของแต่ละ model ออกมาเปรียบเทียบเพื่อให้ง่ายต่อการสังเกต
4. ในการนำ error ของแต่ละ model มาทำการรวมกัน Combine Model โดยการนำค่าความผิดพลาดที่เกิดในแต่ละโมเดล มาทำการหาค่าหน้าหนัก และคำนวณหาค่าความผิดพลาดที่ได้จาก Actual Output ของแต่ละ โมเดล จากนั้นทำการปรับน้ำหนักที่ได้ โดยการใช้ linear - function จะให้ ข้อผิดพลาดที่น้อย ทำให้ผลลัพธ์(Output)ที่ออกมาใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าวิธีการทั้ง 4 ที่ใช้มา

บทที่ 5

สรุป

5.1 สรุปโครงการ

ในโครงการนี้ ได้ทำการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) เพื่อต้องการศึกษากระบวนการในการเรียนรู้ของข้อมูลที่เข้ามา โดยแบ่งออกเป็น 5 โมเดลทั้งหมด

- โมเดลที่ 1 (Sigmoid-Sigmoid) คือใช้ Sigmoid function ที่ ชั้นซ่อน และ ชั้นผลลัพธ์
- โมเดลที่ 2 (Sigmoid-Linear) คือใช้ Sigmoid function ที่ ชั้นซ่อน และ Linear function ชั้นผลลัพธ์
- โมเดลที่ 3 (Sigmoid- Guassian) คือใช้ Sigmoid function ที่ ชั้นซ่อน และ Guassian function ชั้นผลลัพธ์
- โมเดลที่ 4 (Guassian- Guassian) คือใช้ Guassian function ที่ ชั้นซ่อน และ ชั้นผลลัพธ์
- โมเดลที่ 5 เป็นวิธีการ Combine Model คือ การนำผลลัพธ์ที่ได้จากชั้นตอนทั้ง 4 โมเดล หาน้ำหนักโดยการหาค่าของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นว่าแต่ละโมเดลที่ได้ มีค่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของโมเดลทั้งหมด จากนั้นนำมาคำนวณ โดยการใช้ Linear function นำกลับไปปรับค่าน้ำหนักรวมที่เกิดขึ้น

ซึ่งจากการเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ใน โมเดลที่ 1-4 นั้น เมื่อทำการเรียงตามลำดับที่ได้จากการเรียนรู้ โดยการเปรียบเทียบว่ามีค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยรวมจากน้อยไปหามาก จะได้ ตามลำดับดังนี้

1. Model ที่ 3 (Sigmoid- Guassian)
2. Model ที่ 4(Guassian- Guassian)
3. Model ที่ 3 (Sigmoid- Sigmoid)
4. Model ที่ 2 (Sigmoid- Linear)

เนื่องมาจากฟังก์ชันของแต่ละ โมเดลไม่เหมือนกัน จึงให้ค่าข้อผิดพลาดในการเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ Sigmoid function ที่ ชั้นซ่อน กับ Guassian function ที่ชั้นผลลัพธ์จะให้ค่าน้อยที่สุด

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ ในการทดลอง

1. ในการเรียนรู้ (learning) แต่ละครั้ง ของแต่ละ model อาจจะใช้เวลานาน เพื่อหาจุด optimum error ที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองในแต่ละครั้งนั้น จะให้ค่าไม่เท่ากันทุกครั้ง จะต้องอาศัยการทดลองเรียนรู้หลายๆครั้ง จนกระทั่งคิดว่าค่า Threshold ที่ทำการทดสอบนั้น เป็นค่า Optimum Error แล้ว
2. ในการเรียนรู้ และ การทดสอบนั้น ข้อมูลที่นำมาใช้จะต้องเป็นข้อมูลที่มาจกแหล่งเดียวกัน หมายความว่า จะต้องรู้จักข้อมูลในอดีตมาก่อน
3. เป็นการเรียนรู้แบบ Off-Line ในแต่ละ model เมื่อมีการเรียนรู้แล้ว จะทำการเก็บค่าน้ำหนักที่เกิดขึ้นจากการปรับค่าแล้ว มาใช้ในการทดสอบ (testing) ต่อไปในแต่ละ model จากนั้นจึงนำไปเข้าขบวนการ Combine ทำการรวมกันเพื่อให้ได้ข้อผิดพลาดของผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง กับผลลัพธ์จริงน้อยที่สุด ในขั้นตอนต่างๆต้องใช้เวลาานกว่าจะได้ผลลัพธ์สุดท้าย
4. ในการวาดกราฟ ของข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากผลต่างระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง กับผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง และกราฟของข้อผิดพลาดรวมของแต่ละรอบในการเรียนรู้ มีค่าเป็นเลขทศนิยมจำนวนน้อยมาก และไม่เท่ากันในแต่ละ model รวมทั้งจำนวนรอบบางโมเดลมีค่ามาก ทำให้การคำนวณสเกลเพื่อใช้ในการวาดมีความยากลำบาก

5.3 ข้อเสนอแนะ และส่วนที่จะต้องปรับปรุงต่อไป

1. เพิ่มส่วนของการแปลงข้อมูล ให้อยู่ในช่วง 0-1 จากข้อมูลที่ได้รับมาจริง
2. ส่วนของกราฟที่ใช้ในการเปรียบเทียบรวมทั้ง 5 model
3. เพิ่มส่วนของการวาดกราฟของขั้นตอนในการทดสอบ (Testing)
4. ทำการเขียนโปรแกรมในส่วนของการปรับค่าอัตราการเรียนรู้ (learning rate) ได้

บรรณานุกรม

- Aleksander, Igor. 1989. **Neural Computing Architectures**. Hampshire: Chapman & Hall.
- Freeman , James A. and Skapura, David M. 1992. **Neural Networks Algorithms, Applications and Programming Techniques**. Wisley .
- Hagan, Martin T. and Demuth, Howard B. 1996. **Neural Network Desing**. PWS .
- Hashem, S. and Scheiser, B. 1993. **Approximating a Function and its Derivatives Using MSE-Optimal Linear Combinations of Trained Feedforward Neural Networks**. Proceedings of the 1993 World Congress on Neural Networks, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates.
- Sherif, Hashem and Scheiser, Bruce. 1994. **An Efficient Model For Product Allocation Using Optimal Combinations Of Neural Networks**. Proceedings of the 1994 World Congress on Neural Networks, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates.
- Thammano,A., 1999. **A New learning algorithm for escaping local minima** .Proceeding of the 1999 IEEE International Syposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems. Phuket, Thailand.
- Wassorman, Philip D. 1997. **Advanced Method in Neural Network**. AddisonThomson
- Zurada, Jalcek M. 1992. **Introduction to Artificial Neural Systems**. Info Access & Distribution Pte Ltd. by Wess.

ภาคผนวก

ข้อมูลอินพุต (X1,X2,X3,X4) และเอาต์พุต(Y) ของการผลิตไฟฟ้า ม.ค. 1965 – สิงหาคม 1995 ชื่อแฟ้ม learning.txt เป็น text file ใช้สำหรับในการเรียนรู้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
1	0.212836	0.22752	0.222076	0.253259	0.256558
2	0.22752	0.222076	0.253259	0.256558	0.273057
3	0.222076	0.253259	0.256558	0.273057	0.272397
4	0.253259	0.256558	0.273057	0.272397	0.247484
5	0.256558	0.273057	0.272397	0.247484	0.253754
6	0.273057	0.272397	0.247484	0.253754	0.245174
7	0.272397	0.247484	0.253754	0.245174	0.229995
8	0.247484	0.253754	0.245174	0.229995	0.23247
9	0.253754	0.245174	0.229995	0.23247	0.22884
10	0.245174	0.229995	0.23247	0.22884	0.254578
11	0.229995	0.23247	0.22884	0.254578	0.247814
12	0.23247	0.22884	0.254578	0.247814	0.279327
13	0.22884	0.254578	0.247814	0.279327	0.266623
14	0.254578	0.247814	0.279327	0.266623	0.303745
15	0.247814	0.279327	0.266623	0.303745	0.294836
16	0.279327	0.266623	0.303745	0.294836	0.269098
17	0.266623	0.303745	0.294836	0.269098	0.272067
18	0.303745	0.294836	0.269098	0.272067	0.261673
19	0.294836	0.269098	0.272067	0.261673	0.247484
20	0.269098	0.272067	0.261673	0.247484	0.246989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
21	0.272067	0.261673	0.247484	0.246989	0.241379
22	0.261673	0.247484	0.246989	0.241379	0.271902
23	0.247484	0.246989	0.241379	0.271902	0.263158
24	0.246989	0.241379	0.271902	0.263158	0.293186
25	0.241379	0.271902	0.263158	0.293186	0.30094
26	0.271902	0.263158	0.293186	0.30094	0.328989
27	0.263158	0.293186	0.30094	0.328989	0.302755
28	0.293186	0.30094	0.328989	0.302755	0.294836
29	0.30094	0.328989	0.302755	0.294836	0.280317
30	0.328989	0.302755	0.294836	0.280317	0.269427
31	0.294836	0.280317	0.269427	0.271407	0.263488
32	0.280317	0.269427	0.271407	0.263488	0.260188
33	0.269427	0.271407	0.263488	0.260188	0.281967
34	0.271407	0.263488	0.260188	0.281967	0.289721
35	0.263488	0.260188	0.281967	0.289721	0.319419
36	0.260188	0.281967	0.289721	0.319419	0.338558
37	0.281967	0.289721	0.319419	0.338558	0.347302
38	0.289721	0.319419	0.338558	0.347302	0.332618
39	0.319419	0.338558	0.347302	0.332618	0.315789
40	0.338558	0.347302	0.332618	0.315789	0.317604
41	0.347302	0.332618	0.315789	0.317604	0.30094
42	0.332618	0.315789	0.317604	0.30094	0.291206
43	0.315789	0.317604	0.30094	0.291206	0.283947
44	0.317604	0.30094	0.291206	0.283947	0.289061
45	0.30094	0.291206	0.283947	0.289061	0.315789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
46	0.291206	0.283947	0.289061	0.315789	0.306385
47	0.283947	0.289061	0.315789	0.306385	0.356212
48	0.289061	0.315789	0.306385	0.356212	0.362151
49	0.315789	0.306385	0.356212	0.362151	0.37733
50	0.306385	0.356212	0.362151	0.37733	0.375516
51	0.356212	0.362151	0.37733	0.375516	0.345818
52	0.362151	0.37733	0.375516	0.345818	0.339053
53	0.37733	0.375516	0.345818	0.339053	0.330639
54	0.375516	0.345818	0.339053	0.330639	0.317439
55	0.345818	0.339053	0.330639	0.317439	0.305395
56	0.339053	0.330639	0.317439	0.305395	0.303415
57	0.330639	0.317439	0.305395	0.303415	0.333113
58	0.317439	0.305395	0.303415	0.333113	0.319584
59	0.305395	0.303415	0.333113	0.319584	0.374526
60	0.303415	0.333113	0.319584	0.374526	0.371391
61	0.333113	0.319584	0.374526	0.371391	0.393004
62	0.319584	0.374526	0.371391	0.393004	0.390035
63	0.374526	0.371391	0.393004	0.390035	0.351262
64	0.371391	0.393004	0.390035	0.351262	0.348127
65	0.393004	0.390035	0.351262	0.348127	0.341858
66	0.390035	0.351262	0.348127	0.341858	0.326679
67	0.351262	0.348127	0.341858	0.326679	0.329154
68	0.348127	0.341858	0.326679	0.329154	0.318759
69	0.341858	0.326679	0.329154	0.318759	0.358192
70	0.326679	0.329154	0.318759	0.358192	0.356707

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
71	0.329154	0.318759	0.358192	0.356707	0.410658
72	0.318759	0.358192	0.356707	0.410658	0.399934
74	0.358192	0.356707	0.410658	0.399934	0.435737
75	0.356707	0.410658	0.399934	0.435737	0.433922
76	0.410658	0.399934	0.435737	0.433922	0.383435
77	0.399934	0.435737	0.433922	0.383435	0.397954
78	0.435737	0.433922	0.383435	0.397954	0.376836
79	0.433922	0.383435	0.397954	0.376836	0.360667
80	0.383435	0.397954	0.376836	0.360667	0.360337
81	0.397954	0.376836	0.360667	0.360337	0.353737
82	0.376836	0.360667	0.360337	0.353737	0.392509
83	0.360667	0.360337	0.353737	0.392509	0.393169
84	0.360337	0.353737	0.392509	0.393169	0.448276
85	0.353737	0.392509	0.393169	0.448276	0.45768
86	0.392509	0.393169	0.448276	0.45768	0.503382
87	0.393169	0.448276	0.45768	0.503382	0.476984
88	0.448276	0.45768	0.503382	0.476984	0.431117
89	0.45768	0.503382	0.476984	0.431117	0.428972
90	0.503382	0.476984	0.431117	0.428972	0.411318
91	0.476984	0.431117	0.428972	0.411318	0.397624
92	0.431117	0.428972	0.411318	0.397624	0.394324
93	0.428972	0.411318	0.397624	0.394324	0.406369
94	0.411318	0.397624	0.394324	0.406369	0.431612
95	0.397624	0.394324	0.406369	0.431612	0.451081
96	0.394324	0.406369	0.431612	0.451081	0.490018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
97	0.406369	0.431612	0.451081	0.490018	0.515591
98	0.431612	0.451081	0.490018	0.515591	0.551394
99	0.451081	0.490018	0.515591	0.551394	0.529121
101	0.490018	0.515591	0.551394	0.529121	0.489028
102	0.515591	0.551394	0.529121	0.489028	0.481604
103	0.551394	0.529121	0.489028	0.481604	0.45603
104	0.529121	0.489028	0.481604	0.45603	0.450751
105	0.489028	0.481604	0.45603	0.450751	0.432602
106	0.481604	0.45603	0.450751	0.432602	0.445141
107	0.45603	0.450751	0.432602	0.445141	0.486718
108	0.450751	0.432602	0.445141	0.486718	0.477644
109	0.432602	0.445141	0.486718	0.477644	0.527966
110	0.445141	0.486718	0.477644	0.527966	0.562283
111	0.486718	0.477644	0.527966	0.562283	0.606996
112	0.477644	0.527966	0.562283	0.606996	0.573008
113	0.527966	0.562283	0.606996	0.573008	0.520376
114	0.562283	0.606996	0.573008	0.520376	0.512622
115	0.606996	0.573008	0.520376	0.512622	0.503547
116	0.573008	0.520376	0.512622	0.503547	0.481439
117	0.520376	0.512622	0.503547	0.481439	0.45966
118	0.512622	0.503547	0.481439	0.45966	0.451906
119	0.503547	0.481439	0.45966	0.451906	0.515591
120	0.481439	0.45966	0.451906	0.515591	0.500412
121	0.45966	0.451906	0.515591	0.500412	0.575153
122	0.451906	0.515591	0.500412	0.575153	0.604026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
123	0.515591	0.500412	0.575153	0.604026	0.647913
124	0.500412	0.575153	0.604026	0.647913	0.635374
125	0.575153	0.604026	0.647913	0.635374	0.570203
126	0.604026	0.647913	0.635374	0.570203	0.559314
127	0.647913	0.635374	0.570203	0.559314	0.541165
128	0.635374	0.570203	0.559314	0.541165	0.522356
129	0.570203	0.559314	0.541165	0.522356	0.508167
130	0.559314	0.541165	0.522356	0.508167	0.506352
131	0.541165	0.522356	0.508167	0.506352	0.551064
132	0.522356	0.508167	0.506352	0.551064	0.546115
133	0.508167	0.506352	0.551064	0.546115	0.626629
134	0.506352	0.551064	0.546115	0.626629	0.640653
135	0.551064	0.546115	0.626629	0.640653	0.69147
136	0.546115	0.626629	0.640653	0.69147	0.6951
137	0.626629	0.640653	0.69147	0.6951	0.62135
138	0.640653	0.69147	0.6951	0.62135	0.598581
139	0.69147	0.6951	0.62135	0.598581	0.580762
140	0.6951	0.62135	0.598581	0.580762	0.548094
141	0.62135	0.598581	0.580762	0.548094	0.536215
142	0.598581	0.580762	0.548094	0.536215	0.54232
143	0.580762	0.548094	0.536215	0.54232	0.586042
144	0.548094	0.536215	0.54232	0.586042	0.567563
145	0.536215	0.54232	0.586042	0.567563	0.6852
146	0.54232	0.586042	0.567563	0.6852	0.703679
147	0.586042	0.567563	0.6852	0.703679	0.768025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
148	0.567563	0.6852	0.703679	0.768025	0.741132
149	0.6852	0.703679	0.768025	0.741132	0.668372
150	0.703679	0.768025	0.741132	0.668372	0.654512
151	0.768025	0.741132	0.668372	0.654512	0.628114
152	0.741132	0.668372	0.654512	0.628114	0.600396
153	0.668372	0.654512	0.628114	0.600396	0.601716
154	0.654512	0.628114	0.600396	0.601716	0.587362
155	0.628114	0.600396	0.601716	0.587362	0.648243
156	0.600396	0.601716	0.587362	0.648243	0.636529
157	0.601716	0.587362	0.648243	0.636529	0.739977
158	0.587362	0.648243	0.636529	0.739977	0.774955
159	0.648243	0.636529	0.739977	0.774955	0.821152
160	0.636529	0.739977	0.774955	0.821152	0.771325
161	0.739977	0.774955	0.821152	0.771325	0.758291
162	0.774955	0.821152	0.771325	0.758291	0.740967
163	0.821152	0.771325	0.758291	0.740967	0.680911
164	0.771325	0.758291	0.740967	0.680911	0.683716
165	0.758291	0.740967	0.680911	0.683716	0.662267
166	0.740967	0.680911	0.683716	0.662267	0.658967
167	0.680911	0.683716	0.662267	0.658967	0.712754
168	0.683716	0.662267	0.658967	0.712754	0.725953
169	0.662267	0.658967	0.712754	0.725953	0.825276
170	0.658967	0.712754	0.725953	0.825276	0.83996
171	0.712754	0.725953	0.825276	0.83996	0.902656
172	0.725953	0.825276	0.83996	0.902656	0.856789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
173	0.825276	0.83996	0.902656	0.856789	0.824451
174	0.83996	0.902656	0.856789	0.824451	0.781554
175	0.902656	0.856789	0.824451	0.781554	0.750041
176	0.856789	0.824451	0.781554	0.750041	0.742122
177	0.824451	0.781554	0.750041	0.742122	0.717703
178	0.781554	0.750041	0.742122	0.717703	0.693945
179	0.750041	0.742122	0.717703	0.693945	0.782544
180	0.742122	0.717703	0.693945	0.782544	0.755981
181	0.717703	0.693945	0.782544	0.755981	0.856459
182	0.693945	0.782544	0.755981	0.856459	0.900346
183	0.782544	0.755981	0.856459	0.900346	0.971952
184	0.755981	0.856459	0.900346	0.971952	0.92691
185	0.856459	0.900346	0.971952	0.92691	0.851015
186	0.900346	0.971952	0.92691	0.851015	0.829896
187	0.971952	0.92691	0.851015	0.829896	0.791949
188	0.92691	0.851015	0.829896	0.791949	0.76786
189	0.851015	0.829896	0.791949	0.76786	0.734697
190	0.829896	0.791949	0.76786	0.734697	0.732552
191	0.791949	0.76786	0.734697	0.732552	0.815872
192	0.76786	0.734697	0.732552	0.815872	0.789969
193	0.734697	0.732552	0.815872	0.789969	0.895067
194	0.732552	0.815872	0.789969	0.895067	0.941429
195	0.815872	0.789969	0.895067	0.941429	1
196	0.789969	0.895067	0.941429	1	0.964527
197	0.895067	0.941429	1	0.964527	0.864874

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
198	0.941429	1	0.964527	0.864874	0.892262
199	1	0.964527	0.864874	0.892262	0.843755
200	0.964527	0.864874	0.892262	0.843755	0.831876
201	0.864874	0.892262	0.843755	0.831876	0.826266

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้คือ แฟ้ม learning.txt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ อินพุต (X1,X2,X3,X4) และเอาต์พุต(Y) ของการผลิตไฟฟ้า
ม.ค. 1965 – สิงหาคม 1995 ชื่อแฟ้ม testing_electric.txt เป็น text file

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
1	0.387809	0.366726	0.361563	0.359125	0.333955
2	0.366726	0.361563	0.359125	0.333955	0.384295
3	0.361563	0.359125	0.333955	0.384295	0.372392
4	0.359125	0.333955	0.384295	0.372392	0.422445
5	0.333955	0.384295	0.372392	0.422445	0.428828
6	0.384295	0.372392	0.422445	0.428828	0.458229
7	0.372392	0.372392	0.372392	0.372392	0.372392
8	0.422445	0.428828	0.458229	0.456508	0.412764
9	0.428828	0.458229	0.456508	0.412764	0.404446
10	0.458229	0.456508	0.412764	0.404446	0.389315
11	0.456508	0.412764	0.404446	0.389315	0.387092
12	0.412764	0.404446	0.389315	0.387092	0.388168
13	0.404446	0.389315	0.387092	0.388168	0.368663
14	0.389315	0.387092	0.388168	0.368663	0.40839
15	0.387092	0.388168	0.368663	0.40839	0.398279
16	0.388168	0.368663	0.40839	0.398279	0.456723
17	0.368663	0.40839	0.398279	0.456723	0.472714
18	0.40839	0.398279	0.456723	0.472714	0.509645
19	0.398279	0.456723	0.472714	0.509645	0.49602
20	0.456723	0.472714	0.509645	0.49602	0.455575

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
21	0.472714	0.509645	0.49602	0.455575	0.444962
22	0.509645	0.49602	0.455575	0.444962	0.418071
23	0.49602	0.455575	0.444962	0.418071	0.404876
24	0.455575	0.444962	0.418071	0.404876	0.38573
25	0.444962	0.418071	0.404876	0.38573	0.393618
26	0.418071	0.404876	0.38573	0.393618	0.417641
27	0.404876	0.38573	0.393618	0.417641	0.423593
28	0.38573	0.393618	0.417641	0.423593	0.464826
29	0.393618	0.417641	0.423593	0.464826	0.487271
30	0.417641	0.423593	0.464826	0.487271	0.50398
31	0.423593	0.464826	0.487271	0.50398	0.485909
32	0.464826	0.487271	0.50398	0.485909	0.44991
33	0.487271	0.50398	0.485909	0.44991	0.456221
34	0.50398	0.485909	0.44991	0.456221	0.425959
35	0.485909	0.44991	0.456221	0.425959	0.42725
36	0.44991	0.456221	0.425959	0.42725	0.413697
37	0.456221	0.425959	0.42725	0.413697	0.422158
38	0.425959	0.42725	0.413697	0.422158	0.456579
39	0.42725	0.413697	0.422158	0.456579	0.442094
40	0.413697	0.422158	0.456579	0.442094	0.492506
41	0.422158	0.456579	0.442094	0.492506	0.516386
42	0.456579	0.442094	0.492506	0.516386	0.54507
43	0.442094	0.492506	0.516386	0.54507	0.543636
44	0.492506	0.516386	0.54507	0.543636	0.508426
45	0.516386	0.54507	0.543636	0.508426	0.49057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
46	0.54507	0.543636	0.508426	0.49057	0.45952
47	0.543636	0.508426	0.49057	0.45952	0.461456
48	0.508426	0.49057	0.45952	0.461456	0.442883
49	0.49057	0.45952	0.461456	0.442883	0.440158
50	0.45952	0.461456	0.442883	0.440158	0.481678
51	0.461456	0.442883	0.440158	0.481678	0.463966
52	0.442883	0.440158	0.481678	0.463966	0.524346
53	0.440158	0.481678	0.463966	0.524346	0.556687
54	0.481678	0.463966	0.524346	0.556687	0.585945
55	0.463966	0.524346	0.556687	0.585945	0.55848
56	0.524346	0.556687	0.585945	0.55848	0.524274
57	0.556687	0.585945	0.55848	0.524274	0.478953
58	0.585945	0.55848	0.524274	0.478953	0.480746
59	0.55848	0.524274	0.478953	0.480746	0.48218
60	0.524274	0.478953	0.480746	0.48218	0.469846
61	0.478953	0.480746	0.48218	0.469846	0.460882
62	0.480746	0.48218	0.469846	0.460882	0.509502
63	0.48218	0.469846	0.460882	0.509502	0.492578
64	0.469846	0.460882	0.509502	0.492578	0.55095
65	0.460882	0.509502	0.492578	0.55095	0.579563
66	0.509502	0.492578	0.55095	0.579563	0.613482
67	0.492578	0.55095	0.579563	0.613482	0.601362
68	0.55095	0.579563	0.613482	0.601362	0.541628
69	0.579563	0.613482	0.601362	0.541628	0.530513
70	0.613482	0.601362	0.541628	0.530513	0.510004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
71	0.601362	0.541628	0.530513	0.510004	0.493797
72	0.541628	0.530513	0.510004	0.493797	0.507494
74	0.530513	0.510004	0.493797	0.507494	0.489064
75	0.510004	0.493797	0.507494	0.489064	0.532521
76	0.493797	0.507494	0.489064	0.532521	0.512227
77	0.507494	0.489064	0.532521	0.512227	0.592399
78	0.489064	0.532521	0.512227	0.592399	0.590893
79	0.532521	0.512227	0.592399	0.590893	0.643743
80	0.512227	0.592399	0.590893	0.643743	0.644747
81	0.592399	0.590893	0.643743	0.644747	0.575547
82	0.590893	0.643743	0.644747	0.575547	0.5673
83	0.643743	0.644747	0.575547	0.5673	0.538544
84	0.644747	0.575547	0.5673	0.538544	0.529294
85	0.575547	0.5673	0.538544	0.529294	0.528218
86	0.5673	0.538544	0.529294	0.528218	0.53166
87	0.538544	0.529294	0.528218	0.53166	0.561061
88	0.529294	0.528218	0.53166	0.561061	0.539548
89	0.528218	0.53166	0.561061	0.539548	0.593689
90	0.53166	0.561061	0.539548	0.593689	0.624381
91	0.561061	0.539548	0.593689	0.624381	0.680244
92	0.539548	0.593689	0.624381	0.680244	0.643456
93	0.593689	0.624381	0.680244	0.643456	0.590247
94	0.624381	0.680244	0.643456	0.590247	0.588455
95	0.680244	0.643456	0.590247	0.588455	0.568447
96	0.643456	0.590247	0.588455	0.568447	0.573611

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
97	0.590247	0.588455	0.568447	0.573611	0.561778
98	0.588455	0.568447	0.573611	0.561778	0.539333
99	0.568447	0.573611	0.561778	0.539333	0.594048
101	0.573611	0.561778	0.539333	0.594048	0.573611
102	0.561778	0.539333	0.594048	0.573611	0.64109
103	0.539333	0.594048	0.573611	0.64109	0.672714
104	0.594048	0.573611	0.64109	0.672714	0.722696
105	0.573611	0.64109	0.672714	0.722696	0.702474
106	0.64109	0.672714	0.722696	0.702474	0.607458
107	0.672714	0.722696	0.702474	0.607458	0.614701
108	0.722696	0.702474	0.607458	0.614701	0.584439
109	0.702474	0.607458	0.614701	0.584439	0.58573
110	0.607458	0.614701	0.584439	0.58573	0.585586
111	0.614701	0.584439	0.58573	0.585586	0.566726
112	0.584439	0.58573	0.585586	0.566726	0.617139
113	0.58573	0.585586	0.566726	0.617139	0.578774
114	0.585586	0.566726	0.617139	0.578774	0.658157
115	0.566726	0.617139	0.578774	0.658157	0.707996
116	0.617139	0.578774	0.658157	0.707996	0.751237
117	0.578774	0.658157	0.707996	0.751237	0.666619
118	0.658157	0.707996	0.751237	0.666619	0.632341
119	0.707996	0.751237	0.666619	0.632341	0.623664
120	0.751237	0.666619	0.632341	0.623664	0.601004
121	0.666619	0.632341	0.623664	0.601004	0.594693
122	0.632341	0.623664	0.601004	0.594693	0.569523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
123	0.623664	0.601004	0.594693	0.569523	0.573754
124	0.601004	0.594693	0.569523	0.573754	0.627035
125	0.594693	0.569523	0.573754	0.627035	0.602151
126	0.569523	0.573754	0.627035	0.602151	0.653639
127	0.573754	0.627035	0.602151	0.653639	0.700825
128	0.627035	0.602151	0.653639	0.700825	0.742775
129	0.602151	0.653639	0.700825	0.742775	0.706275
130	0.653639	0.700825	0.742775	0.706275	0.651345
131	0.700825	0.742775	0.706275	0.651345	0.655647
132	0.742775	0.706275	0.651345	0.655647	0.631051
133	0.706275	0.651345	0.655647	0.631051	0.62682
134	0.651345	0.655647	0.631051	0.62682	0.608964
135	0.655647	0.631051	0.62682	0.608964	0.630692
136	0.631051	0.62682	0.608964	0.630692	0.670778
137	0.62682	0.608964	0.630692	0.670778	0.630764
138	0.608964	0.630692	0.670778	0.630764	0.722266
139	0.630692	0.670778	0.630764	0.722266	0.72958
140	0.670778	0.630764	0.722266	0.72958	0.812191
141	0.630764	0.722266	0.72958	0.812191	0.770455
142	0.722266	0.72958	0.812191	0.770455	0.703191
143	0.72958	0.812191	0.770455	0.703191	0.698458
144	0.812191	0.770455	0.703191	0.698458	0.672141
145	0.770455	0.703191	0.698458	0.672141	0.66289
146	0.703191	0.698458	0.672141	0.66289	0.674579
147	0.698458	0.672141	0.66289	0.674579	0.632987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
148	0.672141	0.66289	0.674579	0.632987	0.708498
149	0.66289	0.674579	0.632987	0.708498	0.671495
150	0.674579	0.632987	0.708498	0.671495	0.758695
151	0.632987	0.708498	0.671495	0.758695	0.78157
152	0.708498	0.671495	0.758695	0.78157	0.838078
153	0.671495	0.758695	0.78157	0.838078	0.808892
154	0.758695	0.78157	0.838078	0.808892	0.732019
155	0.78157	0.838078	0.808892	0.732019	0.732305
156	0.838078	0.808892	0.732019	0.732305	0.697383
157	0.808892	0.732019	0.732305	0.697383	0.697096
158	0.732019	0.732305	0.697383	0.697096	0.70606
159	0.732305	0.697383	0.697096	0.70606	0.674579
160	0.697383	0.697096	0.70606	0.674579	0.736106
161	0.697096	0.70606	0.674579	0.736106	0.714952
162	0.70606	0.674579	0.736106	0.714952	0.774543
163	0.674579	0.736106	0.714952	0.774543	0.806454
164	0.736106	0.714952	0.774543	0.806454	0.872499
165	0.714952	0.774543	0.806454	0.872499	0.830262
166	0.774543	0.806454	0.872499	0.830262	0.763356
167	0.806454	0.872499	0.830262	0.763356	0.761061
168	0.872499	0.830262	0.763356	0.761061	0.724561
169	0.830262	0.763356	0.761061	0.724561	0.742058
170	0.763356	0.761061	0.724561	0.742058	0.735963
171	0.761061	0.724561	0.742058	0.735963	0.715167
172	0.724561	0.742058	0.735963	0.715167	0.774686

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุต (INPUT)				เอาต์พุต (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
173	0.742058	0.735963	0.715167	0.774686	0.746432
174	0.735963	0.715167	0.774686	0.746432	0.821657
175	0.715167	0.774686	0.746432	0.821657	0.849408
176	0.774686	0.746432	0.821657	0.849408	0.90061
177	0.746432	0.821657	0.849408	0.90061	0.865543
178	0.821657	0.849408	0.90061	0.865543	0.804661
179	0.849408	0.90061	0.865543	0.804661	0.813051
180	0.90061	0.865543	0.804661	0.813051	0.771674
181	0.865543	0.804661	0.813051	0.771674	0.789674
182	0.804661	0.813051	0.771674	0.789674	0.783292
183	0.813051	0.771674	0.789674	0.783292	0.773754
184	0.771674	0.789674	0.783292	0.773754	0.819433
185	0.789674	0.783292	0.773754	0.819433	0.773611
186	0.783292	0.773754	0.819433	0.773611	0.844174
187	0.773754	0.819433	0.773611	0.844174	0.867981
188	0.819433	0.773611	0.844174	0.867981	0.905988
189	0.773611	0.844174	0.867981	0.905988	0.915884
190	0.844174	0.867981	0.905988	0.915884	0.8436
191	0.867981	0.905988	0.915884	0.8436	0.857368
192	0.905988	0.915884	0.8436	0.857368	0.835138
193	0.915884	0.8436	0.857368	0.835138	0.842596
194	0.8436	0.857368	0.835138	0.842596	0.823593
195	0.857368	0.835138	0.842596	0.823593	0.803012
196	0.835138	0.842596	0.823593	0.803012	0.879527
197	0.842596	0.823593	0.803012	0.879527	0.839297

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	อินพุท (INPUT)				เอาต์พุท (OUTPUT)
	X1	X2	X3	X4	Y
198	0.823593	0.803012	0.879527	0.839297	0.89057
199	0.803012	0.879527	0.839297	0.89057	0.950807
200	0.879527	0.839297	0.89057	0.950807	1
201	0.839297	0.89057	0.950807	1	0.992399
202	0.89057	0.950807	1	0.992399	0.888275
203	0.950807	1	0.992399	0.888275	0.899677
204	1	0.992399	0.888275	0.899677	0.863248
205	0.992399	0.888275	0.899677	0.863248	0.858874

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการเรียนรู้กับผลลัพธ์จริง ผลต่างของ ผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการ
เรียนรู้ยกกำลังสอง ของ Model ที่ 1

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
1	0.256558	.218995	0
2	0.273057	.231445	.001174
3	0.272397	.243727	.000631
4	0.247484	.258645	.00086
5	0.253754	.266401	.000189
6	0.245174	.260424	.000358
7	0.229995	.252821	.000044
8	0.23247	.246211	.000058
9	0.22884	.238312	.000263
10	0.254578	.231513	.000034
11	0.247814	.227637	.000007
12	0.279327	.235991	.000726
13	0.266623	.242725	.00014
14	0.303745	.258048	.00134
15	0.294836	.264732	.000074
16	0.269098	.281908	.001522
17	0.272067	.291417	.000167
18	0.261673	.286241	.000498
19	0.247484	.274801	.000201
20	0.246989	.265509	.000172
21	0.241379	.256124	.000325
22	0.271902	.247838	.000083
23	0.263158	.242109	.000042
24	0.293186	.242109	.000888

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
25	0.30094	.251122	.000145
26	0.328989	.258753	.001186
27	0.302755	.274334	.000708
28	0.294836	.288476	.001641
29	0.280317	.311138	.00007
30	0.269427	.314916	.000403
31	0.263488	.307312	.000729
32	0.260188	.291426	.000484
33	0.281967	.271061	.000057
34	0.289721	.265912	.000033
35	0.319419	.261709	.00041
36	0.338558	.267017	.000515
37	0.347302	.278304	.00169
38	0.332618	.299266	.001544
39	0.315789	.322865	.000597
40	0.317604	.343374	.000116
41	0.30094	.346461	.000941
42	0.291206	.334899	.000299
43	0.283947	.324243	.000543
44	0.289061	.313303	.000488
45	0.315789	.30208	.000329
46	0.306385	.290605	.000002
47	0.356212	.286921	.000833
48	0.362151	.29819	.000067
49	0.37733	.307188	.002403
50	0.375516	.331366	.000948
51	0.345818	.354633	.000515

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
52	0.339053	.377591	.000004
53	0.330639	.386114	.001624
54	0.317439	.375985	.001364
55	0.305395	.35868	.000786
56	0.303415	.343755	.000693
57	0.333113	.331948	.000705
58	0.319584	.318477	.000227
59	0.374526	.308728	.000595
60	0.371391	.317154	.000006
61	0.393004	.323973	.002556
62	0.390035	.349622	.000474
63	0.351262	.370416	.00051
64	0.348127	.393498	.000012
65	0.341858	.40208	.002582
66	0.326679	.388857	.001659
67	0.329154	.368561	.000713
68	0.318759	.35372	.000731
69	0.358192	.342806	.000186
70	0.356707	.335213	.000271
71	0.410658	.3277	.00093
72	0.399934	.34057	.00026
73	0.435737	.35525	.00307
74	0.433922	.389261	.000114
75	0.383435	.409893	.000668
76	0.397954	.435812	.000004
77	0.376836	.449388	.00435
78	0.360667	.435009	.001373

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
79	0.360337	.417338	.00164
80	0.353737	.400585	.001593
81	0.392509	.386659	.000693
82	0.393169	.373229	.00038
83	0.448276	.365444	.000733
84	0.45768	.379392	.00019
85	0.503382	.396017	.002731
86	0.476984	.431804	.00067
87	0.431117	.462526	.001669
88	0.428972	.501992	.000625
89	0.411318	.513931	.006858
90	0.397624	.493251	.004132
91	0.394324	.463785	.002753
92	0.406369	.441937	.001964
93	0.431612	.426245	.001019
94	0.451081	.413278	.000048
95	0.490018	.413165	.00034
96	0.515591	.42915	.000481
97	0.551394	.452975	.001372
98	0.529121	.486323	.000857
99	0.489028	.520537	.000952
100	0.481604	.556908	.000772
101	0.45603	.569187	.006425
102	0.450751	.55133	.004862
103	0.432602	.524467	.004684
104	0.445141	.499057	.002333
105	0.486718	.482499	.00249

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
106	0.477644	.464756	.000385
107	0.527966	.460157	.000706
108	0.562283	.479595	.000004
109	0.606996	.497691	.000917
110	0.573008	.52625	.001298
111	0.520376	.560552	.002157
112	0.512622	.604351	.000982
113	0.503547	.616559	.009251
114	0.481439	.592276	.006345
115	0.45966	.558547	.003025
116	0.451906	.538033	.003203
117	0.515591	.522102	.003899
118	0.500412	.499894	.002303
119	0.575153	.48037	.001241
120	0.604026	.4991	.000002
121	0.647913	.518922	.003162
122	0.635374	.559704	.001964
123	0.570203	.598803	.002412
124	0.559314	.64237	.000049
125	0.541165	.659482	.007971
126	0.522356	.640601	.006608
127	0.508167	.608489	.004533
128	0.506352	.581869	.003542
129	0.551064	.563804	.003095
130	0.546115	.545052	.001498
131	0.626629	.533103	.000323
132	0.640653	.547491	.000002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
133	0.69147	.563867	.003939
134	0.6951	.604124	.001334
135	0.62135	.638941	.002759
136	0.598581	.676975	.000329
137	0.580762	.696868	.005703
138	0.548094	.683789	.00726
139	0.536215	.651126	.004951
140	0.54232	.620771	.005282
141	0.586042	.596314	.003612
142	0.567563	.57387	.000995
143	0.6852	.563419	.000512
144	0.703679	.580729	.000173
145	0.768025	.592383	.008615
146	0.741132	.63878	.004212
147	0.668372	.682139	.007376
148	0.654512	.726718	.000208
149	0.628114	.739634	.005078
150	0.600396	.722245	.004588
151	0.601716	.691245	.003986
152	0.587362	.664965	.004169
153	0.648243	.643617	.001756
154	0.636529	.628261	.001673
155	0.739977	.61741	.000951
156	0.774955	.634599	.000004
157	0.821152	.649453	.008195
158	0.771325	.690982	.007051
159	0.758291	.729703	.008363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
160	0.740967	.764893	.000041
161	0.680911	.768494	.000104
162	0.683716	.75958	.000346
163	0.662267	.745064	.004116
164	0.658967	.722882	.001534
166	0.712754	.703339	.001687
167	0.725953	.687348	.000805
168	0.825276	.680096	.001067
169	0.83996	.692083	.001147
170	0.902656	.711946	.012844
171	0.856789	.750371	.008026
172	0.824451	.778769	.015348
173	0.781554	.805294	.002652
174	0.750041	.80979	.000215
175	0.742122	.801875	.000413
176	0.717703	.78156	.000993
177	0.693945	.761445	.000373
178	0.782544	.746334	.00082
179	0.755981	.733718	.001582
180	0.856459	.719327	.003996
181	0.900346	.733418	.000509
182	0.971952	.746657	.012057
183	0.92691	.775848	.0155
184	0.851015	.80233	.028772
185	0.829896	.831611	.009082
186	0.791949	.839134	.000141
188	0.76786	.826899	.000009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
189	0.734697	.805937	.000196
190	0.732552	.78711	.000371
191	0.815872	.771977	.00139
192	0.789969	.753748	.000449
193	0.895067	.741629	.005512
194	0.941429	.757626	.001046
195	1	.771325	.015312
196	0.964527	.797739	.020647
197	0.864874	.822451	.031524
198	0.892262	.846965	.013821
199	0.843755	.8533	.000134
200	0.831876	.83953	.002781
201	0.826266	.825595	.00033

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์จากการเรียนรู้กับผลลัพธ์จริง และ ผลต่างของ ผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จาก
การเรียนรู้ ยกกำลังสอง ของ Model ที่ 2 (Sigmoid-Linear)

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
1	0.256558	.517396	
2	0.273057	.436624	.069769
3	0.272397	.384222	.032424
4	0.247484	.354275	.012358
5	0.253754	.329406	.006704
6	0.245174	.294751	.006711
7	0.229995	.273721	.001681
8	0.23247	.260554	.000815
9	0.22884	.244804	.000934
10	0.254578	.235627	.000152
11	0.247814	.231802	.000046
12	0.279327	.245996	.000519
13	0.266623	.251904	.000003
14	0.303745	.270326	.000752
15	0.294836	.273256	.000014
16	0.269098	.293346	.00093
17	0.272067	.299785	.000002
18	0.261673	.283466	.000942
19	0.247484	.270477	.00013
20	0.246989	.263382	.000078
21	0.241379	.252354	.000253
22	0.271902	.245151	.000029
23	0.263158	.241243	.000014
24	0.293186	.258695	.00094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
25	0.30094	.266286	.00002
26	0.328989	.284227	.000724
27	0.302755	.298839	.000279
28	0.294836	.322416	.000909
29	0.280317	.315868	.000387
30	0.269427	.300887	.000442
31	0.263488	.283749	.000423
32	0.260188	.268359	.000205
33	0.281967	.264674	.000024
34	0.289721	.260575	.00002
35	0.319419	.27203	.000458
36	0.338558	.286575	.000313
37	0.347302	.310496	.001079
38	0.332618	.334009	.000787
39	0.315789	.348971	.000177
40	0.317604	.341846	.000267
41	0.30094	.323435	.000679
42	0.291206	.315365	.000034
43	0.283947	.305319	.000208
44	0.289061	.293798	.000199
45	0.315789	.28399	.000097
46	0.306385	.284923	.000026
47	0.356212	.30426	.000953
48	0.362151	.310946	.000005
49	0.37733	.340105	.002049
50	0.375516	.361879	.000486
51	0.345818	.378043	.000239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
52	0.339053	.378907	.000006
53	0.330639	.35876	.001095
54	0.317439	.340397	.000388
55	0.305395	.330263	.000095
56	0.303415	.32047	.000164
57	0.333113	.30762	.000227
58	0.319584	.301418	.000018
59	0.374526	.319836	.001005
60	0.371391	.32491	0
61	0.393004	.356628	.002462
62	0.390035	.374181	.000218
63	0.351262	.391381	.000354
64	0.348127	.393019	.000002
65	0.341858	.367584	.001744
66	0.326679	.347375	.000379
67	0.329154	.339802	.000003
68	0.318759	.330723	.000172
69	0.358192	.326225	.000002
70	0.356707	.320394	.000056
71	0.410658	.342872	.001429
72	0.399934	.357663	.000191
73	0.435737	.395326	.002809
74	0.433922	.407051	.000021
75	0.383435	.429028	.000823
76	0.397954	.43633	.000024
77	0.376836	.404489	.002798
78	0.360667	.390225	.000043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
79	0.360337	.379634	.000179
80	0.353737	.366064	.00036
81	0.392509	.357017	.000033
82	0.393169	.353728	.000011
83	0.448276	.377797	.001504
84	0.45768	.393986	.000236
85	0.503382	.433193	.002947
86	0.476984	.458119	.0006
87	0.431117	.494702	.002049
88	0.428972	.489491	.000314
89	0.411318	.448649	.003408
90	0.397624	.423823	.000387
91	0.394324	.412203	.000156
92	0.406369	.400642	.000213
93	0.431612	.392522	.00004
94	0.451081	.400301	.000192
95	0.490018	.423074	.00098
96	0.515591	.447135	.000784
97	0.551394	.480888	.001839
98	0.529121	.511698	.001204
99	0.489028	.545304	.001576
100	0.481604	.540175	.000262
101	0.45603	.502305	.002616
102	0.450751	.478157	.000429
103	0.432602	.459578	.00049
104	0.445141	.450262	.000078
105	0.486718	.435708	.000312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
106	0.477644	.439449	.000089
107	0.527966	.472133	.002234
108	0.562283	.484591	.00003
109	0.606996	.515314	.001881
110	0.573008	.553559	.002206
111	0.520376	.599968	.002855
112	0.512622	.587841	.000727
113	0.503547	.535639	.004551
114	0.481439	.506485	.00053
115	0.45966	.501099	.000009
116	0.451906	.487828	.000387
117	0.515591	.464656	.000793
118	0.500412	.451118	.000163
119	0.575153	.492943	.004157
120	0.604026	.509041	.000056
121	0.647913	.556929	.004371
122	0.635374	.597935	.002218
123	0.570203	.642818	.002498
124	0.559314	.641656	.000055
125	0.541165	.588587	.005106
126	0.522356	.554142	.000857
127	0.508167	.53979	.000168
128	0.506352	.527269	.000304
129	0.551064	.510555	.000365
130	0.546115	.505117	.000018
131	0.626629	.536745	.002111
132	0.640653	.551191	.000088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
133	0.69147	.606221	.005691
134	0.6951	.640569	.001186
135	0.62135	.683481	.002591
136	0.598581	.694896	.000135
137	0.580762	.642376	.005409
138	0.548094	.596279	.001918
139	0.536215	.57734	.000241
140	0.54232	.55651	.000855
141	0.586042	.53766	.000412
142	0.567563	.538325	.000022
143	0.6852	.573979	.002277
144	0.703679	.577679	.000041
145	0.768025	.653271	.011561
146	0.741132	.703642	.002541
147	0.668372	.759295	.004145
148	0.654512	.747303	.00033
149	0.628114	.684748	.00623
150	0.600396	.646173	.000914
151	0.601716	.629055	.000326
152	0.587362	.608359	.000821
153	0.648243	.599611	.000044
154	0.636529	.591511	.00015
155	0.739977	.632076	.003219
156	0.774955	.643978	.00002
157	0.821152	.715594	.009216
158	0.771325	.769331	.003524
159	0.758291	.816446	.002685

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
160	0.740967	.781582	.002036
161	0.680911	.754966	.000542
162	0.683716	.736957	.000196
163	0.662267	.695055	.003141
164	0.658967	.679102	.000129
166	0.712754	.666203	.000283
167	0.725953	.662379	.000052
168	0.825276	.698466	.002538
169	0.83996	.72785	.000756
170	0.902656	.804234	.009492
171	0.856789	.840516	.001276
172	0.824451	.890147	.003861
173	0.781554	.863575	.001113
174	0.750041	.826425	.001531
175	0.742122	.781237	.002013
176	0.717703	.754244	.000973
177	0.693945	.742721	.000147
178	0.782544	.725631	.000626
179	0.755981	.701383	.001004
180	0.856459	.759155	.006587
181	0.900346	.769978	.00001
182	0.971952	.836167	.007479
183	0.92691	.890108	.004119
184	0.851015	.961253	.006698
185	0.829896	.934239	.001179
186	0.791949	.859558	.006926
188	0.76786	.820208	.00088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
189	0.734697	.7974	.000799
190	0.732552	.77603	.000873
191	0.815872	.743169	.001708
192	0.789969	.73377	.000113
193	0.895067	.796942	.006741
194	0.941429	.805525	.000049
195	1	.872804	.008018
196	0.964527	.930851	.004709
197	0.864874	.992392	.004782
198	0.892262	.967659	.000776
199	0.843755	.877451	.010565
200	0.831876	.872031	.000219
201	0.826266	.853946	.0008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์จากการเรียนรู้กับผลลัพธ์จริง และ ผลต่างของ ผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จาก
การเรียนรู้ยกกำลังสอง ของ Model ที่ 3 (Sigmoid-Gaussian)

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
1	0.256558	.269079	0
2	0.273057	.284554	.00025
3	0.272397	.29436	.000784
4	0.247484	.304222	.000454
5	0.253754	.306859	.001013
6	0.245174	.288146	.003525
7	0.229995	.281973	.001183
8	0.23247	.276546	.001354
9	0.22884	.263028	.002167
10	0.254578	.258251	.000934
11	0.247814	.255373	.000865
12	0.279327	.26857	.000001
13	0.266623	.271148	.000431
14	0.303745	.287765	.000067
15	0.294836	.288435	.000447
16	0.269098	.307605	.000234
17	0.272067	.3127	.000163
18	0.261673	.292035	.001901
19	0.247484	.284309	.000399
20	0.246989	.277813	.000512
21	0.241379	.265291	.00092
22	0.271902	.259845	.000335
23	0.263158	.25568	.000341
24	0.293186	.271853	.000263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
25	0.30094	.275377	.000076
26	0.328989	.291192	.000317
27	0.302755	.305226	.000095
28	0.294836	.326472	.000565
29	0.280317	.317364	.000562
30	0.269427	.302874	.000508
31	0.263488	.290035	.000509
32	0.260188	.27636	.000425
33	0.281967	.271838	.000166
34	0.289721	.267154	.000136
35	0.319419	.279174	.000219
36	0.338558	.290827	.000111
37	0.347302	.312695	.000818
38	0.332618	.335448	.000669
39	0.315789	.348071	.000141
40	0.317604	.340159	.000239
41	0.30094	.322945	.000594
42	0.291206	.318175	.000029
43	0.283947	.307629	.000297
44	0.289061	.295863	.00027
45	0.315789	.287863	.000142
46	0.306385	.288867	.000001
47	0.356212	.307919	.000725
48	0.362151	.310606	.000002
49	0.37733	.34139	.00208
50	0.375516	.362839	.000431
51	0.345818	.376135	.00021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
52	0.339053	.379329	0
53	0.330639	.356525	.001123
54	0.317439	.340855	.000305
55	0.305395	.332597	.000104
56	0.303415	.321067	.00023
57	0.333113	.308623	.000246
58	0.319584	.303443	.000027
59	0.374526	.322845	.00088
60	0.371391	.32392	.000011
61	0.393004	.357782	.002561
62	0.390035	.374829	.000185
63	0.351262	.38984	.00033
64	0.348127	.394455	0
65	0.341858	.364217	.001866
66	0.326679	.347724	.000259
67	0.329154	.342273	.000034
68	0.318759	.330155	.000243
69	0.358192	.326793	.000001
70	0.356707	.320693	.000065
71	0.410658	.344738	.001406
72	0.399934	.357658	.000143
73	0.435737	.397079	.002809
74	0.433922	.408222	.000008
75	0.383435	.431459	.000757
76	0.397954	.442166	.000006
77	0.376836	.401385	.003449
78	0.360667	.392742	.000012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
79	0.360337	.3823	.000253
80	0.353737	.36363	.000468
81	0.392509	.357537	.000011
82	0.393169	.353239	.000014
83	0.448276	.379587	.001542
84	0.45768	.394451	.000184
85	0.503382	.43712	.002897
86	0.476984	.464675	.000423
87	0.431117	.504261	.001498
88	0.428972	.497749	.000744
89	0.411318	.448236	.00444
90	0.397624	.427637	.000371
91	0.394324	.413898	.000266
92	0.406369	.397962	.000265
93	0.431612	.390844	.000013
94	0.451081	.399521	.000241
95	0.490018	.424028	.00103
96	0.515591	.449043	.000732
97	0.551394	.487228	.001679
98	0.529121	.521932	.000804
99	0.489028	.559373	.000868
100	0.481604	.55146	.000915
101	0.45603	.50634	.003898
102	0.450751	.482976	.000612
103	0.432602	.460158	.000726
104	0.445141	.447453	.000088
105	0.486718	.431903	.000221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
106	0.477644	.436131	.000175
107	0.527966	.474892	.002559
108	0.562283	.484046	.000008
109	0.606996	.52077	.001929
110	0.573008	.567188	.001723
111	0.520376	.615532	.001585
112	0.512622	.600217	.001808
113	0.503547	.53918	.006375
114	0.481439	.510557	.000705
115	0.45966	.501949	.000049
116	0.451906	.482287	.000421
117	0.515591	.457117	.000512
118	0.500412	.444038	.000027
119	0.575153	.494087	.00512
120	0.604026	.507515	.00004
121	0.647913	.56269	.004575
122	0.635374	.613166	.001709
123	0.570203	.657351	.001207
124	0.559314	.65827	.000483
125	0.541165	.595664	.007756
126	0.522356	.558889	.001321
127	0.508167	.541063	.000314
128	0.506352	.521133	.00035
129	0.551064	.503498	.000168
130	0.546115	.498343	.000008
131	0.626629	.536197	.00278
132	0.640653	.550292	.000098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
133	0.69147	.614285	.005827
134	0.6951	.653864	.000695
135	0.62135	.696344	.001414
136	0.598581	.712176	.000002
137	0.580762	.65122	.008249
138	0.548094	.601254	.002771
139	0.536215	.579015	.00042
140	0.54232	.548557	.000956
141	0.586042	.528198	.000152
142	0.567563	.531149	.000199
143	0.6852	.572181	.003013
144	0.703679	.574362	.000021
145	0.768025	.662941	.012285
146	0.741132	.71783	.00166
147	0.668372	.768106	.00252
148	0.654512	.763916	.000728
149	0.628114	.696356	.009129
150	0.600396	.655571	.001751
151	0.601716	.631283	.000754
152	0.587362	.601693	.000954
153	0.648243	.593982	0
154	0.636529	.584954	.000044
155	0.739977	.63155	.004005
156	0.774955	.645093	.000025
157	0.821152	.721577	.009003
158	0.771325	.778964	.002849
159	0.758291	.817667	.00178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
160	0.740967	.794179	.002148
161	0.680911	.766289	.001288
162	0.683716	.748015	.000641
163	0.662267	.69799	.004503
164	0.658967	.679203	.000204
166	0.712754	.665247	.000287
167	0.725953	.657162	.000039
168	0.825276	.699499	.00309
169	0.83996	.729055	.0007
170	0.902656	.802789	.009258
171	0.856789	.838438	.001382
172	0.824451	.875726	.004124
173	0.781554	.864554	.000359
174	0.750041	.83301	.001608
175	0.742122	.794871	.002648
176	0.717703	.761206	.00201
177	0.693945	.746453	.000364
178	0.782544	.727148	.000827
179	0.755981	.701087	.001102
180	0.856459	.760598	.006635
181	0.900346	.771173	.000021
182	0.971952	.828711	.007274
183	0.92691	.878262	.005132
184	0.851015	.921311	.008778
185	0.829896	.915593	.000031
186	0.791949	.869841	.00417
188	0.76786	.836993	.001596

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
189	0.734697	.809605	.002029
190	0.732552	.783567	.001743
191	0.815872	.752032	.002388
192	0.789969	.73966	.000379
193	0.895067	.799053	.005808
194	0.941429	.80712	.000083
195	1	.862047	.007735
196	0.964527	.908444	.006302
197	0.864874	.940895	.008383
198	0.892262	.937698	.000558
199	0.843755	.890341	.005303
200	0.831876	.880541	.000004
201	0.826266	.864247	.001353

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์จากการเรียนรู้กับผลลัพธ์จริง และ ผลต่างของ ผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์ที่ได้จาก
การเรียนรู้ยกกำลังสอง ของ Model ที่ 4 (Guassian-Guassian)

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
1	0.256558	.261303	.000065
2	0.273057	.271579	.000226
3	0.272397	.281907	.000078
4	0.247484	.293484	.000445
5	0.253754	.298031	.002555
6	0.245174	.284152	.000924
7	0.229995	.273651	.000811
8	0.23247	.265661	.001272
9	0.22884	.253641	.000448
10	0.254578	.245838	.000289
11	0.247814	.241143	.00018
12	0.279327	.249986	.000005
13	0.266623	.256003	.000544
14	0.303745	.272007	.000029
15	0.294836	.277997	.000663
16	0.269098	.296392	.000002
17	0.272067	.306022	.001363
18	0.261673	.292669	.000424
19	0.247484	.280158	.000342
20	0.246989	.271125	.000559
21	0.241379	.259381	.000154
22	0.271902	.251281	.000098
23	0.263158	.245704	.000686
24	0.293186	.256994	.000038

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
25	0.30094	.264866	.000802
26	0.328989	.281525	.000377
27	0.302755	.298438	.000933
28	0.294836	.323424	.000427
29	0.280317	.321969	.000736
30	0.269427	.308086	.000771
31	0.263488	.291221	.000475
32	0.260188	.271732	.000068
33	0.281967	.266615	.000041
34	0.289721	.261816	.000406
35	0.319419	.269972	.00039
36	0.338558	.283293	.001305
37	0.347302	.307415	.00097
38	0.332618	.335002	.000151
39	0.315789	.354806	.000492
40	0.317604	.350695	.001218
41	0.30094	.332168	.000212
42	0.291206	.321621	.000428
43	0.283947	.310069	.000356
44	0.289061	.29711	.000173
45	0.315789	.286098	.000009
46	0.306385	.284125	.001003
47	0.356212	.300175	.000039
48	0.362151	.308933	.002235
49	0.37733	.338797	.000545
50	0.375516	.366432	.000119
51	0.345818	.387369	.00014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
52	0.339053	.390512	.001998
53	0.330639	.369636	.000935
54	0.317439	.347872	.000297
55	0.305395	.334678	.000297
56	0.303415	.322581	.000295
57	0.333113	.308309	.000024
58	0.319584	.300005	.001096
59	0.374526	.314748	.000023
60	0.371391	.321814	.002779
61	0.393004	.35445	.000287
62	0.390035	.378452	.000212
63	0.351262	.4	.000099
64	0.348127	.403793	.00276
65	0.341858	.377302	.000851
66	0.326679	.352731	.000118
67	0.329154	.341885	.000231
68	0.318759	.330833	.000003
69	0.358192	.324368	.000031
70	0.356707	.317767	.001634
71	0.410658	.337783	.000358
72	0.399934	.356061	.002981
73	0.435737	.398647	.000002
74	0.433922	.417436	.000335
75	0.383435	.443283	.000088
76	0.397954	.452838	.004817
77	0.376836	.418193	.00041
78	0.360667	.396389	.000382

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
79	0.360337	.38345	.000519
80	0.353737	.367502	.000051
81	0.392509	.355505	.000003
82	0.393169	.350618	.001755
83	0.448276	.373894	.000372
84	0.45768	.394745	.002866
85	0.503382	.440608	.000291
86	0.476984	.47417	.000853
87	0.431117	.518763	.001745
88	0.428972	.513496	.006786
89	0.411318	.463635	.001202
90	0.397624	.428174	.000284
91	0.394324	.413593	.000255
92	0.406369	.39978	.00003
93	0.431612	.389008	.000301
94	0.451081	.396064	.001264
95	0.490018	.421775	.000859
96	0.515591	.452048	.001442
97	0.551394	.493391	.000493
98	0.529121	.532139	.000371
99	0.489028	.572086	.001846
100	0.481604	.565877	.005906
101	0.45603	.517351	.001278
102	0.450751	.481906	.00067
103	0.432602	.459971	.000085
104	0.445141	.448165	.000242
105	0.486718	.431515	.000186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
106	0.477644	.434311	.002746
107	0.527966	.471342	.00004
108	0.562283	.491328	.001342
109	0.606996	.525992	.001317
110	0.573008	.571938	.001229
111	0.520376	.628309	.003058
112	0.512622	.614535	.008866
113	0.503547	.548372	.001278
114	0.481439	.504732	.000001
115	0.45966	.497695	.000264
116	0.451906	.485086	.000646
117	0.515591	.458351	.000042
118	0.500412	.44199	.005417
119	0.575153	.487451	.000168
120	0.604026	.514213	.003714
121	0.647913	.569532	.00119
122	0.635374	.618835	.000846
123	0.570203	.671574	.00131
124	0.559314	.667427	.009453
125	0.541165	.605081	.002095
126	0.522356	.553331	.000148
127	0.508167	.534625	.000151
128	0.506352	.523173	.000225
129	0.551064	.504136	.000005
130	0.546115	.498183	.002796
131	0.626629	.534389	.000137
132	0.640653	.557275	.00481

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
133	0.69147	.618942	.000471
134	0.6951	.66122	.000915
135	0.62135	.706787	.000137
136	0.598581	.715683	.008899
137	0.580762	.66137	.003942
138	0.548094	.596366	.000243
139	0.536215	.569389	.000453
140	0.54232	.550007	.00019
141	0.586042	.528572	.000189
142	0.567563	.529908	.003151
143	0.6852	.572891	.000028
144	0.703679	.584248	.010191
145	0.768025	.66388	.001584
146	0.741132	.724494	.001895
147	0.668372	.779189	.001448
148	0.654512	.766644	.009657
149	0.628114	.703174	.002368
150	0.600396	.644946	.000283
151	0.601716	.622854	.000504
152	0.587362	.603604	.000004
153	0.648243	.593041	.000032
154	0.636529	.587791	.003654
155	0.739977	.632301	.000018
156	0.774955	.653272	.007518
157	0.821152	.725198	.002476
158	0.771325	.780633	.001642
159	0.758291	.82363	.002736

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
160	0.740967	.796427	.001454
161	0.680911	.763052	.000488
162	0.683716	.737387	.00319
163	0.662267	.69791	.000201
164	0.658967	.673681	.00013
166	0.712754	.662058	.00001
167	0.725953	.661388	.002638
168	0.825276	.697168	.000829
169	0.83996	.734986	.008152
170	0.902656	.80319	.001352
171	0.856789	.838736	.004086
172	0.824451	.872239	.000239
173	0.781554	.859348	.001218
174	0.750041	.82855	.002209
175	0.742122	.78311	.001094
176	0.717703	.752965	.000118
177	0.693945	.73887	.000448
178	0.782544	.726222	.001042
179	0.755981	.704262	.006128
180	0.856459	.753417	.000007
181	0.900346	.778199	.006125
182	0.971952	.829535	.005014
183	0.92691	.870323	.010328
184	0.851015	.913857	.00017
185	0.829896	.907408	.00318
186	0.791949	.86418	.001175
188	0.76786	.819454	.000757

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดที่	Target Output	Actual Output	Error Square
189	0.734697	.795626	.000771
190	0.732552	.777587	.00184
191	0.815872	.749091	.000274
192	0.789969	.738694	.005956
193	0.895067	.792491	.000006
194	0.941429	.815207	.006378
195	1	.860002	.00663
196	0.964527	.898472	.010308
197	0.864874	.93181	.00107
198	0.892262	.926471	.003794
199	0.843755	.883086	.000084
200	0.831876	.858641	.000222
201	0.826266	.847886	.000256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย รติวัฒน์ ปารีศรี
เกิดเมื่อ	วันที่ 8 เมษายน 2509
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลชลบุรี
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสารคามพิทยาคม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ว.ท.บ. คอมพิวเตอร์)
ประวัติการทำงาน	บริษัท DATAMAT จำกัด บริษัท สหวิริยา มหชน จำกัด รับราชการ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม (ปัจจุบัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้