ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การพยากรณ์การขายโดยใช้เทคนิคฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก

SALES FORECASTING USING FUZZY NEURAL NETWORK APPROACH

โดย

ลดาวัลย์ สุขชัย

LADAWAN SUKCHAI

H003354

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

b11752494
i1292593

วัน เดือน ปี 22 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 03354
เลขเรียกหนังสือ วพ. ส118ก 2549
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SALES FORECASTING USING FUZZY NEURAL NETWORK APPROACH

LADAWAN SUKCHAI

A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1/ 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2006

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ให้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การพยากรณ์การขายโดยใช้เทคนิคฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก
นักศึกษา	นางสาวลดาวัลย์ สุขชัย
รหัสนักศึกษา	47066412
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้เสนอวิธีการ Fuzzy Neural Network เป็นโครงข่ายที่ลอกเลียนแบบความสามารถของสมองมนุษย์ในการคิด วิเคราะห์ หาคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ประกอบด้วยชั้นโหนดทั้งหมด 4 ชั้น ชั้นอินพุต ชั้นฟัซซิฟิเคชั่น ชั้นกฎ และชั้นเอาต์พุต เป็นระบบฟัซซีที่จำลองการทำงานในรูปของโครงข่ายประสาทเทียม โดยในส่วนของกฎจะใช้เจเนติกอัลกอริทึมทำหน้าที่หาฐานกฎที่เหมาะสม ทำให้ระบบสามารถปรับพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับข้อมูลได้ด้วยตัวเอง การแก้ไขปัญหาทางธุรกิจจะใช้การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล ซึ่งในการศึกษานี้จะเป็นการสร้างโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมแก้ว จุดประสงค์เพื่อศึกษา Fuzzy Neural Network และศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ Fuzzy Neural Network มาพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมแก้ว โดยผลที่คาดว่าจะได้รับคือ ปริมาณการขายขวดแก้วที่ได้จากการพยากรณ์เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการผลิตเปรียบเทียบวิธีการที่นำเสนอกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Sales Forecasting Using Fuzzy Neural Network Approach
Student	Miss Ladawan Sukchai
Student ID.	47066412
Degree	Master of Science
Programme	Information Science
Academic Year	2006
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Arit Thummano

ABSTRACT

This system development project proposes Fuzzy Neural Network is the network that imitates the ability of human brain in thinking,analyzing things in order to solve the problems. The proposed system consist of 4 layers : the input layer, the fuzzification layer, the inference layer and the output layer. The propose system is a fuzzy – based system which implemented in the structure of the neural network and Genetic Algorithm are employed to generate membership function and optimize fuzzy rule – based respectively. Fuzzy Neural Network will create the mechanism that use the general principle which had already learnt to predict the sale of Thai glass. The objective is to study the Fuzzy Neural Network and the feasibility to use Fuzzy Neural Network in prediction Thai glass sale. The expected result is the quanlity sale of Thai glass that gets from prediction to make the production decistion.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบงานสำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.อาริต ธรรมโน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมโครงการนี้ และ ผศ.ดร.วรพจน์ กรีสุระเดช ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณธนัช เจนพรมราช และบริษัทอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทย จำกัด (มหาชน) ที่ได้สนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากโครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ลดาวัลย์ สุขชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตการพัฒนา.....2

1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....4

2.1 การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time Series).....4

2.1.1 หลักการพยากรณ์ข้อมูล.....7

2.1.2 ประเภทของการพยากรณ์.....7

2.1.3 ลักษณะข้อมูลของอนุกรมเวลา.....7

2.1.4 ARIMA Model..... 7

2.1.5 การวัดระดับความถูกต้อง.....7

2.2 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network).....8

2.2.1 การเรียนรู้สำหรับ Neural Network 11

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Multilayerd Feed forword Neural Network หรือ Backpropagation Algorithm).....12

2.3.1 ขั้นตอนการฝึกหัดโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ.....14

2.4 ระบบฟัซซี (Fuzzy System).....15

2.4.1 ส่วนประกอบสำคัญของระบบฟัซซี.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)……16

2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก……17

2.5.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก……18

2.6 ฟัซซีเซ็ต (Fuzzy Set)……20

2.7 การกระทำของฟัซซีเซ็ต (Operation Of Fuzzy Set)……21

2.8 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function)……23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา……26

3.1 โครงสร้างแบบจำลอง……26

3.1.1 การสร้างแบบจำลองฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network)……27

3.1.2 ขั้นตอนการฝึกหัดโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก……30

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน……32

3.3 การออกแบบโปรแกรม……34

3.3.1 การออกแบบโปรแกรม……34

3.3.2 การทำงานของโปรแกรมประยุกต์……35

บทที่ 4 ผลการทดลอง……36

4.1 การเตรียมข้อมูล……36

4.2 ส่วนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์……37

4.2.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์……40

4.3 ส่วนการแสดงผลลัพธ์……41

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ……62

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน……62

5.2 สรุปผลการทดลอง……62

5.3 ข้อเสนอแนะ……63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....64

ประวัติผู้เขียน.....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบูลีนลอจิกและฟัซซีลอจิก.....17

4.1 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....36

4.2 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองโดยผ่านการนอร์มอลไลเซชัน.....37

4.3 แสดงผล MSE ของการเรียนรู้(Train) และการทดสอบ (Test) ของข้อมูล 4 ชุด.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดง Model ของ Neuron ในสมองมนุษย์.....8

2.2 แสดง Model ของ Neuron ในคอมพิวเตอร์.....8

2.3 แสดงโครงสร้างวงจร Neural Network 9

2.4 แสดงลักษณะของสมการ Threshold 10

2.5 แสดงกราฟของฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์.....10

2.6 แสดงกราฟของฟังก์ชันโพล่าซิกมอยด์.....11

2.7 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning).....11

2.8 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised Learning).....12

2.9 แสดงสถาปัตยกรรมของ MFNN.....13

2.10 แสดงโครงสร้างและการทำงานของระบบฟัซซี.....15

2.11 แสดงบูลีนลอจิกกับฟัซซีลอจิก..... 17

2.12 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี..... 17

2.13 แสดงขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....18

2.14 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....19

2.15 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....19

2.16 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....19

2.17 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก.....20

2.18 แสดงการกำหนดค่าระดับการเป็นสมาชิกของเซตแบบปกติและเซตแบบฟัซซี.....20

2.19 แสดงฟัซซีเซต A..... 21

2.20 แสดงฟัซซีเซต B..... 21

2.21 แสดงฟัซซีเซต A AND B.....22

2.22 แสดงฟัซซีเซต A OR B.....22

2.23 แสดง NOT ฟัซซีเซต A.....23

2.24 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม.....23

2.25 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู.....24

2.26 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบเกาส์.....24

2.27 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบซิงเกิลตัน.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 แสดงตารางการตัดสินใจแบบฟัซซี.....28

3.2 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลอง Fuzzy Neural Network.....29

3.3 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ.....34

4.1 แสดงหน้าจอ Train Network.....39

4.2 แสดงหน้าจอทดสอบ (Test Network).....40

4.3 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train).....41

4.4 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight.....42

4.5 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result.....42

4.6 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Parameter a and b.....43

4.7 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train.....43

4.8 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern 44

4.9 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b 44

4.10 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result.....45

4.11 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test.....45

4.12 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือกแสดง Result เป็น Excel.....46

4.13 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train).....46

4.14 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight.....47

4.15 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result.....47

4.16 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Parameter a and b.....48

4.17 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train.....48

4.18 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern 49

4.19 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b 49

4.20 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result.....50

4.21 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test.....50

4.22 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือกแสดง Result เป็น Excel.....51

4.23 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train).....51

4.24 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.25 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result.....52
4.26 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Parameter a and b.....53
4.27 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train.....53
4.28 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern 54
4.29 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b 54
4.30 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result.....55
4.31 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test.....55
4.32 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือกแสดง Result เป็น Excel.....56
4.33 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train).....56
4.34 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight.....57
4.35 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result.....57
4.36 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Parameter a and b.....58
4.37 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train.....58
4.38 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern 59
4.39 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b 59
4.40 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result.....60
4.41 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test.....60
4.42 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือกแสดง Result เป็น Excel.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลในเชิงธุรกิจ เพราะเนื่องจากข้อมูลประเภทนี้มีจำนวนมาก หากมีการจัดการและการวิเคราะห์ที่ดี ส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านการบริหารภายในองค์กรและยังรวมถึงสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์เหล่านั้น ในการกำหนดเป้าหมายของธุรกิจได้อย่างถูกต้องชัดเจนมากขึ้น

ดังนั้นจึงใช้การพยากรณ์ (Forecasting) เพื่อค้นหาค่าตัวแปรในอนาคตและแนวทางต่าง ๆ ของธุรกิจที่จะเกิดขึ้น โดยเทคนิคการพยากรณ์เป็นศาสตร์อย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการวางแผนและการตัดสินใจในกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กร เช่น การพยากรณ์ยอดขายในอนาคตขององค์กรนั้น สามารถที่จะใช้การพยากรณ์สำหรับทำการค้นหาแนวโน้มที่เป็นไปได้และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการเพิ่มยอดขายในอนาคต ส่งผลให้องค์กรมีศักยภาพสูงในด้านต่าง ๆ รวมถึงได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับองค์กรนั้น ๆ

สำหรับการพัฒนาโครงงานด้วยการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) แบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ในการออกแบบระบบงานให้สามารถเพิ่มความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงธุรกิจและการนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์มาใช้ให้เกิดประโยชน์กับธุรกิจขององค์กร

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

โครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้มุ่งหวังเพื่อศึกษาทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และระบบฟัซซี (Fuzzy System) เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลและวิธีการนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูล ดังนั้นในโครงการพัฒนาระบบงานนี้จึงเสนอวิธีการศึกษาโดยนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้

แนวคิดในการนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มาช่วยในการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมแก้ว ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีลักษณะของปริมาณการสั่งซื้อจะมีการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะไม่เชิงเส้น (Non – Linear) จึงควรที่จะสร้างระบบที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะไม่เชิงเส้น (Non – Linear) โดยเฉพาะการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทย ระบบที่ใช้ฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) เป็นระบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการนี้ได้

การพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทย โดยใช้ฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มีแนวคิดพื้นฐานที่ว่าพฤติกรรมของการขายอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทยในอดีตจะต้องมีลักษณะเกี่ยวเนื่องหรือมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของการขายอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทย ในปัจจุบันและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมเครื่องแก้วไทยในอนาคตได้ ซึ่งในโครงการพัฒนาระบบงานเล่มนี้ได้แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณการขายจริงกับปริมาณการขายที่ได้จากการนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มาใช้ว่ามีค่าคลาดเคลื่อนเท่าไหร่

1.4 ขอบเขตการพัฒนา

โครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้ได้นำเสนอการพยากรณ์การขายโดยใช้ฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองระบบด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ผลที่ได้แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการขายจริงกับปริมาณการขายที่ได้จากการนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network)

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

โครงการพัฒนาระบบงานฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของโครงการพัฒนาระบบงาน ความมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ ขอบเขตการพัฒนาและขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ และพื้นฐานของทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมรวมถึงระบบฟัซซี ฟัซซีลอจิก ฟัซซีเซต การกระทำของฟัซซีเซต ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

บทที่ 3 กล่าวถึงโครงสร้างแบบจำลอง ทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก วิธีการดำเนินการของระบบ และขั้นตอนการออกแบบจำลองของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 กล่าวถึงการเตรียมข้อมูล การทำงานของโปรแกรมและผลที่ได้จากการจำลองระบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นได้ผลลัพธ์ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

บทที่ 5 เป็นบทสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนา ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ระบบฟัซซี ฟัซซีลอจิก ฟัซซีเซต การกระทำของฟัซซีเซต ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษา

2.1 การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time Series)

2.1.1 หลักการพยากรณ์ข้อมูล

ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลในอดีต กล่าวคือในการเตรียมการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์จะต้องนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์ และผลพยากรณ์ที่ได้จะต้องอิงอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ที่ได้ โดยผู้พยากรณ์จะนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบของข้อมูล แล้วนำรูปแบบนั้นมาขยายต่อไปในอนาคต เพื่อใช้พยากรณ์ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าข้อมูลในอนาคตจะต้องมีรูปแบบคงเดิม ซึ่งหากรูปแบบข้อมูลเปลี่ยนไป ก็จะส่งผลต่อความแม่นยำในการพยากรณ์ ดังนั้นผู้พยากรณ์จะต้องเตรียมวิธีการปรับปรุงระบบให้เหมาะสมกับรูปแบบที่อาจเปลี่ยนไปในอนาคต เพื่อไม่ให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนมากเกินไป

2.1.2 ประเภทของการพยากรณ์

โดยทั่วไปแล้ว การพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting) และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) การพยากรณ์ทั้ง 2 ประเภทมีรายระเอียดดังนี้

2.1.2.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ

เป็นการพยากรณ์ที่อ้างอิงจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก โดยมากมักไม่อาศัยข้อมูลในอดีต เนื่องจากไม่มีข้อมูลในอดีตหรือมีไม่เพียงพอ

2.1.2.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ

เป็นการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางตัวเลขและสถิติ ซึ่งอาศัยข้อมูลในอดีตเป็นหลัก การพยากรณ์เชิงปริมาณสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย คือ

- Deterministic Model : เป็นโมเดลที่กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) ไว้อย่างแน่นอน เช่นกฎทางฟิสิกส์ โมเดลมีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_n; \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m) \quad (2.1)$$

เมื่อ (β) คือค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการพยากรณ์

- Stochastic Model : มีการเพิ่มตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้อื่น ๆ เข้าไปในสมการด้วยการพยากรณ์อนุกรมเวลาจัดอยู่ในโมเดลประเภทนี้

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_n; \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m) + \varepsilon \quad (2.2)$$

เมื่อ (ε) คือตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้

2.1.3 ลักษณะข้อมูลของอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาคือ ข้อมูลที่เกิดขึ้นในเวลาที่มีระยะห่างเท่าๆกัน และ ติดเนื่องกัน เป็นค่าที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เปลี่ยนไปตามเวลา หน่วยเวลาอาจเป็น ปี เดือน สัปดาห์ หรือ วัน เป็นต้น

ข้อมูลอนุกรมเวลาประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้

- แนวโน้ม (Trend) คือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือ ลดลงอย่างสม่ำเสมอชัดเจน เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง

- ฤดูกาล (Seasonal) คือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีรูปแบบซ้ำกันทุกปี มักไม่พบในข้อมูลที่เก็บแบบรายปีหรือมากกว่า

- วัฏจักร (Cycle) คือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ซ้ำ ๆ กันในระยะยาวมากกว่า1 ปี เช่น วัฏจักรทางธุรกิจ ที่มีระยะเริ่มต้นแล้วขยายตัวจนถึงจุดสูงสุดจากนั้นจะเข้าสู่ระยะตกต่ำ เมื่อถึงจุดต่ำสุดก็เข้าสู่ระยะเริ่มต้นใหม่

- ความผิดปกติ (Irregular) คือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ผิดปกติไปจากเดิม เนื่องจากมีอิทธิพลจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น น้ำท่วม หรือ สงคราม เป็นต้น

2.1.4 ARIMA Model

ARIMA ย่อมาจาก Autoregressive Integrated Moving Average คิดขึ้นมาโดย George Box และ Gwilym Jenkins ในปี 1976 จึงเรียกวิธีการสร้างโมเดลดังกล่าวว่า วิธีของ Box-Jenkins ซึ่งเป็นกระบวนการหาโมเดลและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์ โดยโมเดลพื้นฐานที่นำมาใช้ได้คือ AR (p), MA (q) และ ARMA (p, q) ซึ่งเป็นการรวม AR (p) และ MA (q) เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างโมเดลสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดโมเดลที่เหมาะสม โดยเลือก AR (p) ตามที่กล่าวข้างต้นมีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \sum_{j=1}^{p} \phi_j . Y_{t-j} \tag{2.3}$$

เมื่อ p คือจำนวนข้อมูลย้อนหลังที่ใช่สร้างโมเดล

ϕ_j คือ Autoregressive Parameter ลำดับที่ j

2. คำนวณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล ได้แก่ p, q และ d โดยค่า d คือลำดับของผลต่าง (Differencing) ซึ่งการคำนวณผลต่าง จะนำมาใช้เพื่อแปลงข้อมูลให้มีลักษณะ Stationary เสียก่อน จึงจะนำไปสร้างโมเดลได้ ถ้าข้อมูลเดิมมีลักษณะ Stationary แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องแปลง และ ค่าd จะเท่ากับศูนย์อาจเขียนโมเดลใหม่ โดยนำพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวมาประกอบด้วย ได้เป็น ARIMA (p, d, q)

3. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยนำโมเดลไปทดลองพยากรณ์ชุดข้อมูลที่มี เพื่อวัดระดับความถูกต้อง ถ้าผลที่ได้ไม่เป็นที่น่าพอใจ จะต้องทำการเปลี่ยนโมเดล และ ประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่ ทำซ้ำจนกว่าจะได้โมเดลที่เหมาะสม

4. พยากรณ์โดยใช้โมเดลที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังต้องคอยตรวจสอบระดับความถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ หากพบว่าโมเดลที่ใช้มีความคลาดเคลื่อนมากเกินไป จะต้องทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์

2.1.5 การวัดระดับความถูกต้อง

เกณฑ์ที่ใช้วัดระดับความถูกต้องของค่าพยากรณ์ () ที่ระบบทำนายออกมาคือ การวัดความคลาดเคลื่อนรวมของข้อมูลทั้ง n ตัว รูปแบบการวัดที่นิยมใช้มีดังนี้

Mean Absolute Error

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \left| Y_t - \hat{Y}_t \right| \tag{2.4}$$

Mean Absolute Percentage Error

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1} \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| (100\%) \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mean Square Error

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \hat{Y}_t)^2 \tag{2.6}$$

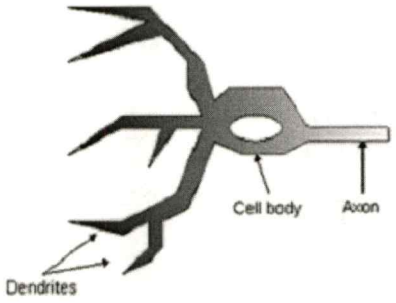
Root Mean Square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum(Y_t - \hat{Y}_t)^2} \tag{2.7}$$

2.2 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

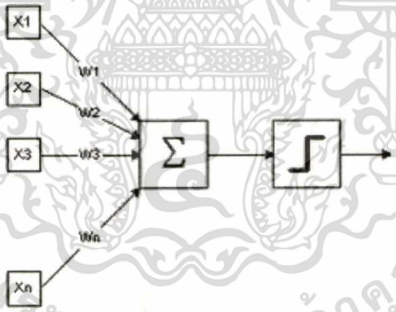
โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ สถาปัตยกรรมโครงข่าย แบ่งเป็น 4 แบบ คือ Feedforward Network, Feedback Network, Network Layer และ Perceptrons ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการอนุมานความรู้ (Knowledge deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาทหรือนิวรอน (Neurons) และจุดประสานประสาท (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า เดนไดรท์ (Dendrite) ซึ่งเป็นอินพุต (Input) และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่า แอคซอน (Axon) ซึ่งเป็นเหมือนเอาต์พุต (Output) ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรท์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอนิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอคซอนของมัน ตามโมเดลนี้ข่ายงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทจนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดง Model ของ Neuron ในสมองมนุษย์

ในปัจจุบันพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้างแตกต่างจากโครงข่ายในสมอง แต่ก็ยังเหมือนสมอง ในแง่ที่ว่าโครงข่ายประสาทเทียม คือการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อย ๆ และการเชื่อมต่อนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดสติปัญญาของโครงข่าย เมื่อพิจารณาขนาดแล้วสมองมีขนาดใหญ่กว่าโครงข่ายประสาทเทียมอย่างมาก รวมทั้งเซลล์ประสาทยังมีความซับซ้อนกว่าหน่วยย่อยของโครงข่ายประสาทเทียม อย่างไรก็ดีหน้าที่สำคัญของสมอง เช่น การเรียนรู้ยังคงสามารถถูกจำลองขึ้นอย่างง่ายด้วยโครงข่ายประสาทนี้



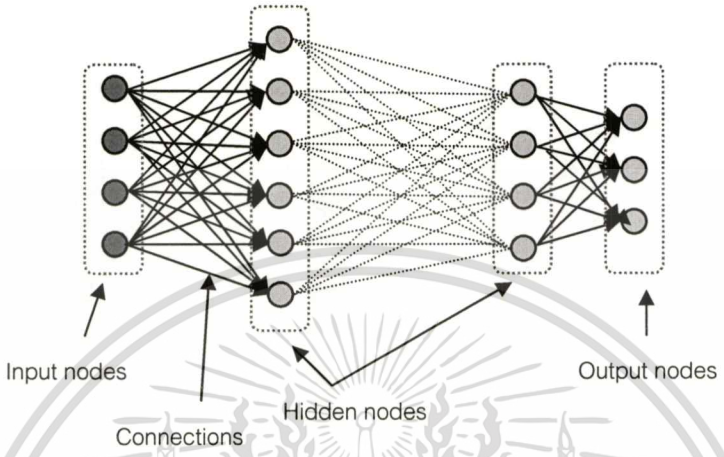
รูปที่ 2.2 แสดง Model ของ Neuron ในคอมพิวเตอร์

สำหรับในคอมพิวเตอร์นิวรอน (Neurons) ประกอบด้วยอินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) เหมือนกัน โดยจำลองให้อินพุตแต่ละอันมี Weight เป็นตัวกำหนดค่าน้ำหนักของอินพุตโดยนิวรอน (Neurons) แต่ละหน่วยจะมีค่าเทรโชด์ (Threshold) เป็นตัวกำหนดว่าค่าน้ำหนักรวมของอินพุตต้องมากขนาดไหนจึงจะสามารถส่งเอาต์พุตไปยัง นิวรอน (Neurons) ตัวอื่นได้ เมื่อนำนิวรอนแต่ละหน่วยมาต่อกันให้ทำงานร่วมกันการทำงานนี้ในทางตรรกะแล้วก็จะเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง เพียงแต่ในคอมพิวเตอร์ทุกอย่างเป็นตัวเลขเท่านั้นเอง

การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) คือเมื่อมีอินพุตเข้ามายังโครงข่าย (Network) ก็เอาอินพุตมาคูณกับค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละขา ผลที่ได้จากอินพุตทุก

เอกสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ๆ ขาของนิวรอน (Neuron) จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับค่าเทรโชด์ (Threshold) ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่าค่าเทรโชด์แล้วนิวรอนก็จะส่งเอาต์พุตออกไป เอาต์พุตนี้ก็จะถูกส่งไปยังอินพุตของนิวรอนอื่น ๆ ที่เชื่อมกันใน โครงข่ายถ้าค่าน้อยกว่าค่าเทรโชด์ก็จะไม่เกิดเอาต์พุต



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างโครง Neural Network

ส่วนของเอาต์พุต (Output) ที่ออกมาจะถูกกระทำไปโดยส่วนที่เรียกว่า ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ค่าที่ได้จากฟังก์ชันกระตุ้นนี้จะทำให้เซลล์ประสาทเทียมมีลักษณะเหมือนเซลล์ประสาททางชีววิทยา กล่าวคือ ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากฟังก์ชันกระตุ้นเป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ถ้าค่าสัญญาณที่ออกจากเซลล์ทางชีววิทยามีลักษณะเป็นสถานะของการกระตุ้นจะสามารถแทนความหมายของสถานการณ์กระตุ้นของเซลล์ประสาทด้วยค่า 1 และการไม่กระตุ้นด้วยค่า 0 รูปแบบของฟังก์ชันมีหลายรูปแบบดังนี้

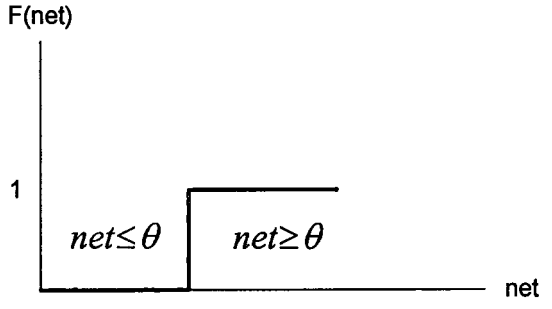
1. Step Function เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในโครงข่ายแบบชั้นเดียว (Single Layer) ซึ่งใช้ในการแปลงค่า Net Input ที่อยู่ในรูปของค่าต่อเนื่องให้อยู่ในรูปของไบนารี (Binary) คือ 1 และ 0 หรือไบโพลล่า (Bipolar) คือ 1 และ -1 ฟังก์ชันนี้จะใช้ค่าเทรโชด์ (Threshold) ในการกำหนดการแปลงค่า ซึ่งเรียกฟังก์ชันนี้ว่า Threshold Function หรือ Heavised Function ดังสมการ (2.1) และรูปที่ 2.4

$$f(net) = \begin{cases} 1 & If \quad net \geq \theta \\ 0 & If \quad net \leq \theta \end{cases} \tag{2.8}$$

เมื่อ net เป็นค่า net input ของเซลล์ประสาทเทียม

θ เป็นค่าเทรโชด์ (Threshold)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



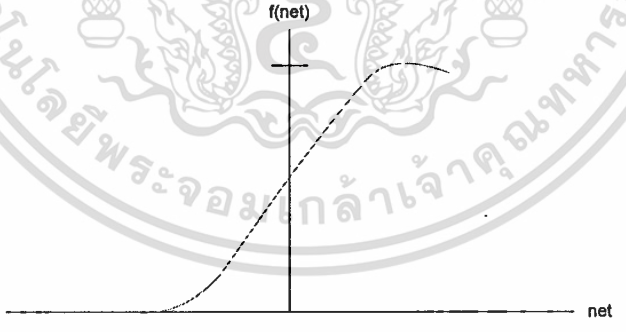
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของสมการ Threshold

2. Sigmoid Function เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงค่า Net Input ให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ว่า Binary Sigmoid Function หรืออยู่ในช่วง 1 ถึง -1 ซึ่งเรียกว่า Bipolar Sigmoid Function ดังแสดงในสมการ (2.2) และรูปที่ 2.5

$$f(net) = \frac{1}{(1+e^{-net})} \tag{2.9}$$

เมื่อ *net* เป็นค่า Net Input ของเซลล์ประสาทเทียม

e เป็นฟังก์ชันเอกซ์โปแนนเชียล



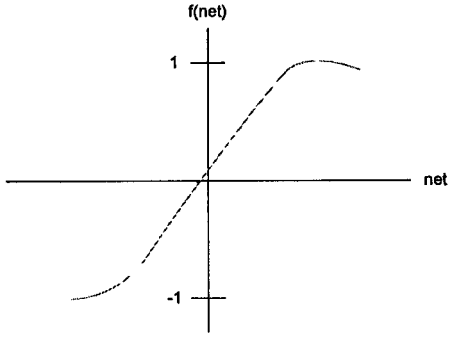
รูปที่ 2.5 แสดงกราฟของฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์

$$f(net) = \frac{(e^{net} - e^{-net})}{(e^{net} + e^{-net})} \tag{2.10}$$

เมื่อ *net* เป็นค่า Net Input ของเซลล์ประสาทเทียม

e เป็นฟังก์ชันเอกซ์โปแนนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

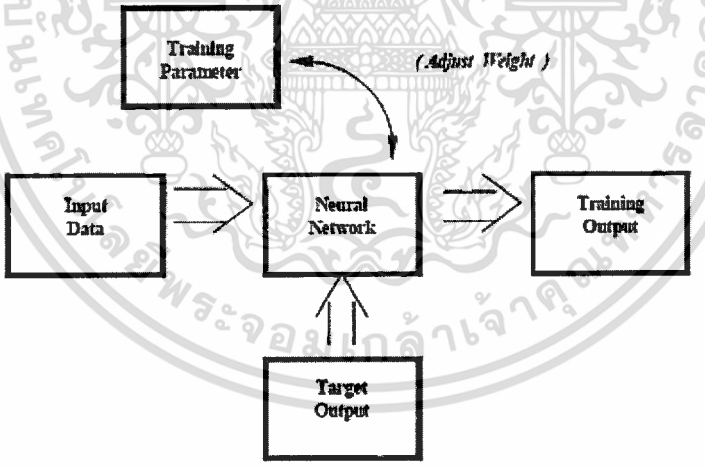


รูปที่ 2.6 แสดงกราฟของฟังก์ชันโพล่าซิกมอยด์

2.2.1 การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

2.2.1.1 Supervised Learning การเรียนแบบมีการสอน

เป็นการเรียนแบบที่มีการตรวจคำตอบเพื่อให้โครงข่ายปรับตัว ชุดข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายจะมีคำตอบไว้คอยตรวจดูว่าโครงข่ายให้คำตอบที่ถูกหรือไม่ ถ้าตอบไม่ถูก โครงข่ายก็จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น (เปรียบเทียบกับคน เหมือนกับการสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ)

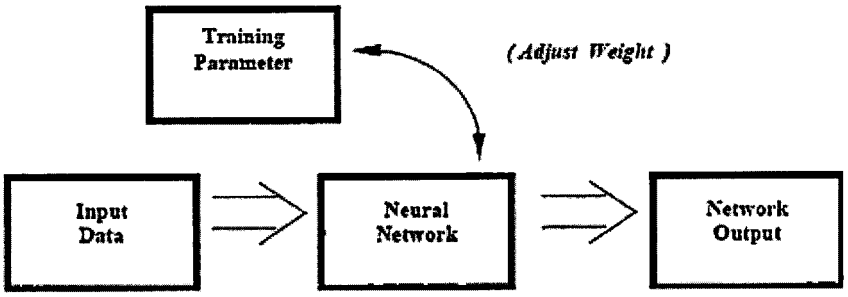


รูปที่ 2.7 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning)

2.2.1.2 Unsupervised Learning การเรียนแบบไม่มีการสอน

เป็นการเรียนแบบไม่มีผู้แนะนำ ไม่มีการตรวจคำตอบว่าถูกหรือผิด โครงข่ายจะจัดเรียงโครงสร้างด้วยตัวเองตามลักษณะของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้ โครงข่ายจะสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ (เปรียบเทียบกับคน เช่น การที่เราสามารถแยกแยะพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ตามลักษณะรูปร่างของมันได้เองโดยไม่มีใครสอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised Learning)

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Multilayered Feedforword Neural Network หรือ Backpropagation Algorithm)

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ แสดงในรูปที่ 2.4 ประกอบไปด้วยชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) และชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุตของนิวรอน ซึ่งข้อมูลจะไหลจากซ้ายไปขวา โดยอินพุต x จะติดต่อกับชั้นซ่อนและชั้นเอาต์พุตของนิวรอนผ่านทางค่าน้ำหนัก (Weight) โดยน้ำหนักที่ชั้นซ่อนของโหนดอินพุต i กับนิวรอน j คือ w_{ij} ส่วนน้ำหนักที่ชั้นซ่อนของนิวรอน j กับเอาต์พุตของนิวรอน k แทนด้วย v_{jk}

จากการคำนวณค่าน้ำหนักที่อินพุตและเอาต์พุตจะเป็นฟังก์ชันซิกมอยด์ โดยฟังก์ชันซิกมอยด์จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติให้กับโครงข่าย สำหรับสมการหาค่าเอาต์พุตที่นิวรอน j^{th} ในชั้นซ่อนคือ

$$net_j^h = \sum_{i=1}^{N} w_{ji} x_i \tag{2.11}$$

$$y_j = f(net_j^h) \tag{2.12}$$

เมื่อ N เป็นจำนวนอินพุต x จากชั้นอินพุต

ส่วนสมการหาค่าเอาต์พุตที่นิวรอน k^{th} ในชั้นเอาต์พุตคือ

$$net_k^o = \sum_{j=1}^{J} v_{kj} y_j \tag{2.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$z_k = f(net_k^o) \tag{2.14}$$

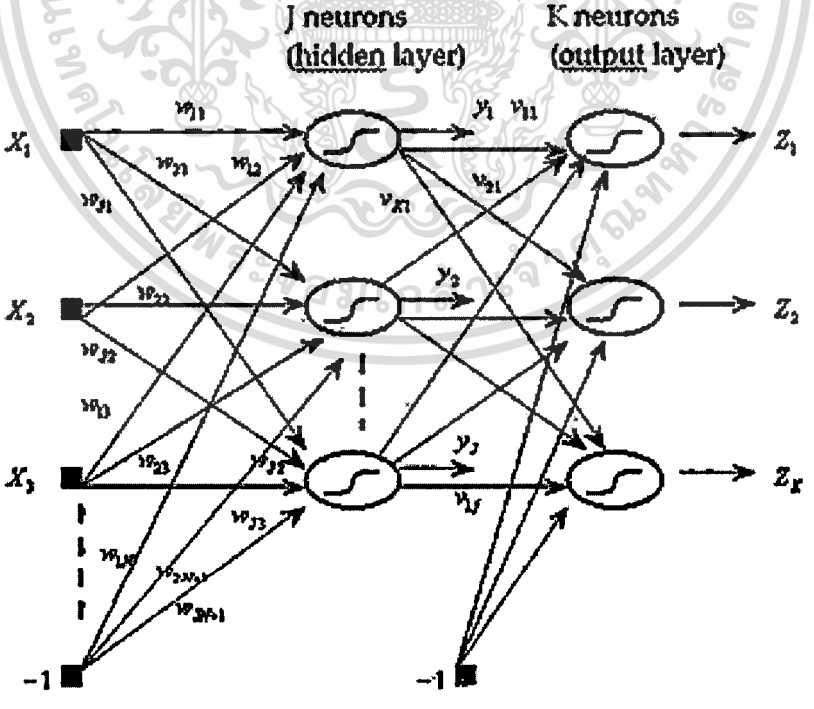
เมื่อ J เป็นจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อน

ส่วนฟังก์ชันซิกมอยด์ (ฟังก์ชันกระตุ้น) คือ

$$f(net) = \frac{1}{1+e^{-\lambda net}} \tag{2.15}$$

เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในการแปลงค่า Net Inputให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1ซึ่งค่าเอาต์พุตที่ได้จากฟังก์ชันจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อ λ เป็นค่าความชัน และ e เป็นฟังก์ชันเอกซ์โพแนนเชียล

สำหรับเอาต์พุต z_k จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย d_k ซึ่งค่าผิดพลาดที่ได้จะนำไปปรับแต่งค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้นซ่อนและชั้นเอาต์พุตของนิวรอน โดยจะศึกษาการฝึกหัดโครงข่ายประสาทเทียมโดยวิธีการแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Algorithm) ซึ่ง Back - Propagation เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน Multilayer Perceptron เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้จะขึ้นกับความแตกต่างของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้กับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ



รูปที่ 2.9 แสดงสถาปัตยกรรมของ MFNN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ขั้นตอนการฝึกหัดโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่แบบย้อนกลับ

ขั้นที่หนึ่ง : กำหนดอินพุต x จากชั้นอินพุต โดยเซตค่า $E = 0$

ขั้นที่สอง : คำนวณหาค่าเอาต์พุตของแต่ละนิวรอนในชั้นซ่อน

$$net_j^h = \sum_{i=1}^{N+1} w_{ji} x_i \tag{2.16}$$

$$y_j = f(net_j^h) \tag{2.17}$$

เมื่อ N เป็นจำนวนอินพุต x จากชั้นอินพุต

ฟังก์ชันกระตุ้น เป็น

$$f(net) = \frac{1}{1+e^{-\lambda net}} \tag{2.18}$$

ขั้นที่สาม : คำนวณหาค่าเอาต์พุตของแต่ละนิวรอนในชั้นเอาต์พุต

$$net_k^o = \sum_{i=1}^{J+1} v_{kj} y_j \tag{2.19}$$

$$y_j = f(net_k^o) \tag{2.20}$$

เมื่อ J เป็นจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อน

ฟังก์ชันกระตุ้น เป็น

$$f(net) = \frac{1}{1+e^{-\lambda net}} \tag{2.21}$$

ขั้นที่สี่ : ปรับแต่งค่าน้ำหนักที่ชั้นเอาต์พุต

$$v_{kj} \leftarrow v_{kj} + c\lambda(d_k - z_k) z_k (1 - z_k) y_j \tag{2.22}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ห้า : ปรับแต่งค่าน้ำหนักที่ชั้นซ่อน

$$w_{ji} \leftarrow w_{ji} + c\lambda^2 y_j(1-y_j)x_i \bullet (\sum_{k=1}^{K}(d_k - z_k)z_k(1-z_k)v_{kj}) \tag{2.23}$$

ขั้นที่หก : คำนวณเทอมค่าผิดพลาด

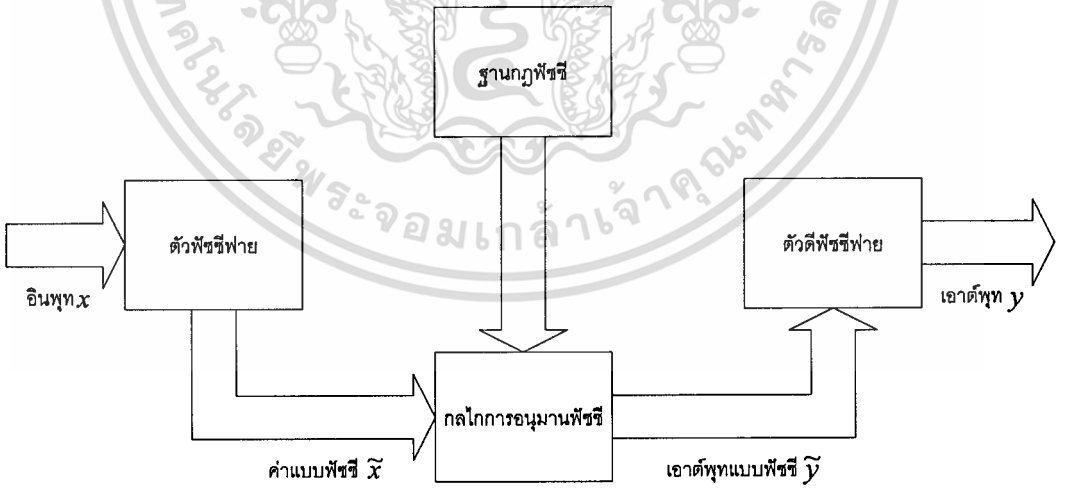
$$E \leftarrow E + \sum_{k=1}^{K}(d_k - z_k)^2 \tag{2.24}$$

และทำซ้ำตั้งแต่ขั้นที่หนึ่ง

ขั้นที่เจ็ด : ถ้า E มีค่าต่ำกว่า 0.000001 จึงหยุด

2.4 ระบบฟัซซี (Fuzzy System)

ระบบฟัซซีเป็นระบบด้านคอมพิวเตอร์ที่ทำงานโดยอาศัยฟัซซีลอจิกที่คิดค้นโดย L. A. Zadeh คือระบบที่ใช้หลักการของฟัซซีเซตและ ฟัซซีลอจิก โดยระบบฟัซซีที่นิยมใช้คือ ระบบฟัซซีลอจิกที่มีตัวฟัซซีฟายเออร์ และ ดีฟัซซีฟายเออร์ โดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างและการทำงานของระบบฟัซซี

หลักการทำงานของระบบฟัซซี เป็นดังนี้ เมื่ออินพุต X ซึ่งเป็นค่าแบบปกติเข้ามาในระบบจะถูทำการฟัซซีฟาย (Fuzzification) เพื่อแปลงให้เป็นค่าแบบฟัซซี (Fuzzy Value) $\tilde{X}$ ด้วยตัวฟัซซีฟายเออร์ (Fuzzifier) แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปอนุมานหาค่าเอาต์พุต $\tilde{y}$ โดยให้กลไกการอนุมานฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Fuzzy Inference Engine) ร่วมกับกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี (Fuzzy Rule-Base) แต่เนื่องจากค่าเอาต์พุตที่ได้นี้เป็นค่าแบบฟัซซีจึงนำไปทำการดีฟัซซีฟาย (Defuzzification) เพื่อแปลงกลับไปเป็นค่าแบบปกติด้วยตัวดีฟัซซีฟายเออร์ (Defuzzifier) จากนั้นนำค่าเอาต์พุต Y ที่ได้ไปใช้งานต่อไป

2.4.1 ส่วนประกอบสำคัญของระบบฟัซซี มีดังนี้

1. ตัวฟัซซีฟายเออร์ (Fuzzifier) มีหน้าที่ในการแปลงค่าข้อมูลแบบปกติให้เป็นค่าแบบฟัซซี
2. กฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี (Fuzzy Rule-Base) เป็นกฎที่ได้มาจากความรู้ของผู้ชำนาญ หรือจากข้อมูลเชิงตัวเลข (Numerical Data) ซึ่งอยู่ในรูปของเซตของกฎเงื่อนไขพื้น ถ้า- แล้ว (a set of If-Then Rules)
3. กลไกการอนุมานฟัซซี (Fuzzy Inference Engine) เป็นกลไกที่ใช้หลักของฟัซซีลอจิกในการอนุมานหาค่าเอาต์พุตที่เป็นค่าแบบฟัซซี จากอินพุตที่เป็นค่าแบบฟัซซี โดยใช้กฎเงื่อนไขพื้นฐานกลับเข้ามาช่วยในการอนุมาน
4. ตัวดีฟัซซีฟายเออร์ (Defuzzifier) มีหน้าที่ในการแปลงค่าผลลัพธ์ที่มีค่าแบบฟัซซีให้เป็นค่าแบบปกติ เพื่อที่จะนำไปใช้งานต่อไปได้

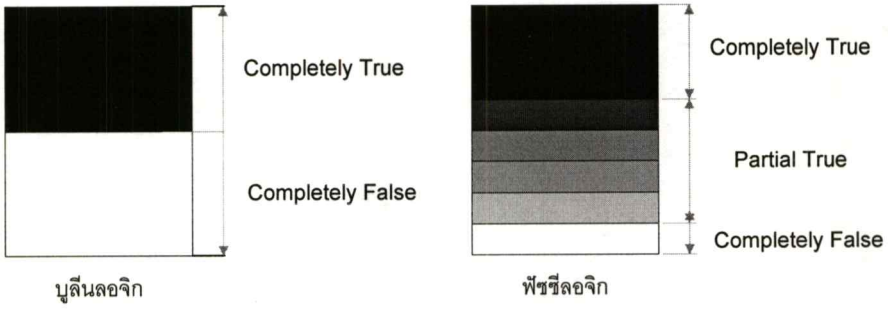
2.5 ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)

ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) เป็นตรรกศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของฟัซซีเซต คือค่าความจริงอาจมีมากกว่าสองค่าได้ ดังนั้นฟัซซีลอจิกจึงเป็นตรรกศาสตร์แบบผสม (Multivalued Logic) ส่วนตรรกศาสตร์แบบปกติอยู่บนพื้นฐานของเซตแบบปกติจะเป็นตรรกศาสตร์แบบสองค่า (Two-Valued Logic) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.8 โดยมีลักษณะที่สำคัญของฟัซซีลอจิก คือ

1. ฟัซซีลอกจิกแตกต่างจากตรรกศาสตร์แบบปกติตรงที่ฟัซซีลอจิกไม่เป็นไปตามกฎของความไม่ขัดแย้ง (Law of noncontradiction) คือฟัซซีลอจิกจะยอมให้ค่าความจริงมีค่าเป็นค่าระดับการเป็นสมาชิกที่มากกว่าศูนย์ได้หลาย ๆ เซตพร้อมกัน
2. ค่าระดับการเป็นสมาชิกในแต่ละเซตไม่จำเป็นต้องรวมกันแล้วได้เท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.



รูปที่ 2.11 แสดงบูลีนลอจิกกับฟัซซีลอจิก

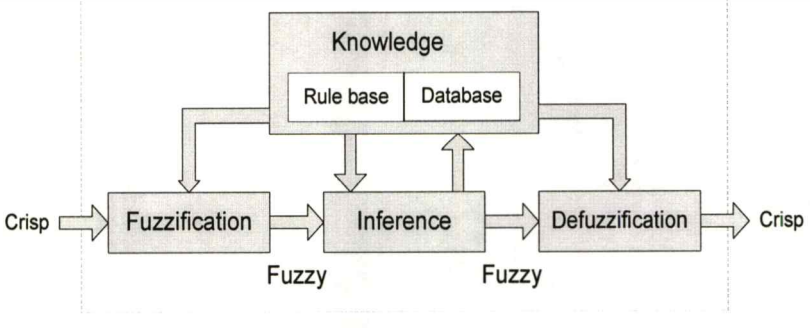
ซึ่งฟัซซีลอจิกมีความแตกต่างจากลอจิกทั่วไปคือ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบูลีนลอจิก (Boolean Logic หรือ Classic Logic) และฟัซซีลอจิก

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบูลีนลอจิกและฟัซซีลอจิก

บูลีนลอจิก	ฟัซซีลอจิก
เซตแบบปกติ (crisp)	เซตแบบฟัซซี
ลอจิกมี 2 ค่า (bivalent)	ลอจิกมีหลายค่า (multivalent)
จำนวนเป็นปกติ	จำนวนเป็นฟัซซี
ตัวดำเนินการเป็นปกติ	ตัวดำเนินการเป็นฟัซซี
สมาชิกมีค่าได้ 0 หรือ 1	สมาชิกมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1
ลักษณะสมาชิกไม่ต่อเนื่อง	ลักษณะสมาชิกต่อเนื่อง

2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนดังนี้ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี

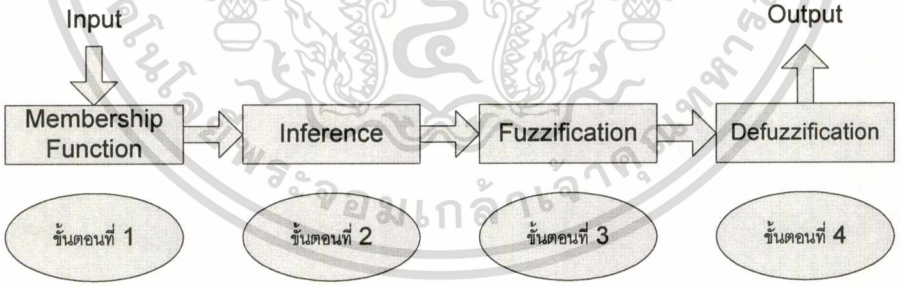
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่แปลงการอินพุตปกติเป็นอินพุตแบบฟัซซี (Fuzzification) หรือในรูปแบบฟัซซีเซต หรือเรียกว่าเป็นตัวแปรภาษา (Linguistic Variable)

- ฐานความรู้ (Knowledge Base) เป็นส่วนที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในการควบคุมประกอบ 2 ส่วนคือ ฐานกฎ (Rule Base) และฐานข้อมูล (Database)
- ฐานกฎ (Rule Base) ส่วนของการกำหนดวิธีการควบคุม ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบกฎของภาษา (Linguistic Rule)
- ฐานข้อมูล (Database) เป็นการจัดเตรียมส่วนที่จำเป็นเพื่อที่จะใช้ในการกำหนดกฎการควบคุม และการจัดการข้อมูลของตรรกศาสตร์ฟัซซี
- เครื่องอนุมานหรือการตีความ (Inference Engine) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎ เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผลเหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการของการตีความเพื่อหาคำตอบ
- ส่วนที่แปลงการเอาต์พุตให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Defuzzification) เป็นการทำการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปของฟัซซีให้อยู่ในรูปปกติ

2.5.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

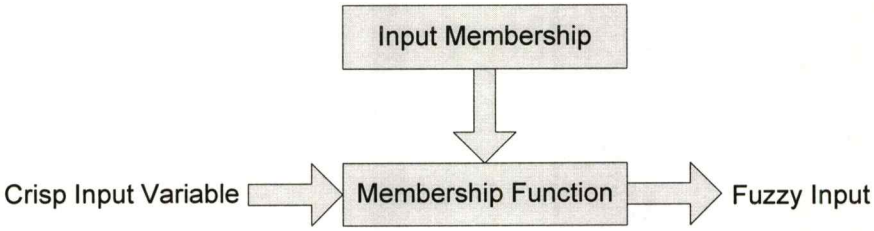
ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิกมีการแบ่งรูปแบบการทำงานเป็น 4 ส่วนจะแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

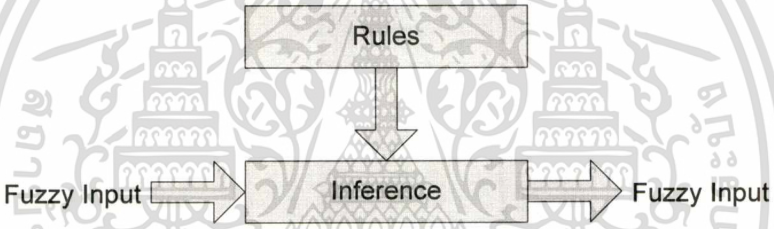
ขั้นตอนที่ 1 เป็นการแปลงการอินพุตแบบปกติเป็นอินพุตแบบฟัซซี โดยจะสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก โดยไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียวกันขึ้นกับคุณลักษณะของแต่ละอินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) โดยฟังก์ชันจะมีลักษณะเป็นการกำหนด เพื่อให้เป็นฟัซซีการอินพุต ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



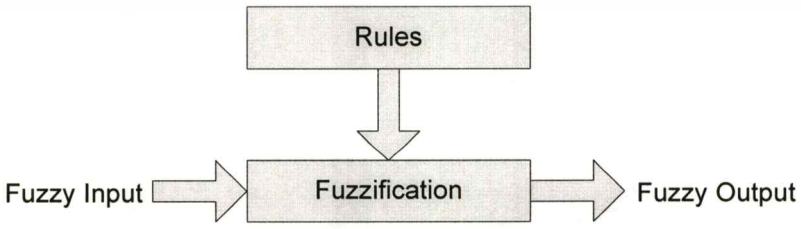
รูปที่ 2.14 แสดงขั้นตอนที่ 1 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเอาต์พุตที่อาศัยหลักการของการหาเหตุและผลอาจจะสร้างการเก็บข้อมูลการคาดการณ์จากการตัดสินใจของมนุษย์หรือค่าจากการทดลอง โดยเขียนเป็นกฎควบคุมระบบ ซึ่งจะมีลักษณะอยู่ในรูปแบบ ถ้า (If) และ (And) หรือ (Or) แล้วนำกฎทั้งหมดมาประมวลผลรวมกัน เพื่อหาการตัดสินใจที่เหมาะสม ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงขั้นตอนที่ 2 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

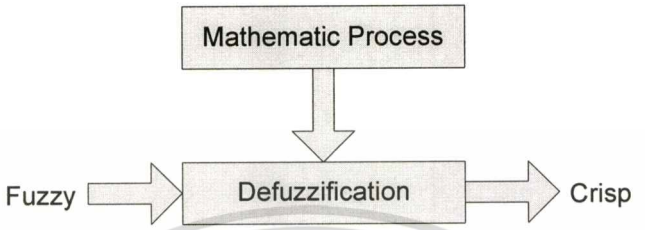
ขั้นตอนที่ 3 เป็นการหาเอาต์พุตแบบฟัซซี โดยนำกฎควบคุมที่สร้างขึ้น ในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผลกับฟัซซีอินพุต โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ใน (Fuzzification) ในการตีความหาเหตุผลเลือกใช้ Max - Min method และ Max - Dot method เพื่อนำค่าที่ได้มาประมวลผล ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงขั้นตอนที่ 3 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนเอาต์พุตแบบฟัซซีให้เป็นเอาต์พุตแบบปกติ ซึ่งวิธีการทำค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ (Defuzzification) คือวิธีการที่เป็นเทคนิคการเลือกค่าสูงสุดจากหลาย ๆ เซตมาเพียงค่าเดียว โดยใช้ค่าสูงสุดของค่าระดับการเป็นสมาชิกจากการกระทำหลาย ๆ แบบ และเลือกกระทำเพียงรูปแบบเดียว ดังรูปที่ 2.17

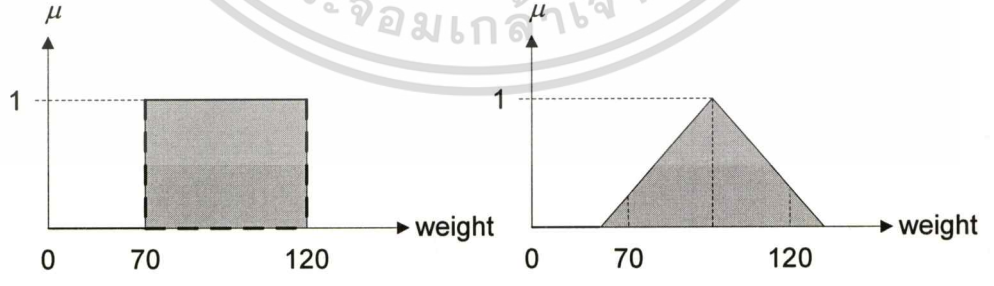


รูปที่ 2.17 แสดงขั้นตอนที่ 4 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

2.6 ฟัซซีเซต (Fuzzy Set)

ฟัซซีเซตถูกนำเสนอขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Zadah, L. A. โดยมีลักษณะแตกต่างจากเซตแบบปกติ คือ ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) เป็นค่าระดับการเป็นสมาชิก (Degree of membership function) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ส่วนเซตแบบปกติ (Crisp Set) เป็นเซตแบบปกติจะมีค่าระดับการเป็นสมาชิกเพียงสองค่าคือจริงหรือเท็จ

ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความอ้วน นิยามคำว่าคนอ้วนในเซตแบบปกติอาจกำหนดเป็นคนที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 70 ถึง 120 กิโลกรัม โดยนิยามแบบฟัซซีเซตอาจกำหนดเป็นคนที่มีความอ้วนประมาณ 80 กิโลกรัม ซึ่งเป็นการให้นิยามที่ไม่แสดงถึงขอบเขตที่แน่นอน



รูปที่ 2.18 แสดงการกำหนดค่าระดับการเป็นสมาชิกของเซตแบบปกติและเซตแบบฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

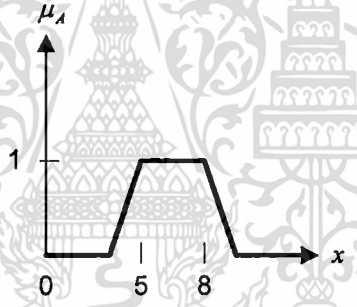
เราสามารถนิยามฟัซซีเซตได้ดังนี้ ถ้าให้ U เป็นเซตเอกภพสัมพัทธ์ (Universal Set) แล้วจะได้ว่า A เป็นฟัซซีเซตใน U ก็ต่อเมื่อ

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \tag{2.25}$$

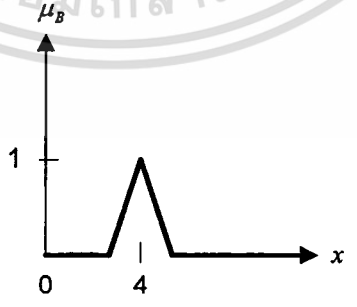
เมื่อ μ_A คือฟังก์ชันการเป็นสมาชิก และค่าระดับการเป็นสมาชิกของ x ใน A จะมีค่าอยู่ในช่วงปิด 0 ถึง 1 คือ $\mu_A : U \rightarrow [0,1]$

2.7 การกระทำของฟัซซีเซต (Operation of fuzzy set)

สมมุติให้ A และ B เป็นฟัซซีเซตใน U ที่มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกเท่ากับ μ_A และ μ_B ตามลำดับ โดยการกระทำของฟัซซีเซต มีดังนี้



รูปที่ 2.19 แสดงฟัซซีเซต A

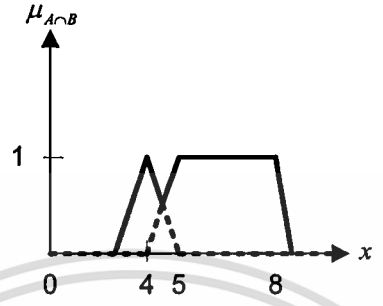


รูปที่ 2.20 แสดงฟัซซีเซต B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A. อินเตอร์เซคชัน (Intersection) หรือ AND

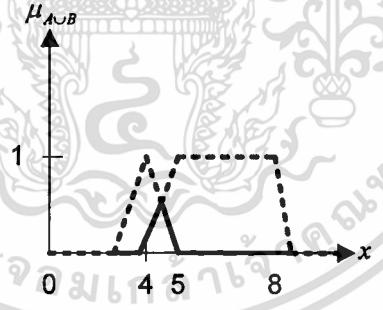
$$\mu_{A\cap B} = \min\left[\mu_A(x), \mu_B(x)\right] \tag{2.26}$$



รูปที่ 2.21 แสดงฟัซซีเซต A AND B

B. ยูเนียน (Unification) หรือ OR

$$\mu_{A\cup B} = \max\left[\mu_A(x), \mu_B(x)\right] \tag{2.27}$$

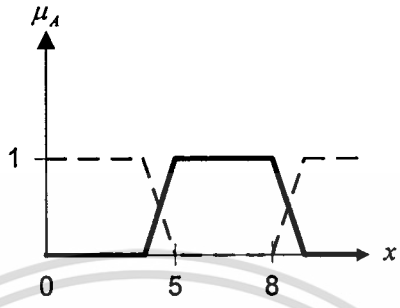


รูปที่ 2.22 แสดงฟัซซีเซต A OR B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C. Negation หรือ Complementation หรือ NOT

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \tag{2.28}$$

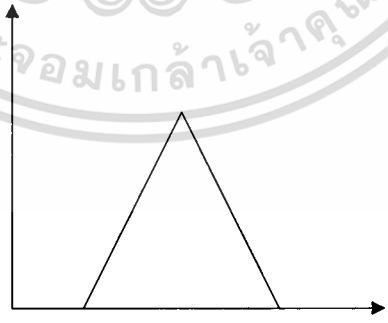


รูปที่ 2.23 แสดง NOT ฟัซซีเซต A

2.8 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function)

แต่ละฟัซซีเซตจะถูกกำหนดโดยฟังก์ชันการเป็นสมาชิก ซึ่งทำหน้าที่ฟัซซีฟายค่าปกติไปเป็นค่าการเป็นสมาชิกหรือค่าฟัซซี ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกใช้เพื่อแสดงขอบเขตค่าระดับความเป็นสมาชิกในแต่ละฟัซซีเซตฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่ใช้ในฟัซซีลอจิกมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น

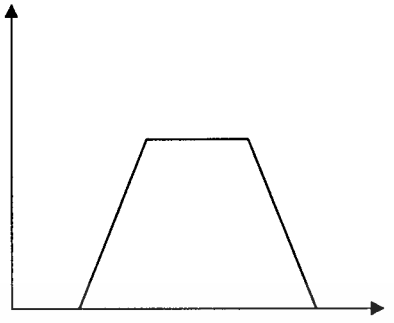
A. ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม (Triangular membership function) เป็นฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่นิยมใช้



รูปที่ 2.24 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม

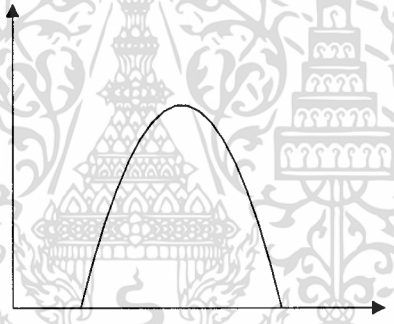
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal membership function)



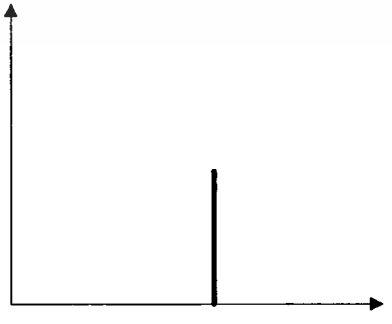
รูปที่ 2.25 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

C. ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบเกาส์ (Gaussian membership function)



รูปที่ 2.26 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบเกาส์

D. ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบซิงเกิลตัน (Singleton membership function)



รูปที่ 2.27 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบซิงเกิลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการเลือกฟังก์ชันของความเป็นสมาชิกจะต้องเลือกตามความเหมาะสมความครอบคลุมของข้อมูลที่จะรับเข้ามามีความเป็นสมาชิกหลายค่าได้ และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะกับงานที่กำลังปฏิบัติงานหรือตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงในการศึกษาโครงงานนี้เป็นการนำทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมแก้วโดยแบ่งการดำเนินการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. โครงสร้างแบบจำลอง
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน
3. การออกแบบโปรแกรมแบบจำลอง

3.1 โครงสร้างแบบจำลอง

โครงสร้างแบบจำลองฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ที่ใช้ในโครงงานนี้ประกอบด้วยโครงสร้างการทำงานที่แบ่งเป็นจำนวนชั้นการทำงานทั้งหมด 4 ชั้นดังนี้

1. ชั้นอินพุต (Input Layer)
2. ชั้นฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification Layer)
3. ชั้นกฎ (Rule Layer)
4. ชั้นเอาต์พุต (Output Layer)

ระบบฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียม มีทำงานร่วมกันในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยที่โครงสร้างของทั้งคู่จะมีการเปลี่ยนแปลงให้เข้ากันได้ตามความต้องการของปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งแบบจำลองของฟัซซีและแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียมจะทำการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบเชิงตัวเลข (Numerical) และผลลัพธ์ของการคำนวณได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการเปรียบเทียบของแบบจำลองเชิงสถิติจะใช้ความสามารถของการปรับแต่งระบบที่ทำงานร่วมกันในภาวะที่ไม่แน่นอนและสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวน ในการคำนวณฟังก์ชันของเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับอินพุต ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้จากตัวอย่างของข้อมูลเชิงตัวเลข ทั้งฟัซซีและนิวรอลจะมีความใกล้เคียงกันของข้อมูลเชิงตัวเลขที่อยู่ในรูปของเซตกฎเงื่อนไขพื้นฐาน ถ้า - แล้ว ที่สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเทคนิคที่มีความสมบูรณ์ โดยโครงข่ายประสาทเทียมจะดึงข้อมูลจากระบบไปเรียนรู้หรือควบคุมอย่างเป็นระบบ ส่วนของฟัซซีลอจิกเป็นตรรกศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของฟัซซีเซต กล่าวคือ ค่าความจริงอาจมีค่าได้มากกว่าสองค่าจะใช้ข้อมูลภาษามนุษย์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทฤษฎีฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Fuzzy Neural Network) จะเป็นการประยุกต์การเลียนแบบ (Simulate) การแก้ปัญหาของกระบวนการสมองมนุษย์และสนับสนุนการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่ซับซ้อน

3.1.1 การสร้างแบบจำลองฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network)

โครงสร้างของฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) มีอยู่ด้วยกัน 4 ซึ่งจะประกอบไปด้วย ชั้นอินพุต ทำหน้าที่รับอินพุตเข้ามาแล้วส่งต่อไปโดยมีแฟกเตอร์เฉพาะของอินพุต, ชั้นฟัซซิเคชัน ทำหน้าที่คำนวณระดับการเป็นสมาชิกของอินพุตโดยมีฟังก์ชันการเป็นสมาชิก, ชั้นกฎ ทำหน้าที่คำนวณเอาต์พุตของกฎโดยมีฟังก์ชันการเป็นสมาชิกและมีการเก็บรวบรวมกฎ และชั้นเอาต์พุต ทำหน้าที่คำนวณเอาต์พุต ดังรูปที่ 2.25 แสดงโทโพโลยีการทำงานของแบบจำลองฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) โดยฟังก์ชันและการคำนวณของกระบวนการแต่ละชั้นมีดังนี้

1. ชั้นที่หนึ่ง อินพุต ทำหน้าที่รับอินพุตของตัวแปร

$$X_i \quad (i = 1,2,...,n)$$

2. ชั้นที่สอง ฟัซซีฟาย X_i ทำหน้าที่แปลงค่าอินพุตที่เป็นค่าแบบปกติให้เป็นค่าแบบฟัซซี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่ใช้ โดยทุกค่าอินพุต X_i มี m เป็นระดับการเป็นสมาชิก $\mu_{A_i^j}(X_i) \quad (j = 1,2,...,m)$ ที่แสดงลักษณะเฉพาะของแฟกเตอร์ที่มีอิทธิพล

$$\mu_{A_i^j}(X_i) = f(a_i^j, b_i^j) \tag{3.1}$$

เมื่อ $\mu_{A_i^j}$ เป็นระดับการเป็นสมาชิกของ X_i ใน A ที่คำนวณโดยใช้ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก $\mu_{A_i^j}$ ค่าระดับการเป็นสมาชิกของ X ใน A จะมีค่าอยู่ในช่วงปิด 0 ถึง 1 , $f(a_i^j, b_i^j)$ เป็นฟังก์ชันการเป็นสมาชิกใช้เพื่อแสดงขอบเขตของค่าระดับการเป็นสมาชิกในแต่ละฟัซซีเซต, a_i^j และ b_i^j เป็นพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก โดยที่ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกเป็นฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian) สำหรับพารามิเตอร์ 2 ตัว ที่

$$\mu_{A_i^j} = \exp\left(-\left(\frac{x_i^j - a}{b}\right)^2\right) \tag{3.2}$$

เมื่อ a เป็นพารามิเตอร์ของค่าจุดศูนย์กลาง

b เป็นพารามิเตอร์ของความกว้างของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชั้นที่สาม กฎทำหน้าที่ คำนวณค่า μ_j ที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับกลไกการอนุมานของกฎแบบฟัซซี ซึ่งกลไกที่ใช้ในการอนุมานหาค่าเอาต์พุตที่เป็นค่าแบบฟัซซีจากอินพุตที่เป็นค่าแบบฟัซซีจะใช้ฐานกฎแบบฟัซซีเข้ามาช่วยในการอนุมาน

$$\mu_j = \mu_{A_1^j}(X_1)\mu_{A_2^j}(X_2)...\mu_{A_n^j}(X_n) \tag{3.3}$$

ซึ่งจำนวนโหนดบนชั้นนี้จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนฟังก์ชันสมาชิกในส่วนของ THEN คือ n โหนด ดังนั้นจำนวนกฎทั้งหมดคำนวณได้จากสูตร

$$r = M^n \tag{3.4}$$

เมื่อ r คือ จำนวนกฎทั้งหมด

M คือ จำนวนฟังก์ชันสมาชิกในส่วนของ IF

ตัวอย่างของฐานกฎที่มี 2 อินพุตแสดงดังนี้

[1] IF X_1 IS Negative AND x_2 IS Negative THEN

$\hat{y}$ IS Negative

[2] IF X_1 IS Negative AND x_2 IS Zero THEN

$\hat{y}$ IS Negative

⋮

[9] IF X_1 IS Positive AND x_2 IS Positive THEN

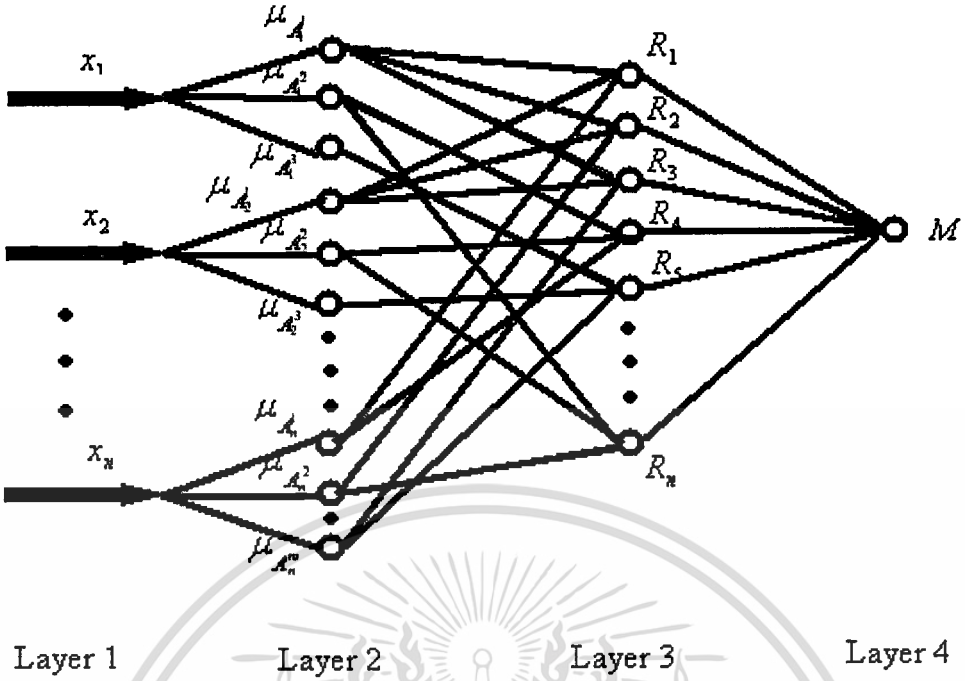
$\hat{y}$ IS Positive

ซึ่งการแปลงฐานกฎให้อยู่ในรูปตารางการตัดสินใจแบบฟัซซีคือ

x_2 \ x_1	N	Z	P
N	N	N	Z
Z	N	Z	P
P	Z	P	P

รูปที่ 3.1 แสดงตารางการตัดสินใจแบบฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network)

4. ชั้นที่สี่ ฟัซซิฟายเอาต์พุตสุดท้าย M ของระบบนิวรอลฟัซซีกับสมการฟัซซิฟิเคชันของจุดเซนทรอยด์

$$M = \frac{\sum_{j=1}^{M} \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j} \tag{3.5}$$

เมื่อ w_j เป็นค่าน้ำหนัก ที่ j^{th} ของกฎ

M เป็นเอาต์พุตสุดท้ายที่ได้

ซึ่งพารามิเตอร์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงเป็น $\mu_{A_i^j}(X_i)$ ของอินพุตของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกและ w_j จากผลที่เกิดขึ้นของกฎการอนุมาน (inference rules) ดังนั้น M^d เป็นเอาต์พุตที่ต้องการของ Fuzzy Neural Network โดยที่ฟังก์ชันเป้าหมายจะลดขนาดลงให้มากที่สุดได้จากนิยาม

$$E = \frac{1}{2}(M - M^d)^2 \tag{3.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ E เป็นค่าผิดพลาดรวมที่อยู่ในรูปแบบ Mean Square Error ระหว่างเอาต์พุตจริงกับเอาต์พุตที่ต้องการ , M เป็นเอาต์พุตจริงและ M^d เป็นเอาต์พุตที่ต้องการ ซึ่งกฎการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับจะใช้ในกระบวนการ Training ของฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) โดยการเรียนรู้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมเบื้องต้นของกฎฟัซซีลอจิกได้มาจาก

$$\frac{\partial E}{\partial a_i^j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M}\mu_j(X)}(M - M^d)\frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)}\frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial a_i^j} \tag{3.7}$$

$$\frac{\partial E}{\partial b_i^j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M}\mu_j(X)}(M - M^d)\frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)}\frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial b_i^j} \tag{3.8}$$

$$\frac{\partial E}{\partial W_j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M}\mu_j(X)}(M - M^d) \tag{3.9}$$

3.1.2 ขั้นตอนการฝึกหัดโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก

ขั้นที่หนึ่ง : กำหนดอินพุต x จากชั้นอินพุต โดยกำหนดค่าความผิดพลาด $E = 0$

ขั้นที่สอง : คำนวณการแปลงค่าอินพุตที่เป็นค่าแบบปกติให้เป็นค่าแบบฟัซซี $\mu_{A_i^j}(X_i)$

$$\mu_{A_i^j}(X_i) = f(a_i^j, b_i^j) \quad , \mu_{A_i^j} = \exp\left(-\left(\frac{x_i^j - a}{b}\right)^2\right) \tag{3.10}$$

เมื่อ a เป็นพารามิเตอร์ของค่าจุดศูนย์กลาง

b เป็นพารามิเตอร์ของความกว้างของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

ขั้นที่สาม : ทำการเลือกกฎที่จับคู่ (match) กับอินพุต

ขั้นที่สี่ : คำนวณหาค่า μ_j

$$\mu_j = \mu_{A_1^j}(X_1)\mu_{A_2^j}(X_2)...\mu_{A_n^j}(X_n) \tag{3.11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ห้า : คำนวณหาค่าเอาต์พุต M

$$M = \frac{\sum_{j=1}^{M} \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j} \tag{3.12}$$

เมื่อ w_j เป็นค่าน้ำหนัก ที่ j^{th} ของกฎ

ขั้นที่หก : ปรับแต่งค่าน้ำหนัก w_j

$$w_j(t+1) = w_j(t) - \eta \frac{\partial E}{\partial w_j} \tag{3.13}$$

$$\frac{\partial E}{\partial W_j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j(X)} (M - M^d) \tag{3.14}$$

เมื่อ η เป็นอัตราการเรียนรู้

ขั้นที่เจ็ด : ปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ a_i^j และ b_i^j โดยจะเลือกค่า Min ของ $\mu_j(X)$ ที่เกี่ยวข้องกับ a_i^j และ b_i^j นั้น ๆ ในการปรับค่า a_i^j และ b_i^j แต่ละค่า

$$a_i^j(t+1) = a_i^j(t) - \eta \frac{\partial E}{\partial a_i^j} \tag{3.15}$$

$$\frac{\partial E}{\partial a_i^j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j(X)} (M - M^d) \frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)} \frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial a_i^j} \tag{3.16}$$

$$\frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial a_i^j} = e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2} \bullet \left[\frac{2x-2a}{b^2}\right] \tag{3.17}$$

$$a_i^j(t+1) = a_i^j(t) - \eta \bullet \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j(X)} (M - M^d) \frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2} \left[\frac{2x-2a}{b^2}\right] \tag{3.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$b_i^j(t+1) = b_i^j(t) - \eta \frac{\partial E}{\partial b_i^j} \tag{3.19}$$

$$\frac{\partial E}{\partial b_i^j} = \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j(X)} (M - M^d) \frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)} \frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial b_i^j} \tag{3.20}$$

$$\frac{\partial \mu_{A_i^j}(X_i)}{\partial b_i^j} = e^{\left(\frac{x-a}{b}\right)^2} \bullet 2\frac{(x-a)^2}{b^3} \tag{3.21}$$

$$b_i^j(t+1) = b_i^j(t) - \eta \bullet \frac{\mu_j(X)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j(X)} (M - M^d) \frac{(w_j - M)}{\mu_{A_i^j}(X_i)} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2} 2\frac{(x-a)^2}{b^3} \tag{3.22}$$

ขั้นที่แปด : คำนวณเทอมค่าผิดพลาด

$$E = \frac{1}{2}(M - M^d)^2 \tag{3.23}$$

และทำซ้ำตั้งแต่ขั้นที่สอง โดยที่ M เป็นเอาต์พุตจริงและ M^d เป็นเอาต์พุตที่ต้องการ

ขั้นที่เก้า : ถ้าค่า Mean Square Error

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2 \tag{3.24}$$

มีน้อยกว่า Tolerance Error จึงหยุด

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาโครงงานนี้ดำเนินการศึกษาโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) และทำการพัฒนาระบบสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) สำหรับการพยากรณ์การขายอุตสาหกรรมแก้ว โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิค (Microsoft Visual Basic) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

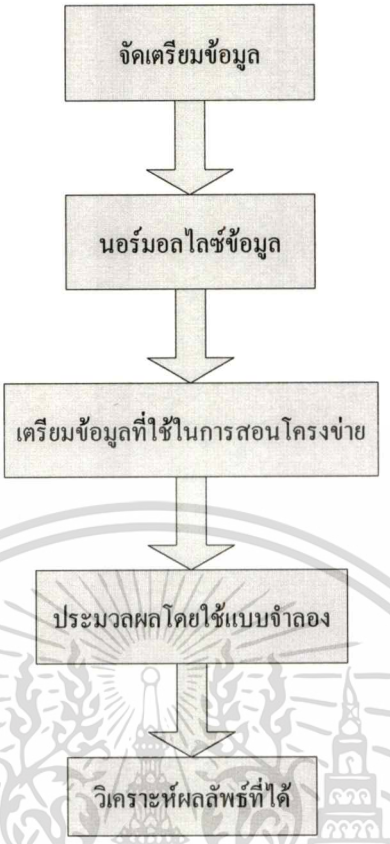
1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล โดยปรับปรุงข้อมูลการขายอุตสาหกรรมแก้ว เพื่อจัดเตรียมเป็นอินพุตเวกเตอร์และเอาต์พุตเวกเตอร์ โดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นการเลือกเอาเฉพาะปริมาณของขวดที่ขายในแต่ละวัน เพื่อป้อนให้กับโครงข่ายที่เราจะสร้างขึ้น
2. ขั้นตอนการนอร์มอลไลเซชัน (Normalization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาปรับเปลี่ยนให้ข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำไปใช้งานกับอัลกอริทึมได้ และให้สอดคล้องกับฟังก์ชันที่นำมาใช้ โดยการนอร์มอลไลเซชันจะกำหนดให้

ข้อมูลทีมีค่ามากสุด คือ max
ข้อมูลทีมีค่าน้อยสุด คือ min
ค่าข้อมูลที่ต้องการ Normalized คือ data

$$\text{Normalize data} = \frac{data - \min}{\max - \min} \tag{3.25}$$

3. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ป้อนเป็นชุดอินพุตให้กับโปรแกรมที่ได้สร้างเป็นแบบจำลองระบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) โดยจะนำข้อมูลทั้งหมดมาแบ่งเป็น 2 ชุด ซึ่งข้อมูลชุดแรกจะถูกใช้สำหรับการสอน (Training) ให้กับโครงข่าย โดยใช้ข้อมูลจากการคิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลอีกชุดเก็บไว้สำหรับการทดสอบหลังจากการคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลอีกชุดจะเก็บไว้สำหรับทดสอบหลังจากที่ได้มีการสอนให้กับโครงข่ายเสร็จสิ้นลงแล้วและมีการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักแล้ว โดยใช้ข้อมูลจำนวนข้อมูลเปอร์เซ็นต์ที่เหลือของจำนวนข้อมูลทั้งหมด
4. นำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในปัจจุบัน เพื่อพิจารณาถึงความแม่นยำของโมเดล ดังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ

3.3 การออกแบบโปรแกรมจำลอง

กระบวนการออกแบบและการทำงานของโปรแกรมประยุกต์มีดังนี้

3.3.1 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมประยุกต์นี้มีการจัดแบ่งหน้าที่การทำงานส่วนต่าง ๆ เป็นโมดูล (Module) ดังนี้

โมดูลการจัดเตรียมค่าข้อมูลสำหรับโครงข่าย

เป็นโมดูลสำหรับกำหนดโครงสร้างของโครงข่าย ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรแบบผู้ใช้กำหนดค่าคงที่ และตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดโครงสร้างโครงข่ายฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก

ตัวแปรแบบผู้ใช้กำหนดเป็นค่าคงที่ มีดังนี้

- ค่าผิดพลาดที่โปรแกรมสามารถยอมรับได้ (Tolerate Error)
- ค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate)
- จำนวนรอบการทำงานของโปรแกรม (Max Cycle)

ตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างโครงข่ายฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก มีดังนี้

- จำนวนโหนดของชั้นอินพุตที่ใช้เป็นคนป้อนเข้าโครงข่าย (Input Node)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลควบคุมการทำงานของโครงข่าย

เป็นโมดูลการสอนโครงข่ายจะทำตามอัลกอริทึมดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว ในการทำงานส่วนนี้โปรแกรมจะใช้อินพุตจากที่ได้เตรียมไว้แล้วมาประมวลผลข้อมูล โดยแบ่งส่วนออกเป็น

- ส่วนของข้อมูลอินพุตที่ผ่านกระบวนการนอร์มอลไลเซชันแล้ว
- ส่วนของข้อมูลน้ำหนักซึ่งได้มาจากการสุ่มค่า (Random) และข้อมูลฐานกฎที่ได้จากการ match กับอินพุตแล้วดำเนินการประมวลผล โดยโปรแกรมจะทำงานวนลูปจนกระทั่งค่าผลรวมของค่าผิดพลาดที่ได้จากการทำงานมีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้ โดยค่าเหล่านี้จะได้มาจากการกำหนดไว้ในโมดูลการจัดเตรียมค่าข้อมูลสำหรับโครงข่าย

โมดูลสำหรับการทดสอบ

เป็นโมเดลสำหรับการทดสอบโดยมีลักษณะการทำงานเหมือนกับโมดูลควบคุมการทำงานของโครงข่าย แต่ข้อมูลที่นำมาใช้จะแตกต่างกัน โดยข้อมูลที่นำมาใช้จะเป็นส่วนที่มีการบันทึกเก็บค่าเอาไว้ เช่น ค่าน้ำหนักต่าง ๆ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ค่าตัวแปรอินพุตที่ผู้ใช้ป้อน แล้วทำการประมวลผลในส่วนของการทดสอบ แล้วเก็บผลที่ได้

โมดูลบันทึกข้อมูล

เป็นโมดูลสำหรับบันทึกค่าน้ำหนัก, ค่าพารามิเตอร์ a และ b ที่ปรับค่าแล้วเพื่อเตรียมนำไปใช้สำหรับการทดสอบแบบจำลอง

โมดูลการหาค่าผิดพลาดของข้อมูลทางสถิติ

เป็นโมดูลสำหรับคำนวณหาค่าความผิดพลาดของเอาต์พุต ซึ่งใช้ Mean Square Error (MSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากความคลาดเคลื่อน

โมดูลเพื่อการแสดงผลลัพธ์ข้อมูล

เป็นโมดูลเพื่อใช้ในการแสดงผลลัพธ์ข้อมูล โดยจะแสดงผลออกมาในรูปแบบของผลลัพธ์เปรียบเทียบชุดกับข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการประมวลผล และรูปแบบกราฟเพื่ออำนวยความสะดวกเมื่อต้องการดูผลลัพธ์ข้อมูลทำให้มองเห็นภาพรวมที่ง่ายกว่า

3.3.2 การทำงานของโปรแกรมประยุกต์

การทำงานของโปรแกรมประยุกต์แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

- ส่วนของการทำงานในการฝึกหัดโครงข่าย
- การทำงานในส่วนของการทดสอบหาผลลัพธ์ของโครงข่าย
- ส่วนของการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลองจากการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองด้วยรูปแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) โดยแบ่งการอธิบายออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนการเตรียมข้อมูล
2. ส่วนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์
3. ส่วนการแสดงผลลัพธ์

4.1 การเตรียมข้อมูล

ในการทดลองนี้ได้มีการเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการทดลองเพื่อพยากรณ์เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการขายอุตสาหกรรมแก้ว ในระยะเวลา 6 เดือนนับตั้งแต่ วันที่ 24 พฤษภาคม 2548 ถึงวันที่ 24 พฤศจิกายน 2548 โดยข้อมูลที่บันทึกเป็นรายวัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.1 และข้อมูลอื่น ๆ อีก 3 ชุดข้อมูล โดยขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในการทดลองนี้เป็นสิ่งสำคัญต่อการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ ข้อมูลเหล่านี้จะผ่านกระบวนการในการจัดเตรียมให้เป็นข้อมูลที่พร้อมใช้งาน จากนั้นต้องนำไปผ่านกระบวนการนอร์มอลไลเซชันเพื่อให้ข้อมูลพร้อมใช้สำหรับโมเดลในการทดลอง โดยกระบวนการนอร์มอลไลเซชันจะทำในส่วนของการโปรแกรม

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ID	D/M/Y	Quality
1	24.05.2005	753,300
2	23.05.2005	1,205,280
3	21.05.2005	602,640
	•	
	•	
	•	
143	26.11.2004	401,760
144	25.11.2004	602,640
145	24.11.2004	502,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองโดยผ่านการนอร์มอลไลเซชัน

ID	Normalized_data
1	0.288889
2	0.488889
3	0.222222
• • •	
143	0.133333
144	0.222222
145	0.177778

4.2 ส่วนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมประยุกต์จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.1 โดยแบ่งเมนูการทำงานออกเป็นส่วน ๆ คือ ส่วนของการฝึกสอน (Train) และส่วนของการทดสอบข้อมูล (Test)

1. เมนูการฝึกสอน (Train)

ในส่วนของการฝึกสอนการเรียนรู้จะมีส่วนที่ต้องการทำการป้อนข้อมูล ส่วนของปุ่มการทำงาน และส่วนของการแสดงผลที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งในส่วนของการป้อนข้อมูลต้องป้อนข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- จำนวน Input Node เป็น จำนวนโหนดของอินพุตที่จะถูกส่งเข้าไปให้โปรแกรมหรือฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network)ให้ทำการเรียนรู้ ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าเองได้ตามความต้องการ โดยกำหนดให้โปรแกรมสามารถรับค่าเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) ได้สูงสุด 1 หลัก (ไม่ควรเกิน 6)
- Tolerance Error เป็น ส่วนของการป้อนค่าความผิดพลาดที่ระบบสามารถยอมรับได้ โดยถ้าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการฝึกสอนโครงข่ายนั้นมีค่าความผิดพลาดต่ำกว่าที่กำหนด โครงข่ายจะหยุดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้โปรแกรมรับค่าเป็นตัวเลขทศนิยมที่รูปแบบ “0.XX”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Learning Rate เป็น อัตราการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นค่าจำนวนจริงที่มีค่าอยู่ระหว่างช่วง 0 ถึง 1 รูปแบบ "0.XX" ซึ่งอัตราการเรียนรู้จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของโครงข่ายเพื่อให้ฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) เกิดการเรียนรู้ได้เร็วและค่าความผิดพลาดที่น้อยลง
- Max Cycle หรือ Epoch เป็น จำนวนรอบของการฝึกสอนโครงข่าย โดยถ้าการเรียนรู้มีค่าไม่ต่ำกว่า Tolerance Error แล้วจะทำการสอนไปจนกระทั่งจำนวนรอบของการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ Max Cycle ที่ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนด โดยกำหนดให้โปรแกรมสามารถรับค่าเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) ไม่เกิน 4 หลัก

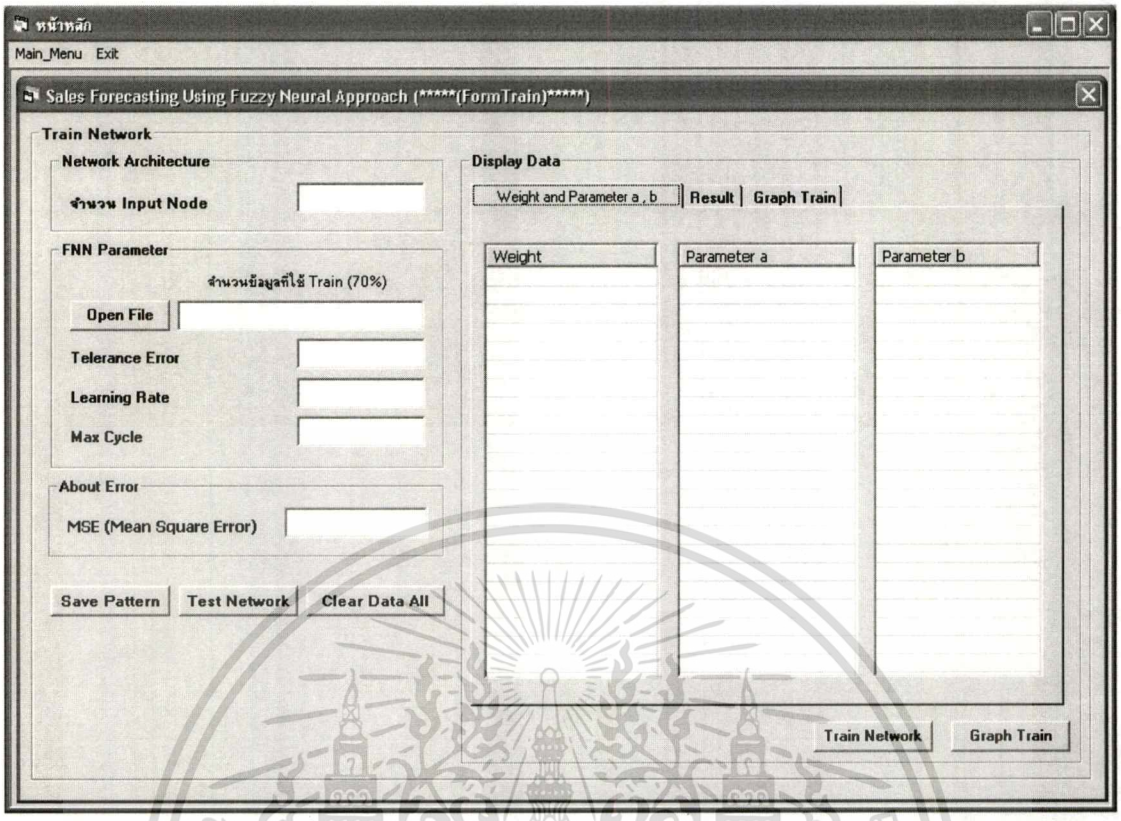
ส่วนของปุ่มการทำงาน

- ปุ่ม Open File เป็น ปุ่มการทำงานเพื่อให้โปรแกรมเปิดไฟล์ที่เป็นประเภท .Txt เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการทำงานกับโปรแกรม โดยจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกหัดคิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด และจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด
- ปุ่ม Train Network เป็น ปุ่มการทำงานเพื่อให้โปรแกรมทำงานในส่วนของการสอนโครงข่าย
- ปุ่ม Graph Train เป็น ปุ่มที่แสดงผลที่ได้จากการเรียนรู้ (Train) โดยจะแสดงรายงานของผลลัพธ์ในลักษณะกราฟ
- ปุ่ม Save Pattern เป็น ปุ่มที่ให้โปรแกรมทำงานในส่วนของการบันทึกรายละเอียดโครงสร้างของโครงข่ายที่ได้จากการเรียนรู้ (Train)
- ปุ่ม Export to Excel เป็น ปุ่มที่บันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ (Train) หรือจากการทดสอบ (Test) เป็นไฟล์ในรูปแบบ Microsoft Excel
- ปุ่ม Load Pattern เป็น ปุ่มที่สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างของโครงข่ายที่ผ่านการ Train มาแล้ว
- ปุ่ม Test Network เป็น ปุ่มที่เชื่อมโยงไปยังส่วนของการทดสอบโครงข่าย
- ปุ่ม Back To Train เป็น ปุ่มที่เชื่อมโยงกลับไปยังส่วนของการสอนโครงข่าย
- ปุ่ม Clear Data All เป็น ปุ่มที่ลบค่าข้อมูลที่หน้าจอ

ส่วนของการแสดงผล

เป็นส่วนที่แสดงผลที่เกิดจากการเรียนรู้โครงข่าย โดยจะแสดงผลที่ได้และแสดงค่าผิดพลาด เมื่อกดปุ่ม Graph Train จะแสดงส่วนของรายงานที่ได้จากการเรียนรู้โครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

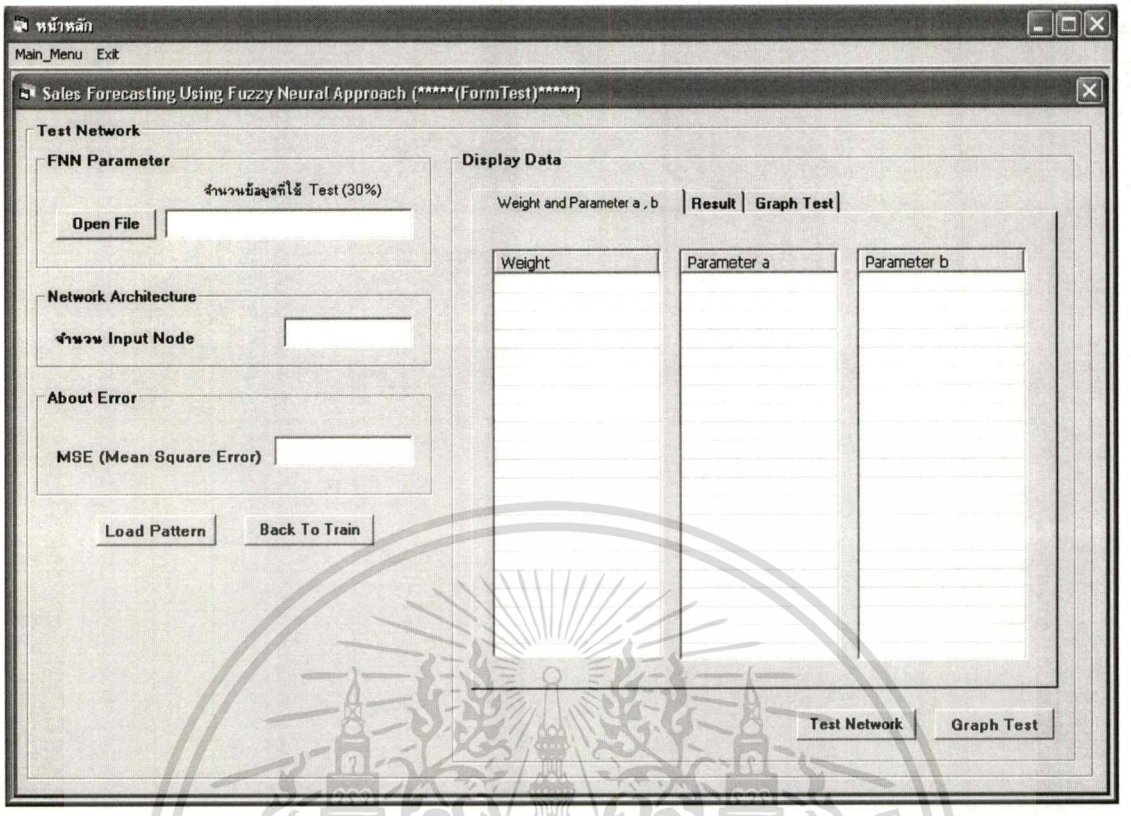


รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอ Train Network

2. เมนูการทดสอบ (Test)

ในส่วนของการทดสอบ เมื่อกดปุ่ม Test Network โปรแกรมจะทำการประมวลผลให้ เมื่อประมวลผลเสร็จโปรแกรมจะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบ ถ้าต้องการดูข้อมูลเป็นลักษณะกราฟให้กดที่ปุ่ม Graph Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอทดสอบ (Test Network)

4.2.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

เพื่อให้เห็นภาพรวมของการทำงานโปรแกรมประยุกต์ สามารถแสดงเป็นขั้นตอนการทำงานโดยรวมได้ดังนี้

1. กำหนดค่า Input Node เพื่อใช้สำหรับการสุ่มค่าน้ำหนัก
2. ทำการสุ่มค่าน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักเริ่มต้นของการเรียนรู้โครงข่าย โดยค่าน้ำหนักจะสุ่มอยู่ในช่วง 0 ถึง 1
3. ทำการหาฐานกฎที่เหมาะสมโดยได้จากการจับคู่ (match) กับอินพุต เพื่อนำไปทำการเรียนรู้
4. ทำการเรียนรู้โครงข่าย โดยใช้ค่าต่าง ๆ ที่เกิดจากการป้อนอินพุตต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนรู้โครงข่าย เพื่อให้มีการปรับค่าน้ำหนักและค่าพารามิเตอร์ a และ b ไปเรื่อย ๆ จนได้ค่าน้ำหนักและค่าพารามิเตอร์ a และ b ที่มีความเหมาะสม โดยจะหยุดการเรียนรู้เมื่อค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการเรียนรู้มีค่าน้อยกว่าค่า Tolerance Error
5. ทำการทดสอบค่าโครงข่าย เพื่อดูค่าพยากรณ์ที่เกิดจากโปรแกรมประยุกต์ โดยใช้ค่าต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้จากการฝึกสอนโครงข่าย โดยเลือกรายละเอียดโครงสร้างของโครงข่ายที่ได้จากการเรียนรู้ Train ที่เหมาะสมใช้สำหรับการทดสอบ

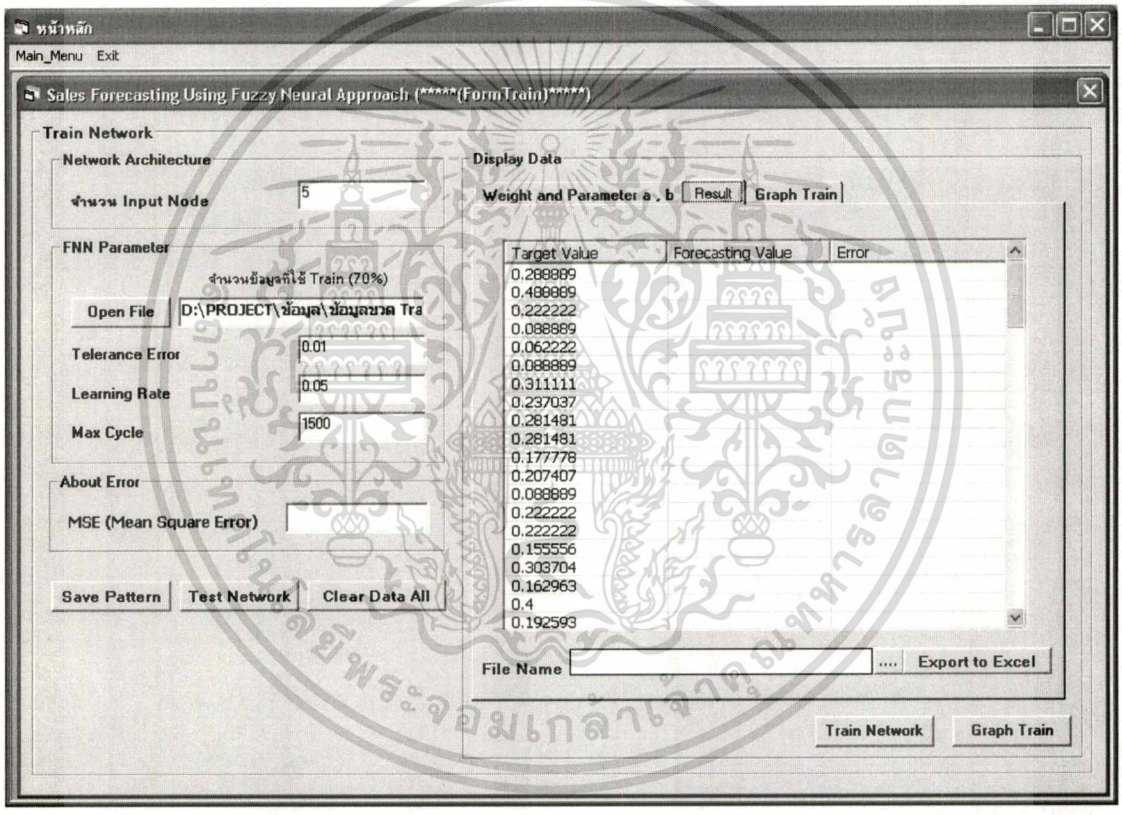
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถ้าต้องการดูผลสามารถเรียกดูได้จากปุ่มแสดงผลของแต่ละฟอร์ม โดยเป็นการแสดงผลในรูปแบบกราฟ

4.3 ส่วนการแสดงผลลัพธ์

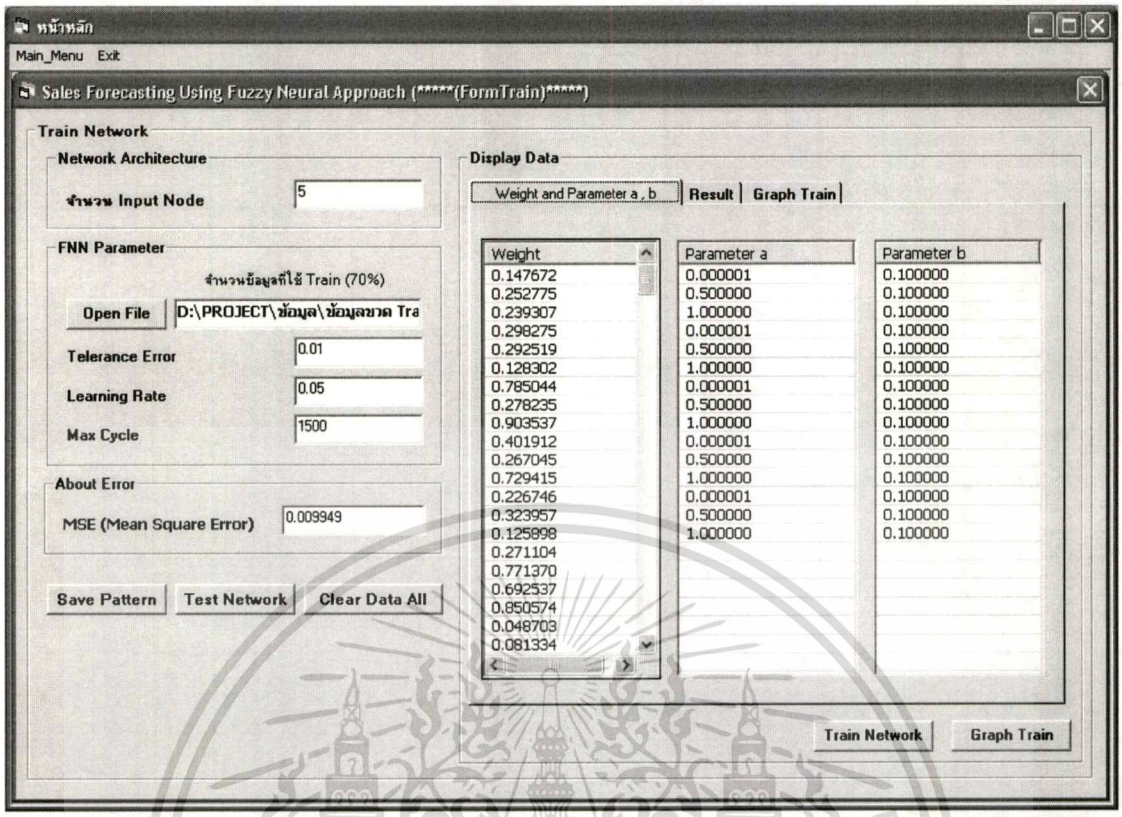
จากการทดลองสามารถแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลทั้ง 4 ชุดได้จากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ได้ดังรูปต่อไปนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลขวด

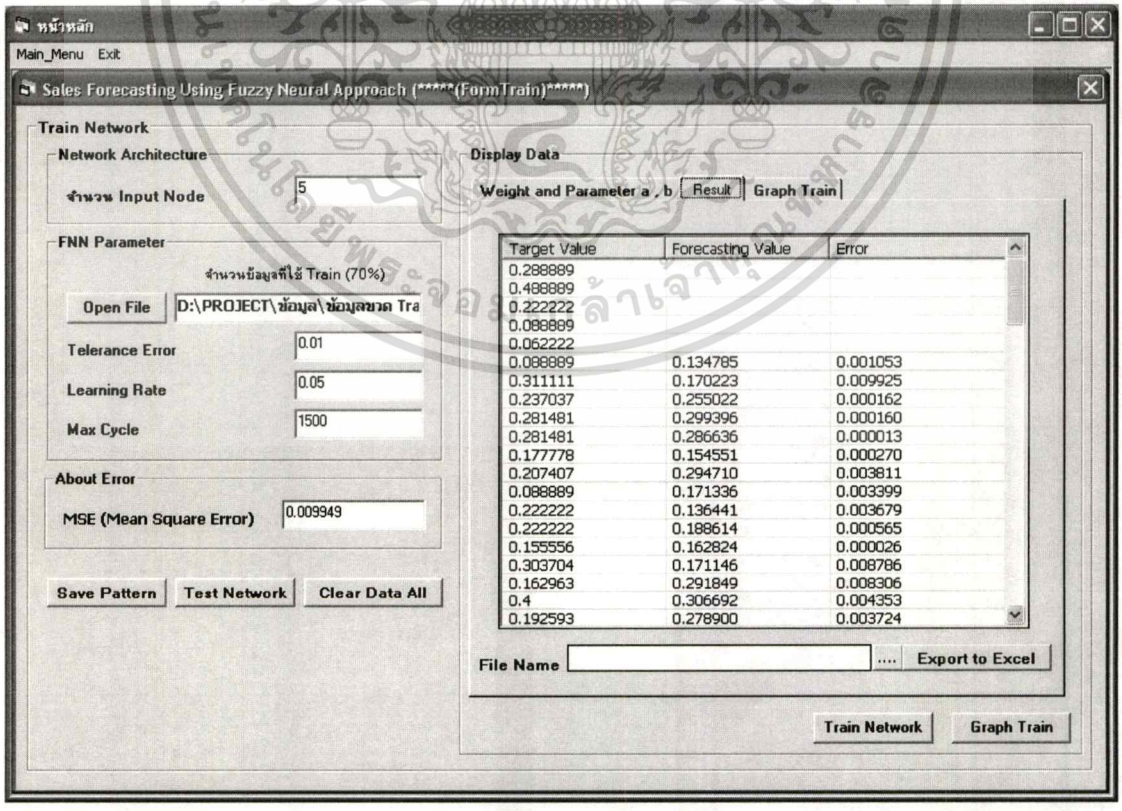


รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

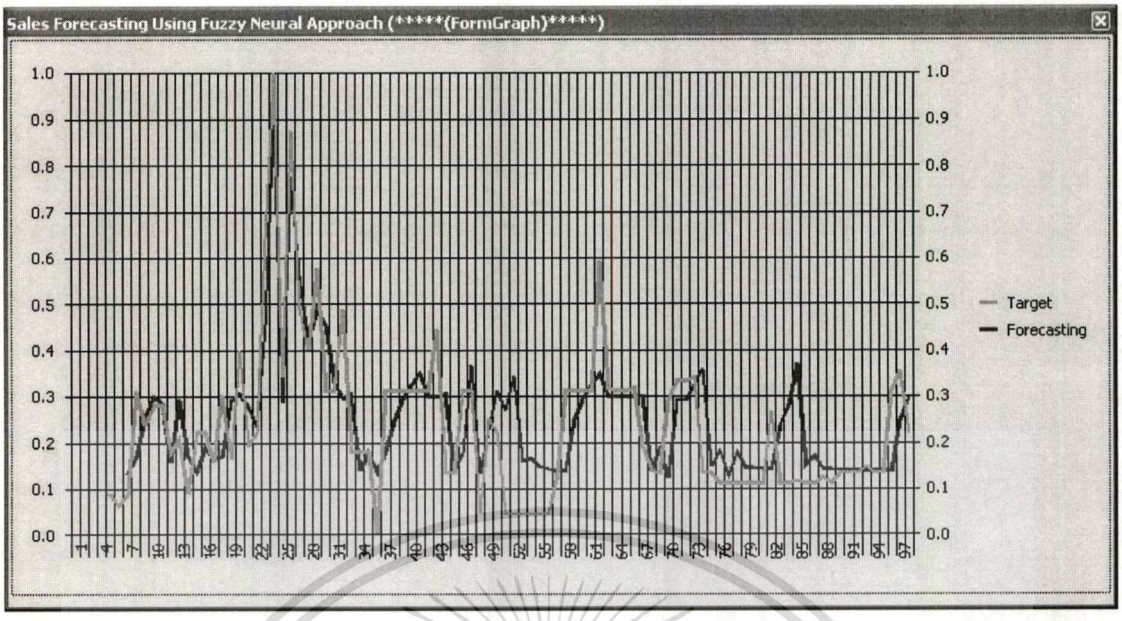


รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

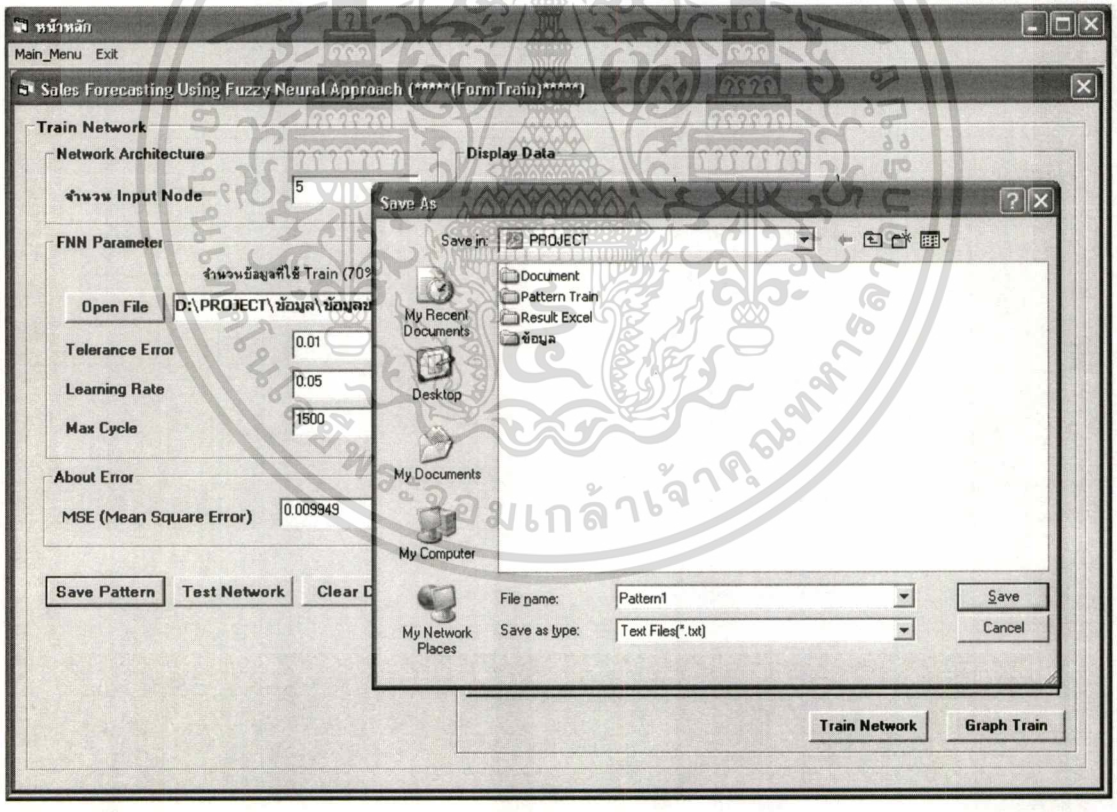


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

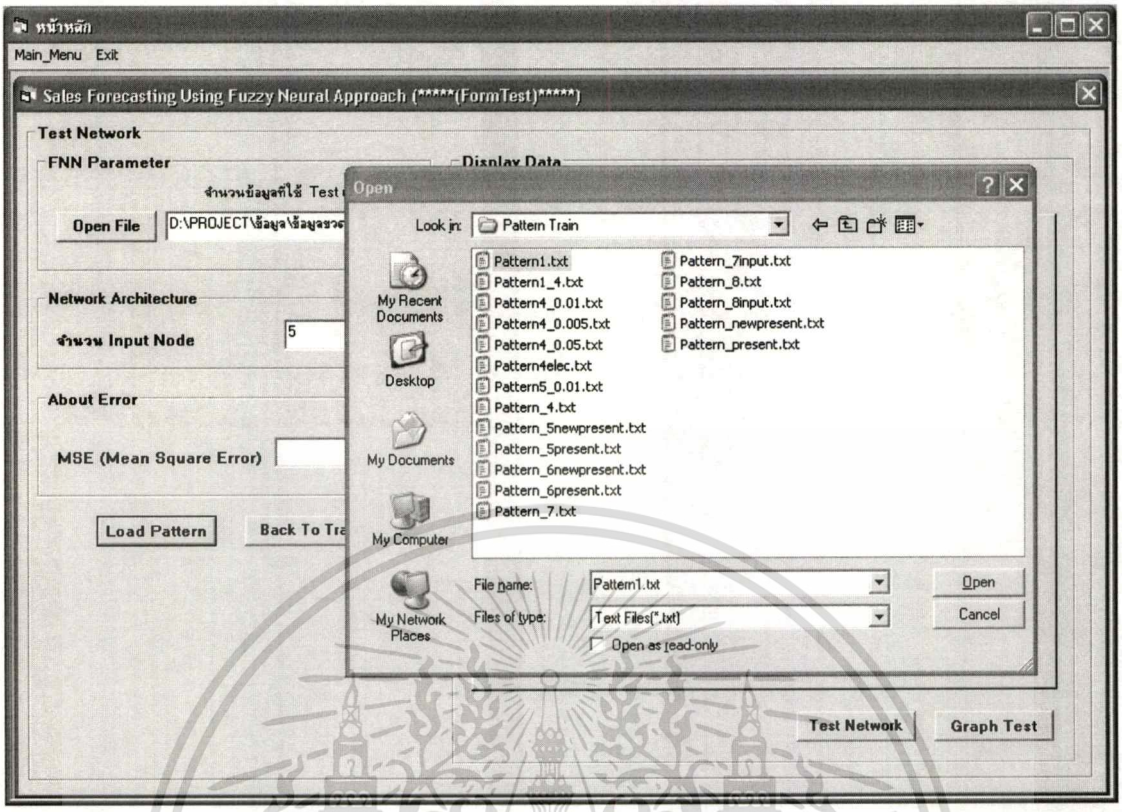


รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train

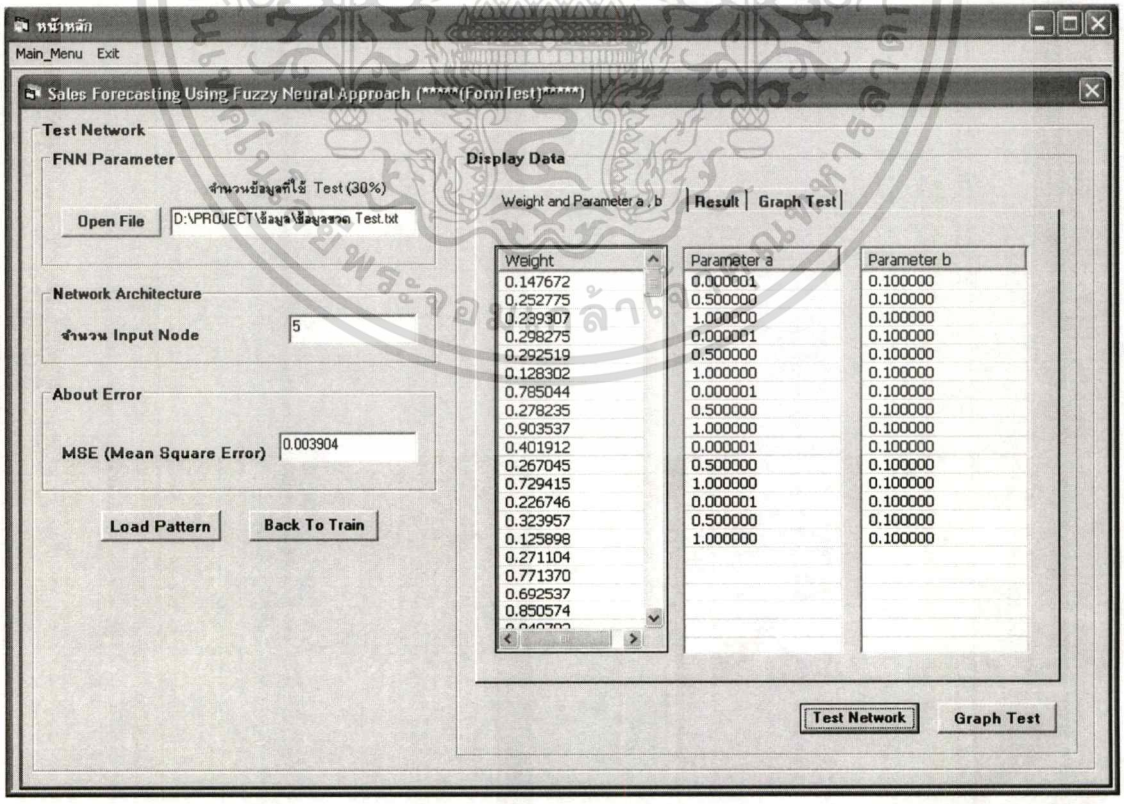


รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Save Pattern หลังจากทำการเรียนรู้ (Train) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

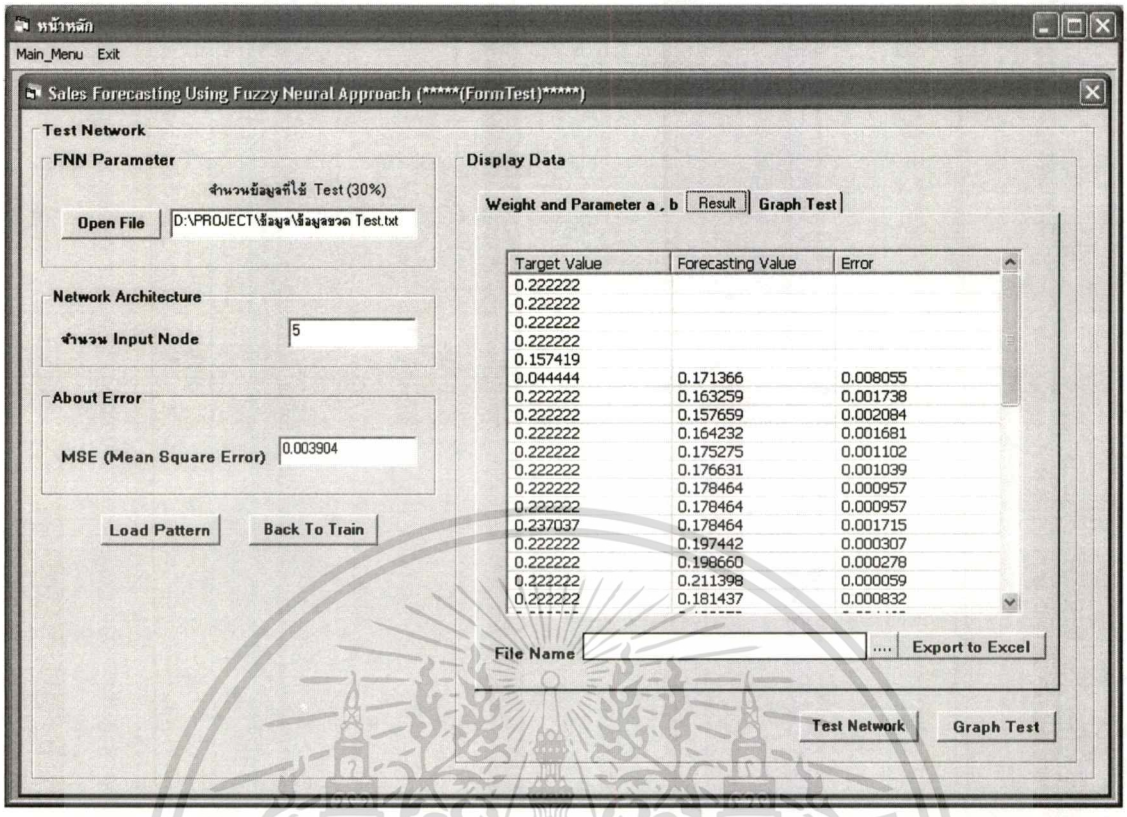


รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern

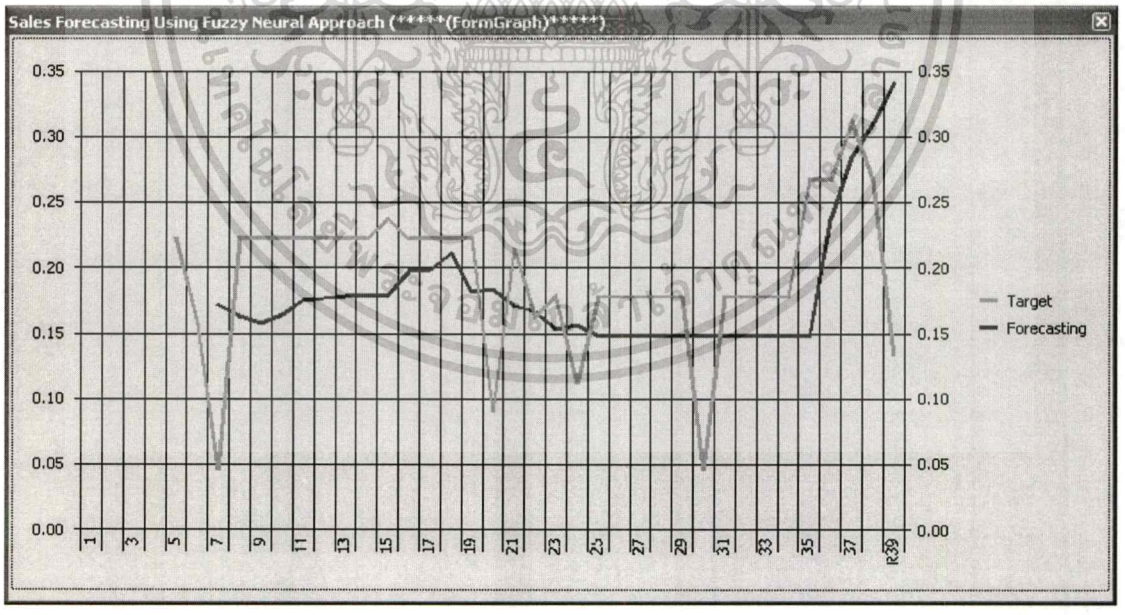


รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

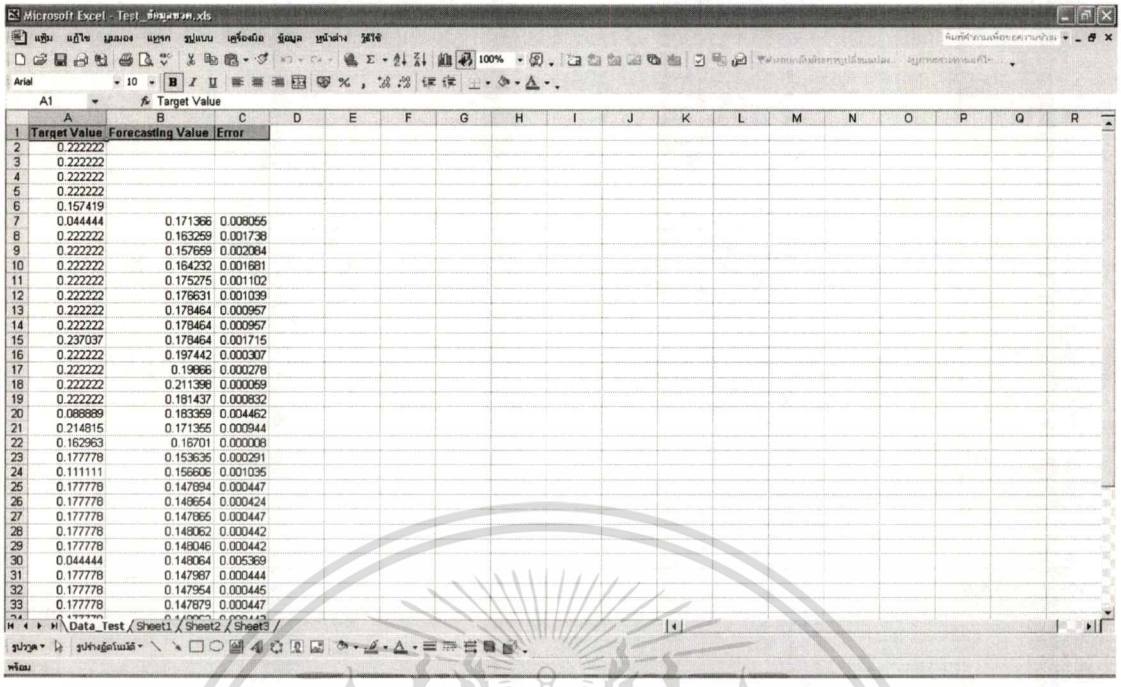


รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test

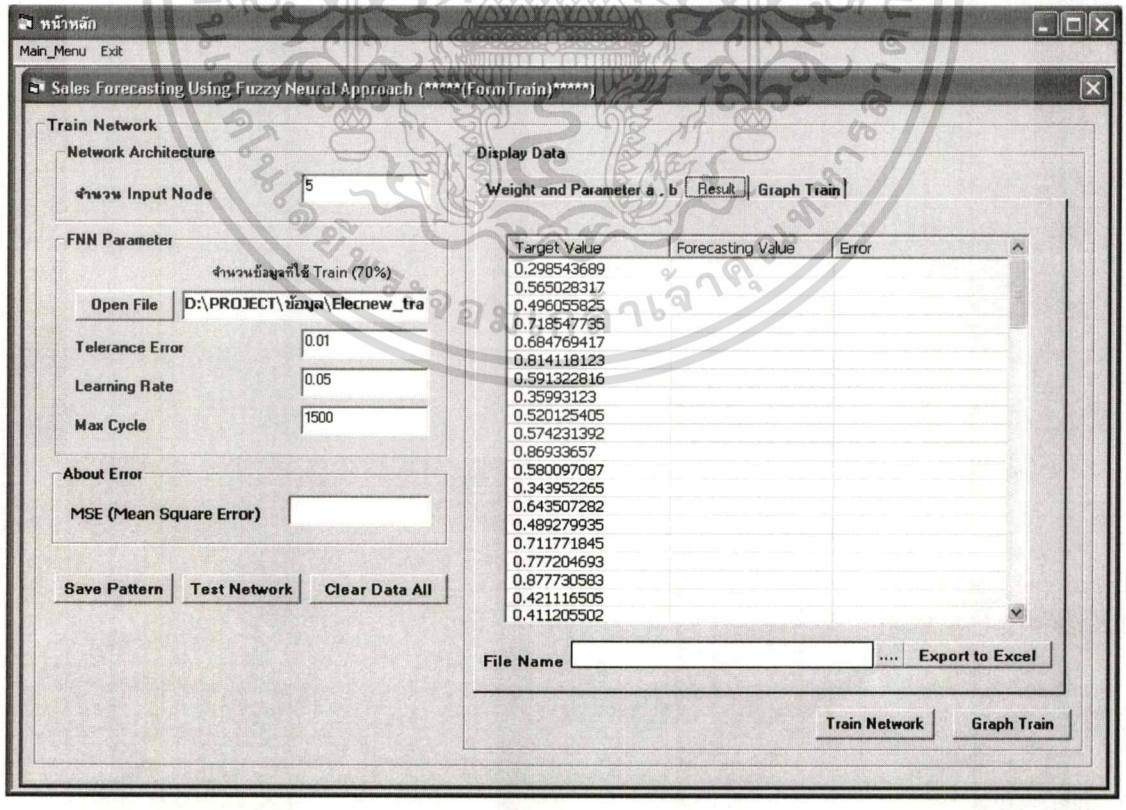
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Target Value	Forecasting Value	Error
0.222222		
0.222222		
0.222222		
0.222222		
0.157419		
0.044444	0.171366	0.008055
0.222222	0.163259	0.001738
0.222222	0.157659	0.002084
0.222222	0.164232	0.001681
0.222222	0.175275	0.001102
0.222222	0.176631	0.001039
0.222222	0.178464	0.000957
0.222222	0.178464	0.000957
0.237037	0.178464	0.001715
0.222222	0.197442	0.000307
0.222222	0.19866	0.000278
0.222222	0.211398	0.000069
0.222222	0.181437	0.000832
0.088889	0.183359	0.004462
0.214815	0.171355	0.000944
0.162963	0.16701	0.000008
0.177778	0.153635	0.000291
0.111111	0.156606	0.001035
0.177778	0.147894	0.000447
0.177778	0.148654	0.000424
0.177778	0.147865	0.000447
0.177778	0.148062	0.000442
0.177778	0.148046	0.000442
0.044444	0.148064	0.005369
0.177778	0.147987	0.000444
0.177778	0.147954	0.000445
0.177778	0.147879	0.000447

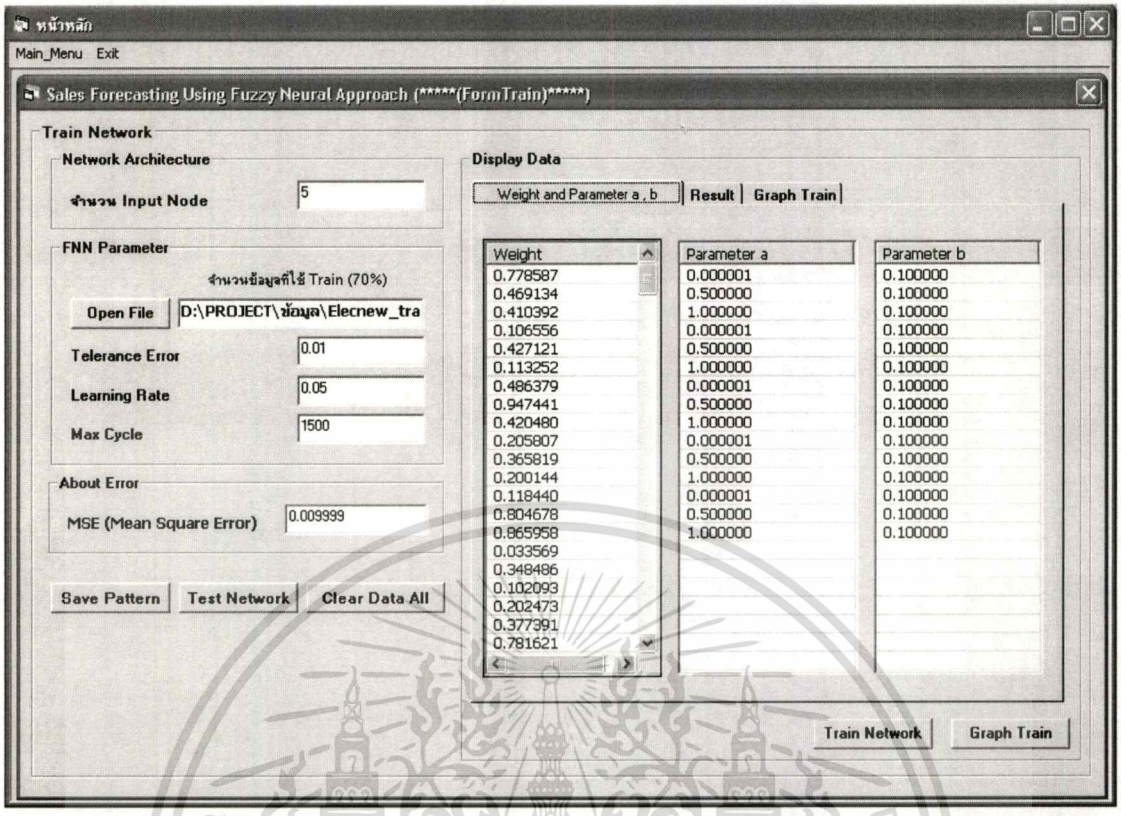
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีแสดง Result เป็น Excel

ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูล ELECNEW

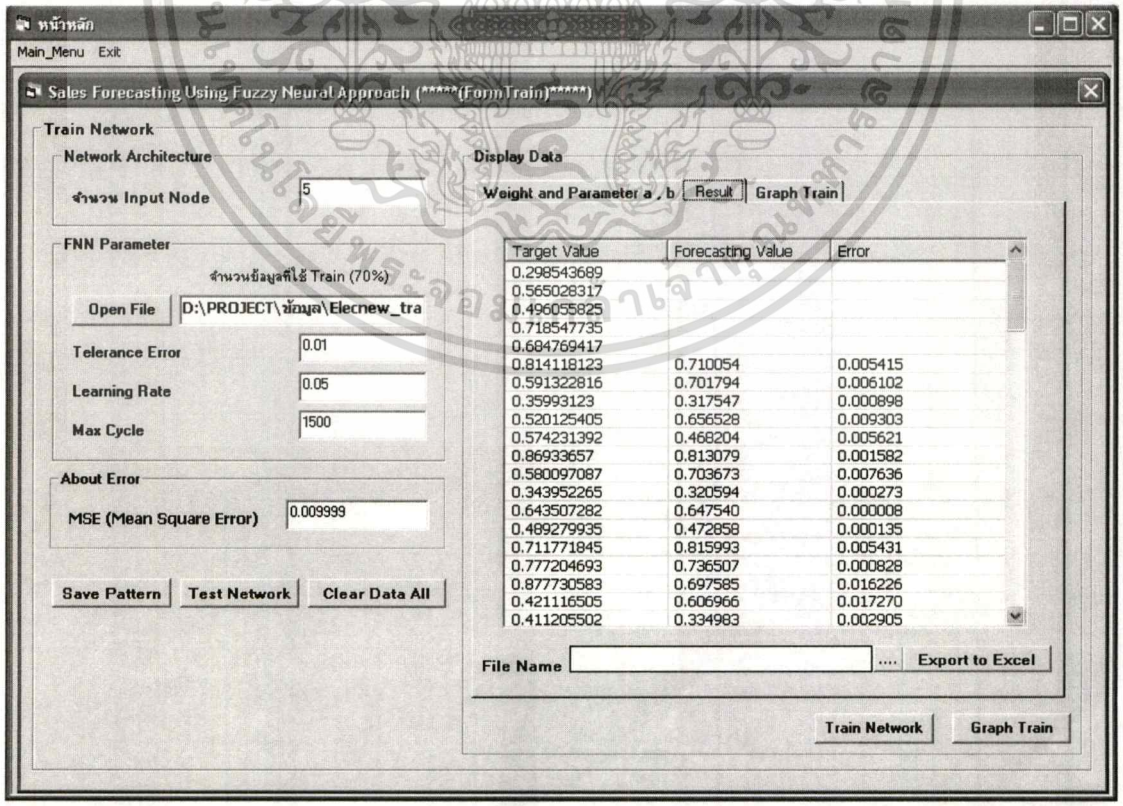


รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

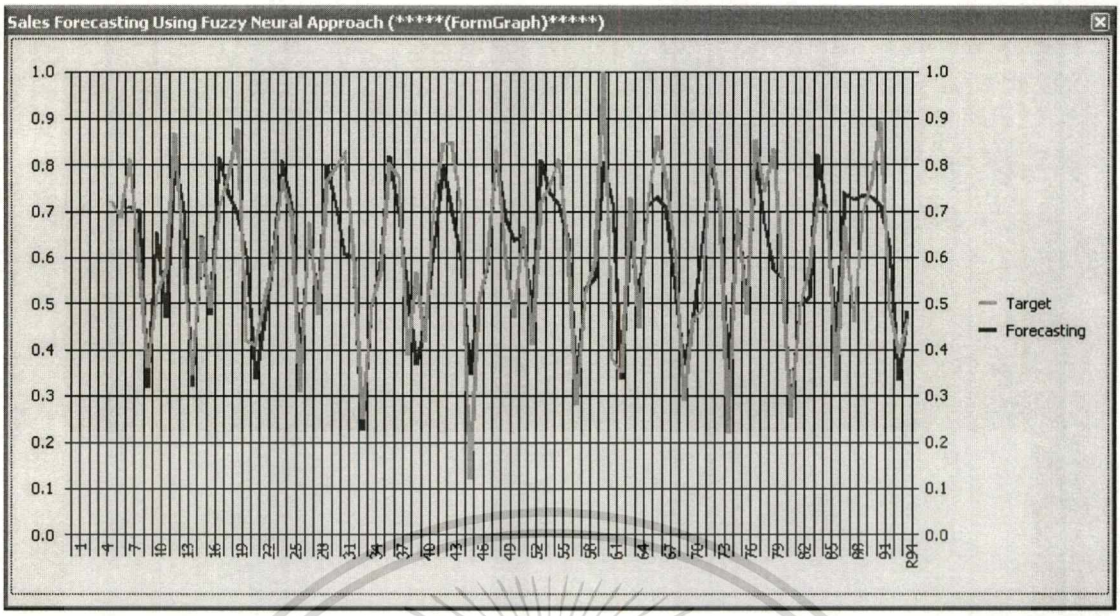


รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

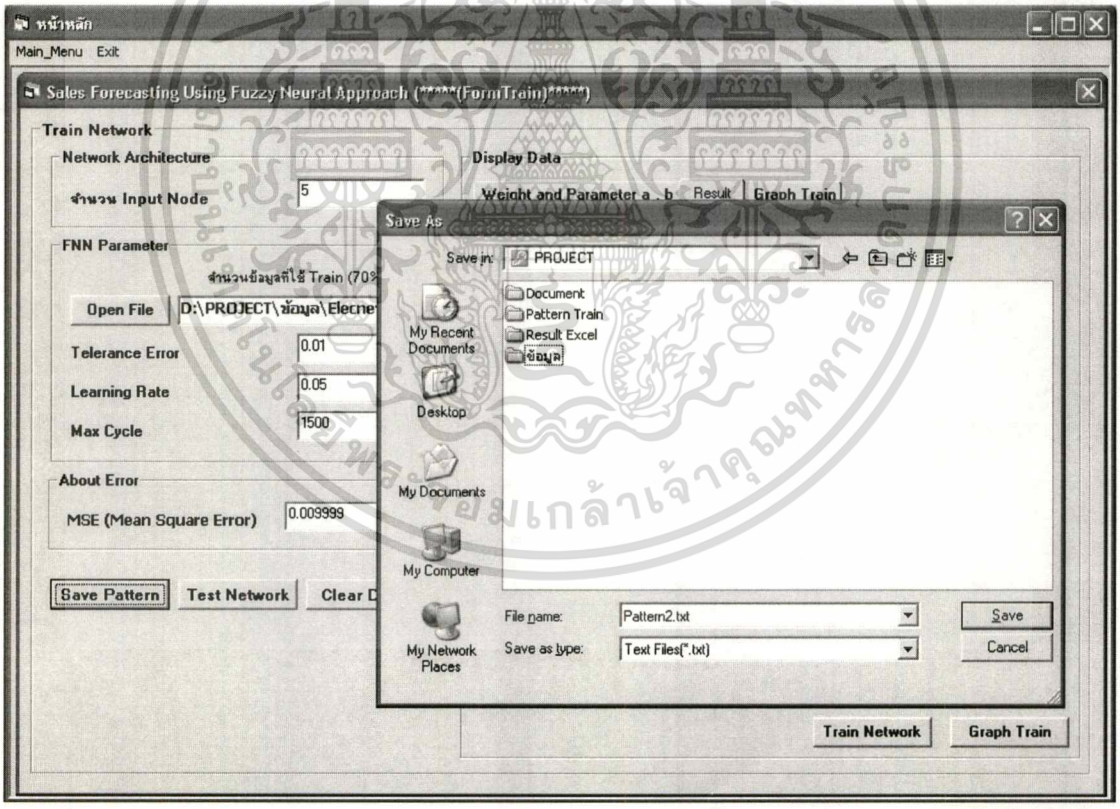


รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

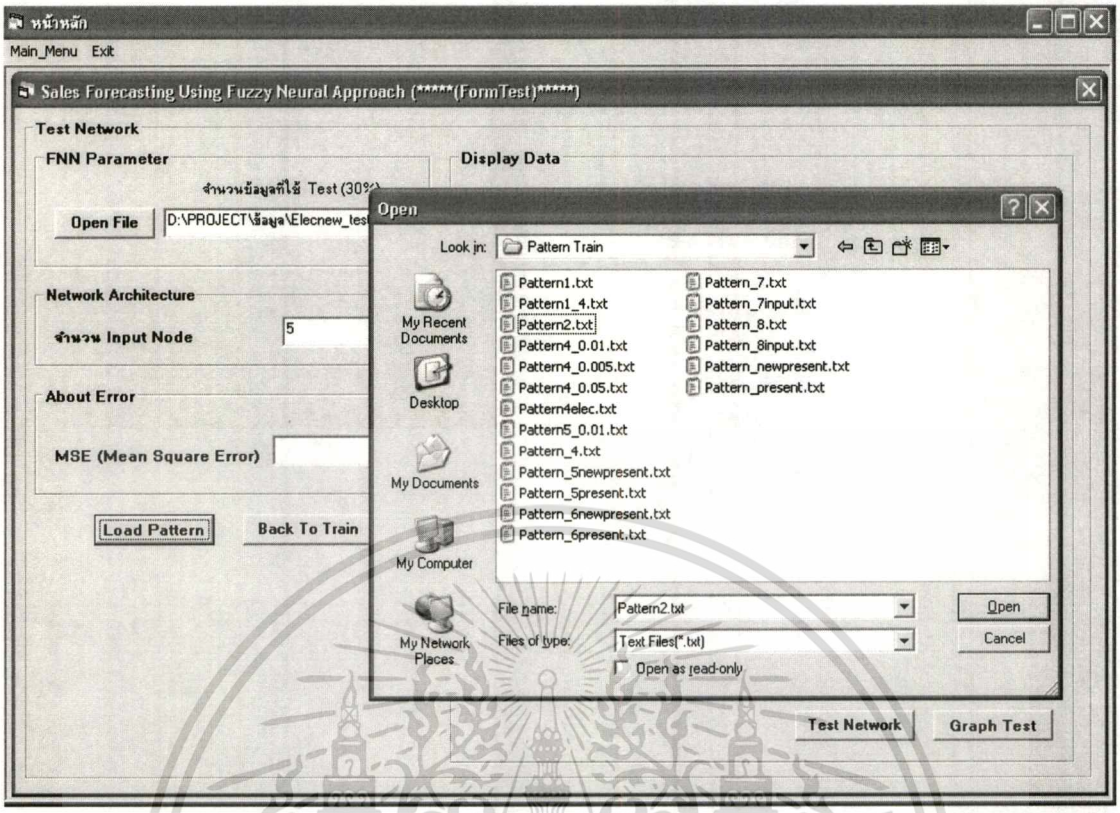


รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train

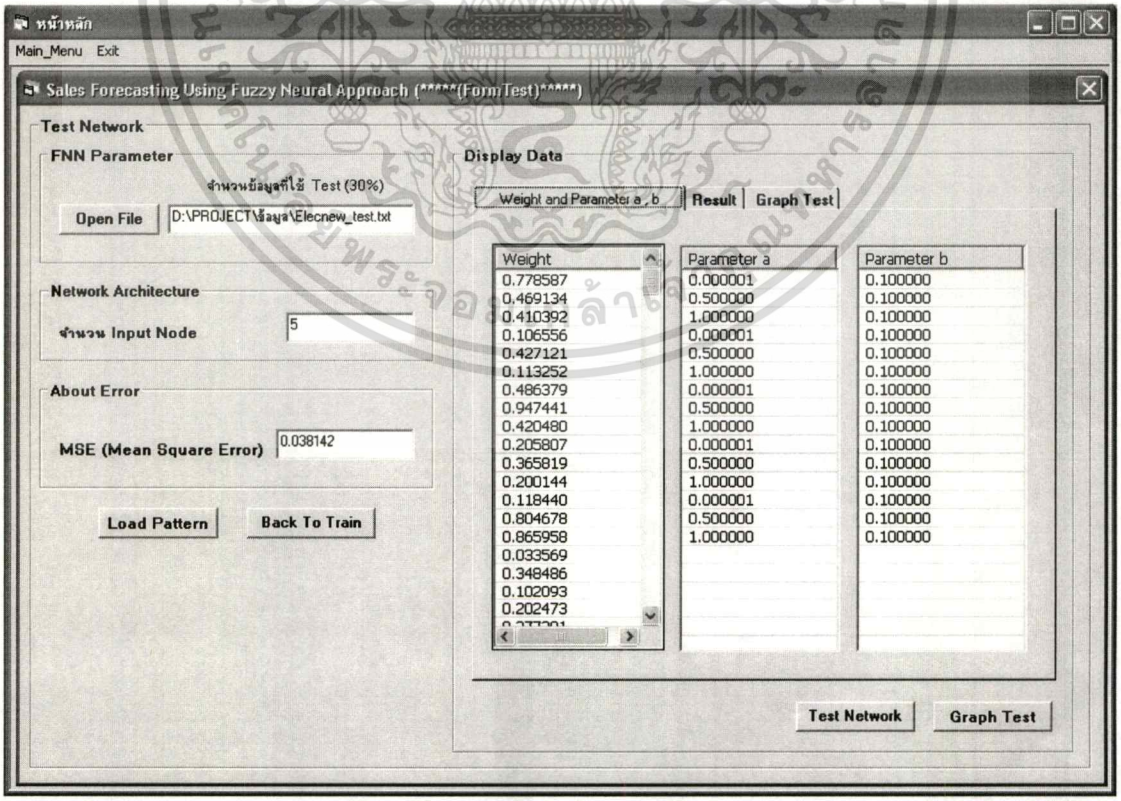


รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Save Pattern หลังจากทำการเรียนรู้ (Train) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

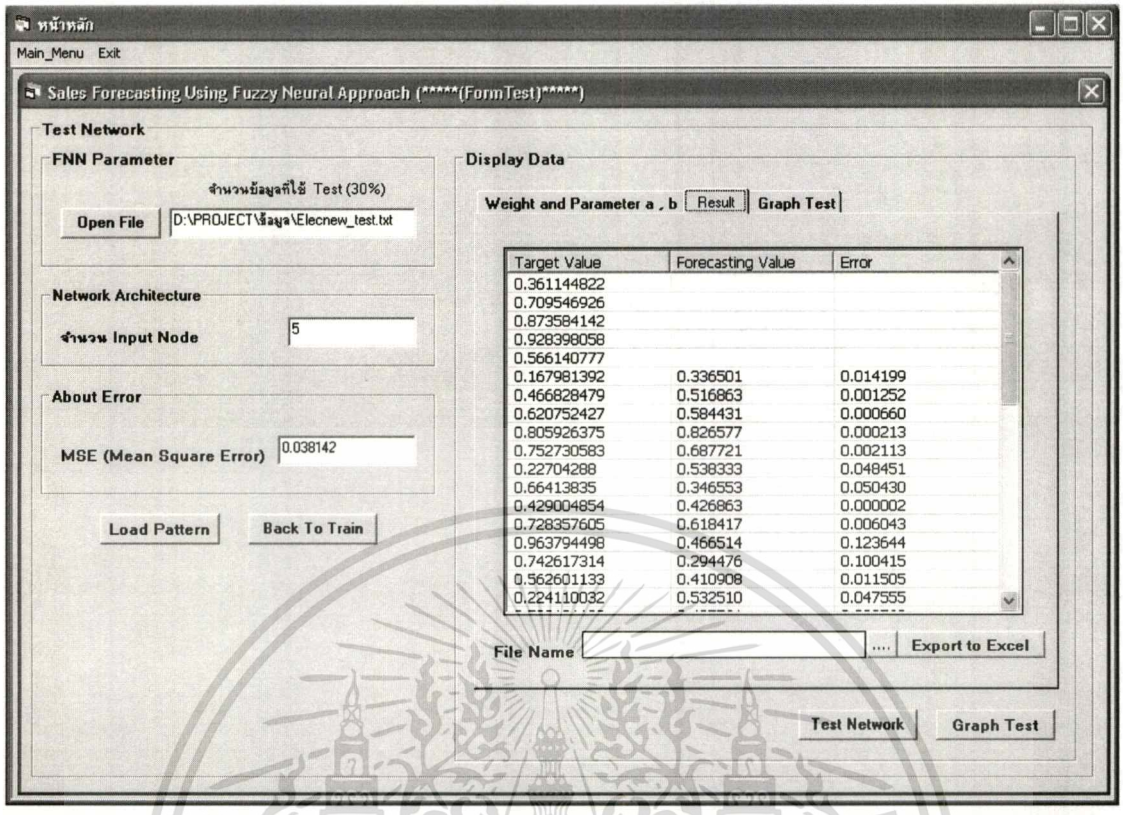


รูปที่ 4.18 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern

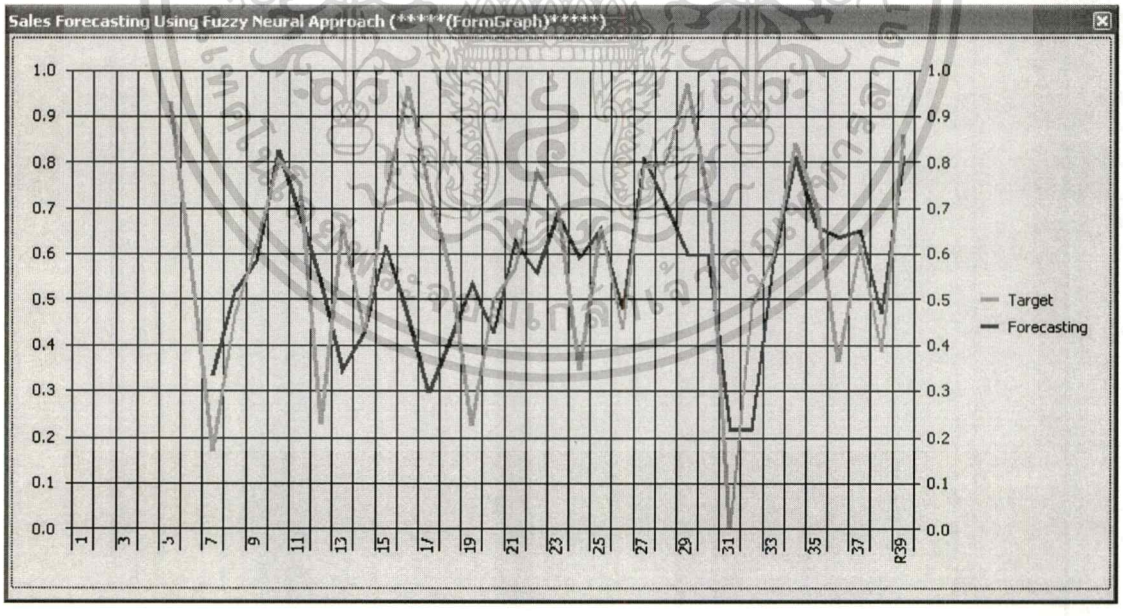


รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

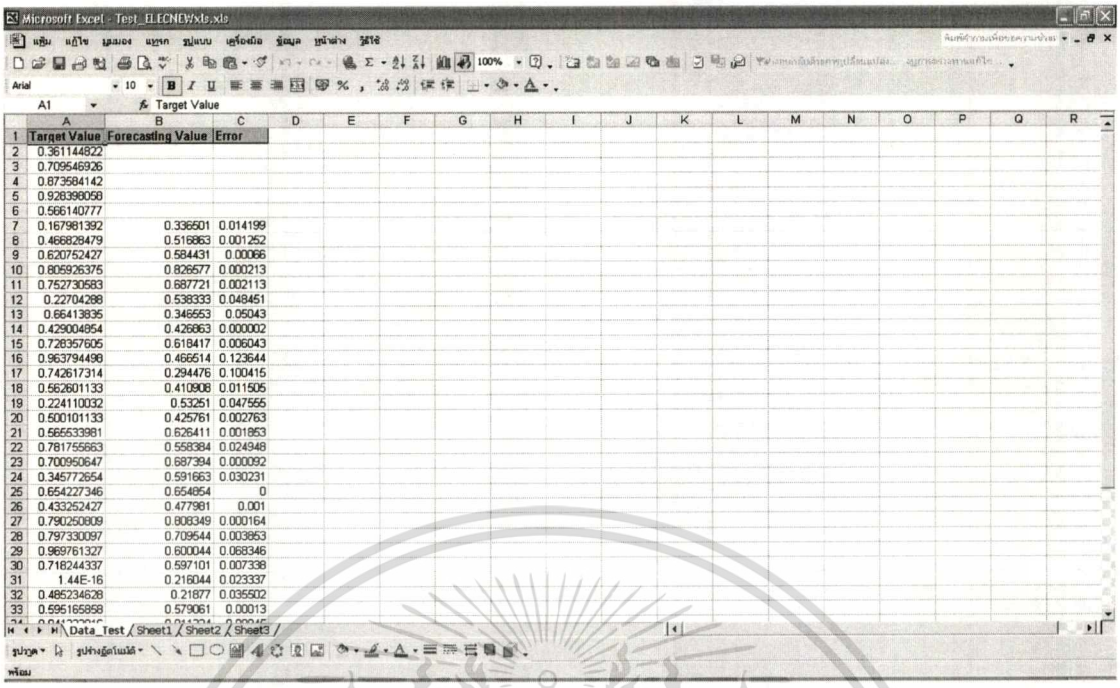


รูปที่ 4.20 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result



รูปที่ 4.21 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test

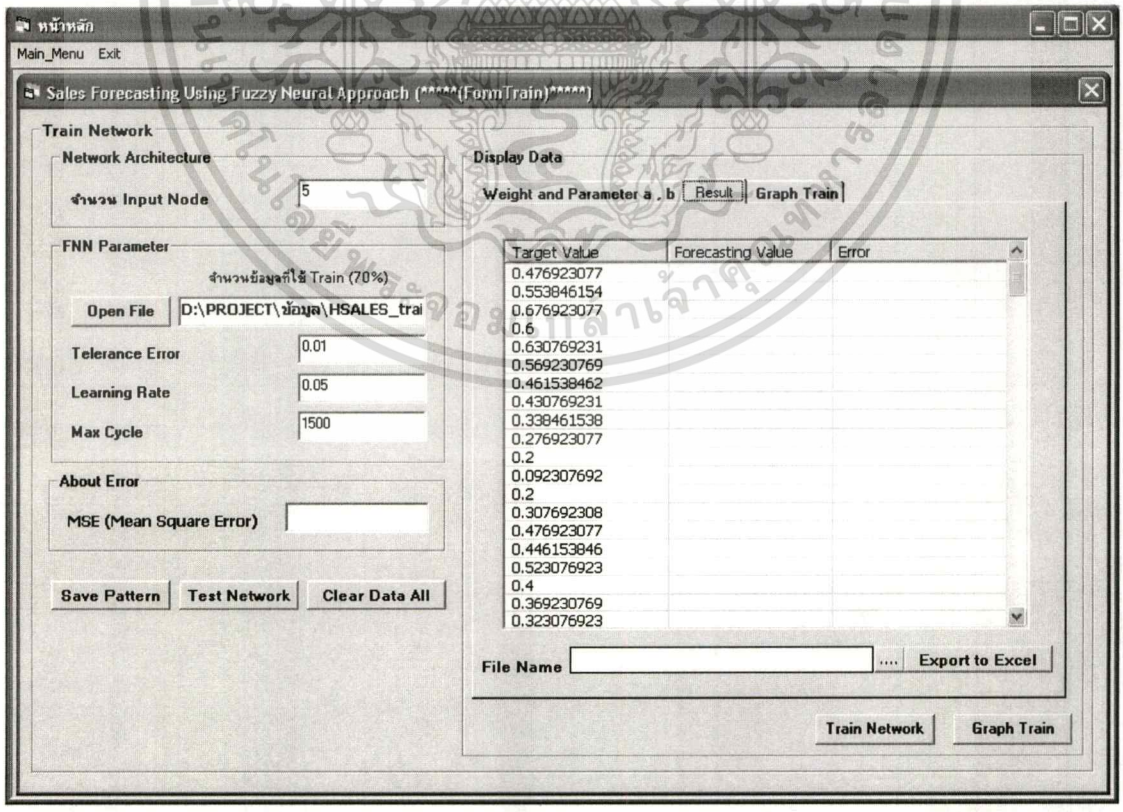
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C
1	Target Value	Forecasting Value	Error
2	0.361144822		
3	0.709546926		
4	0.873584142		
5	0.928398058		
6	0.566140777		
7	0.167981392	0.336501	0.014199
8	0.468828479	0.516863	0.001252
9	0.620752427	0.584431	0.00066
10	0.805926375	0.826577	0.000213
11	0.752730583	0.687721	0.002113
12	0.22704288	0.538333	0.048451
13	0.66413835	0.346553	0.05043
14	0.429004854	0.426863	0.000002
15	0.728357605	0.618417	0.006043
16	0.963794498	0.466514	0.123644
17	0.742617314	0.294476	0.100415
18	0.562601133	0.410908	0.011505
19	0.224110032	0.53251	0.047555
20	0.500101133	0.425761	0.002763
21	0.565533981	0.626411	0.001853
22	0.781755663	0.558384	0.024948
23	0.700950647	0.687394	0.000092
24	0.345772654	0.591663	0.030231
25	0.654227346	0.654854	0
26	0.433252427	0.477981	0.001
27	0.790250809	0.808349	0.000164
28	0.797330097	0.709544	0.003853
29	0.969761327	0.600044	0.068346
30	0.718244337	0.597101	0.007338
31	1.44E-16	0.216044	0.023337
32	0.485234626	0.21877	0.035502
33	0.595165858	0.579061	0.00013

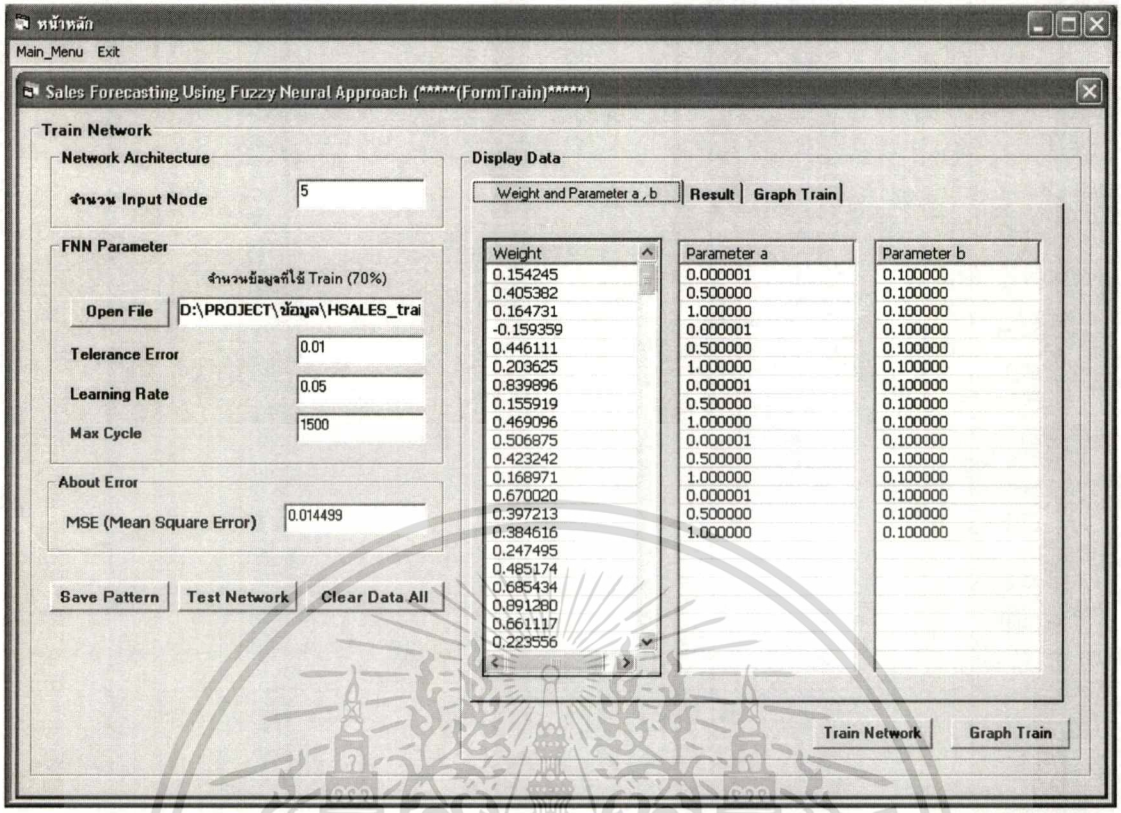
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีแสดง Result เป็น Excel

ข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูล HSALES

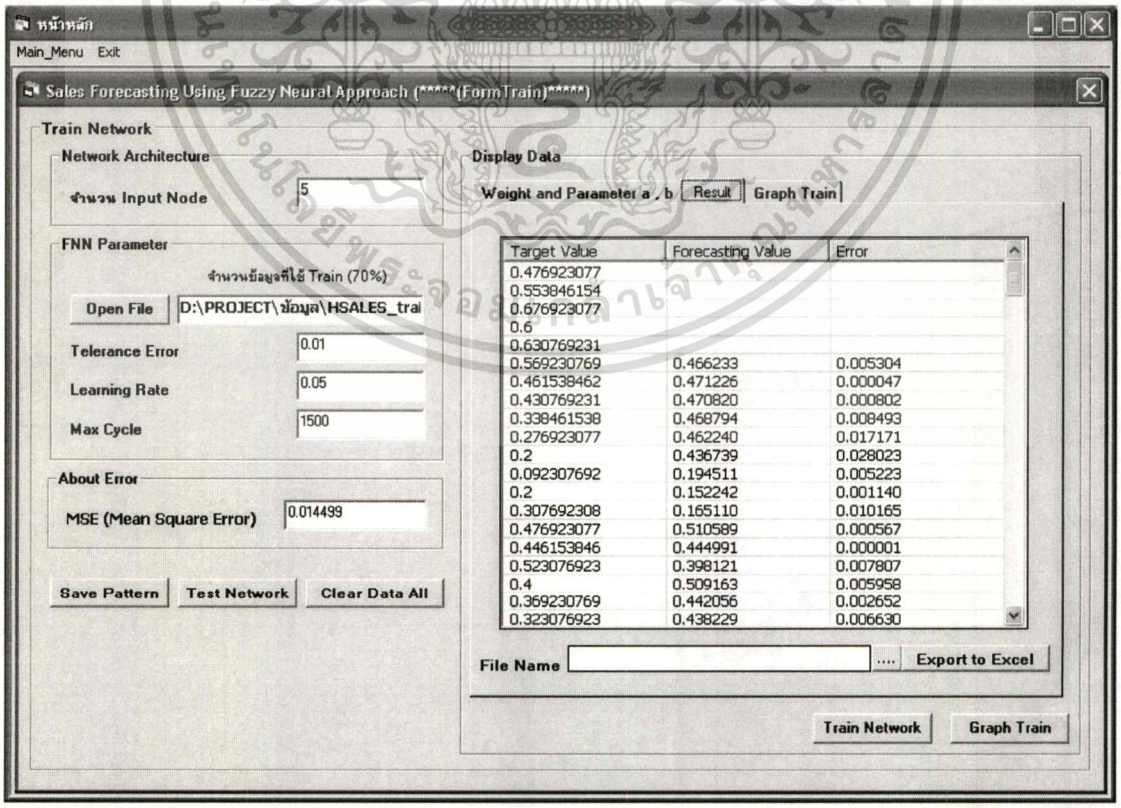


รูปที่ 4.23 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

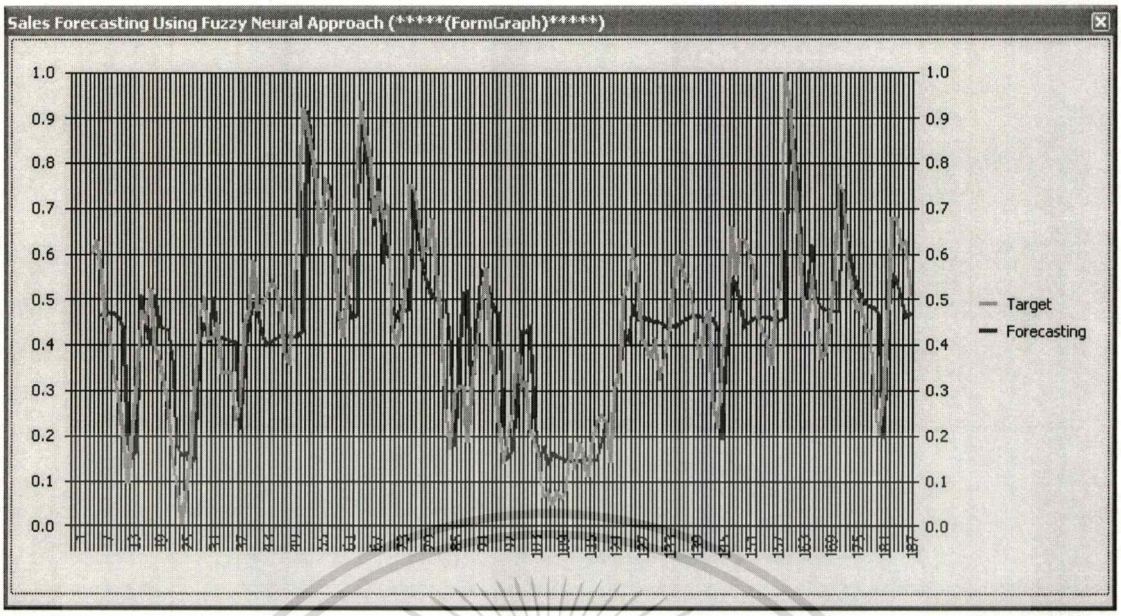


รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

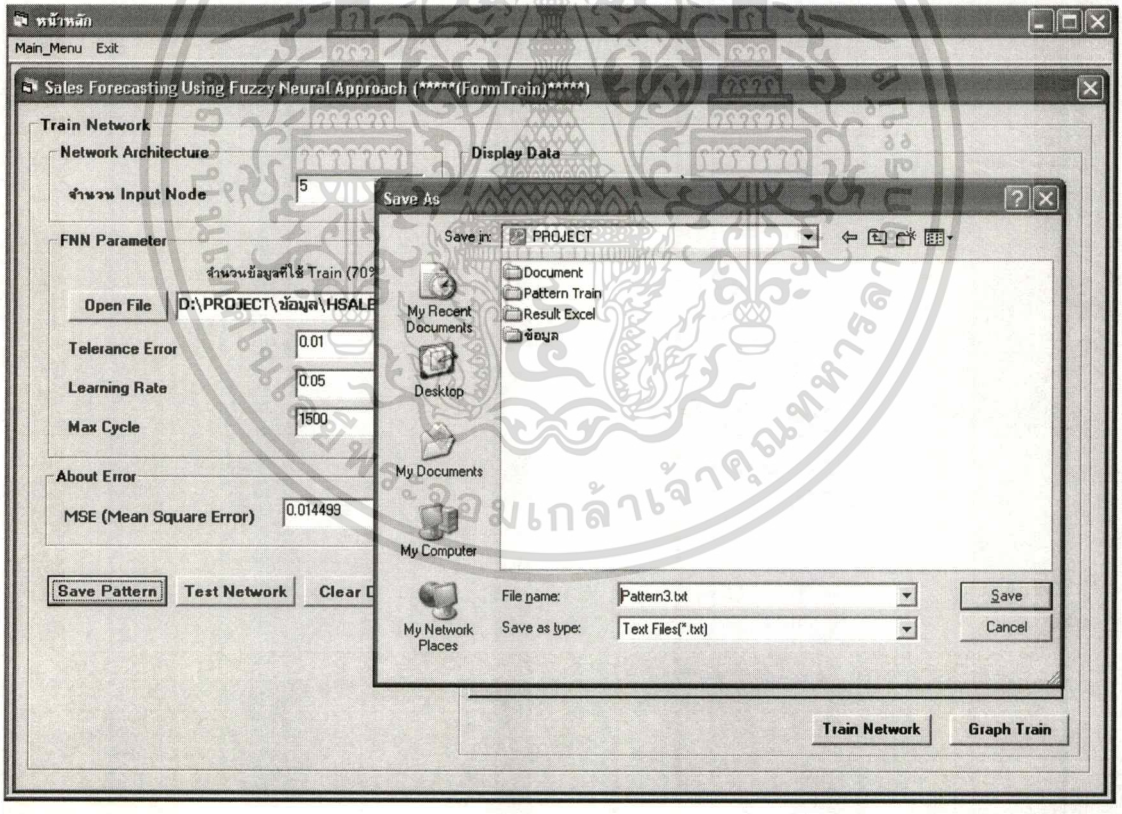


รูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

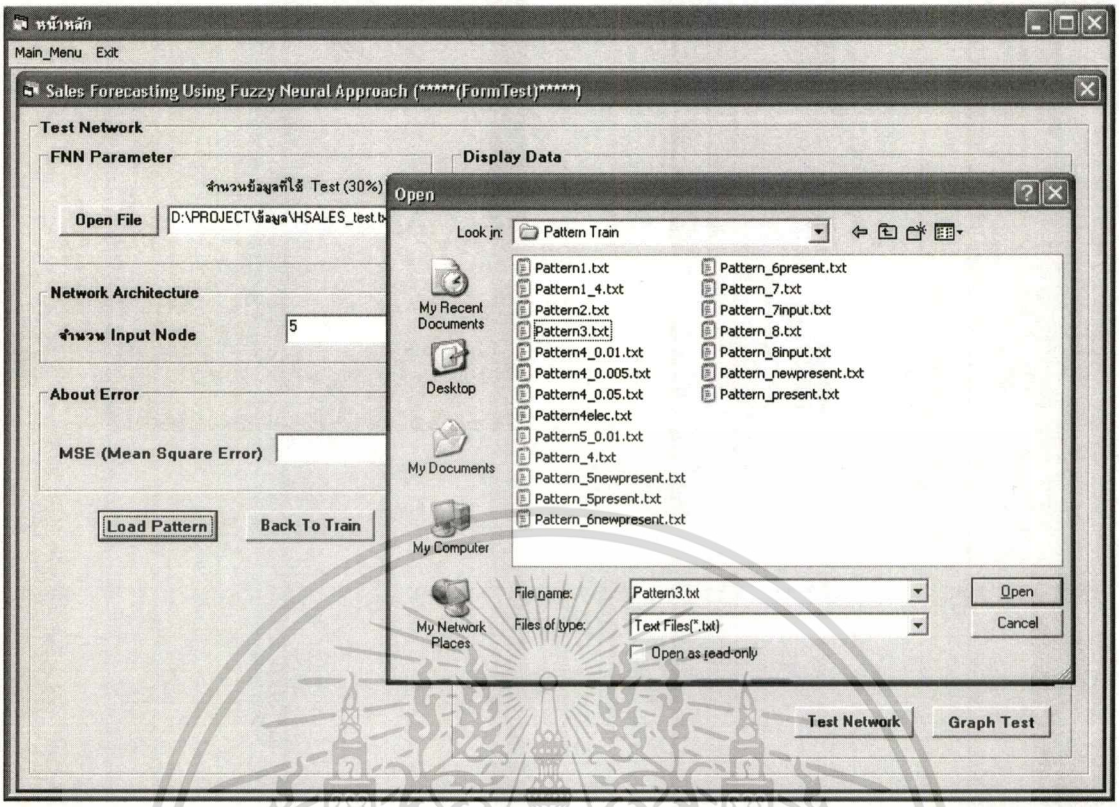


รูปที่ 4.26 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train

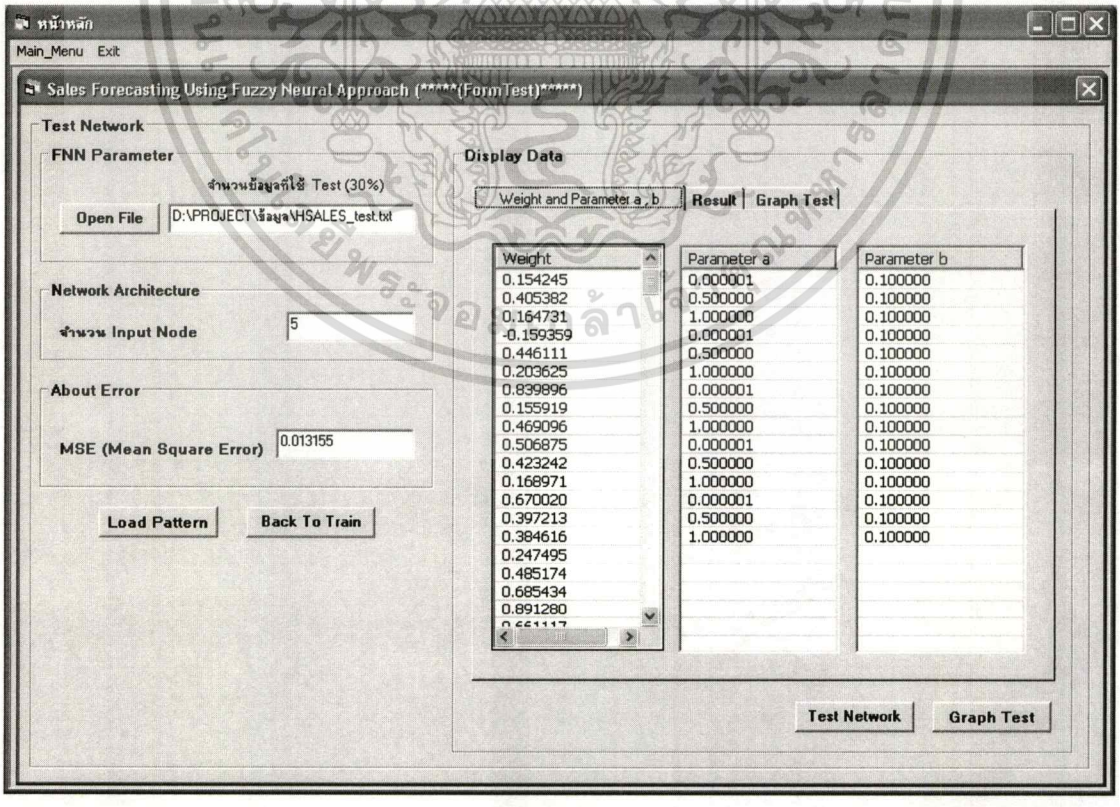


รูปที่ 4.27 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Save Pattern หลังจากทำการเรียนรู้ (Train) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

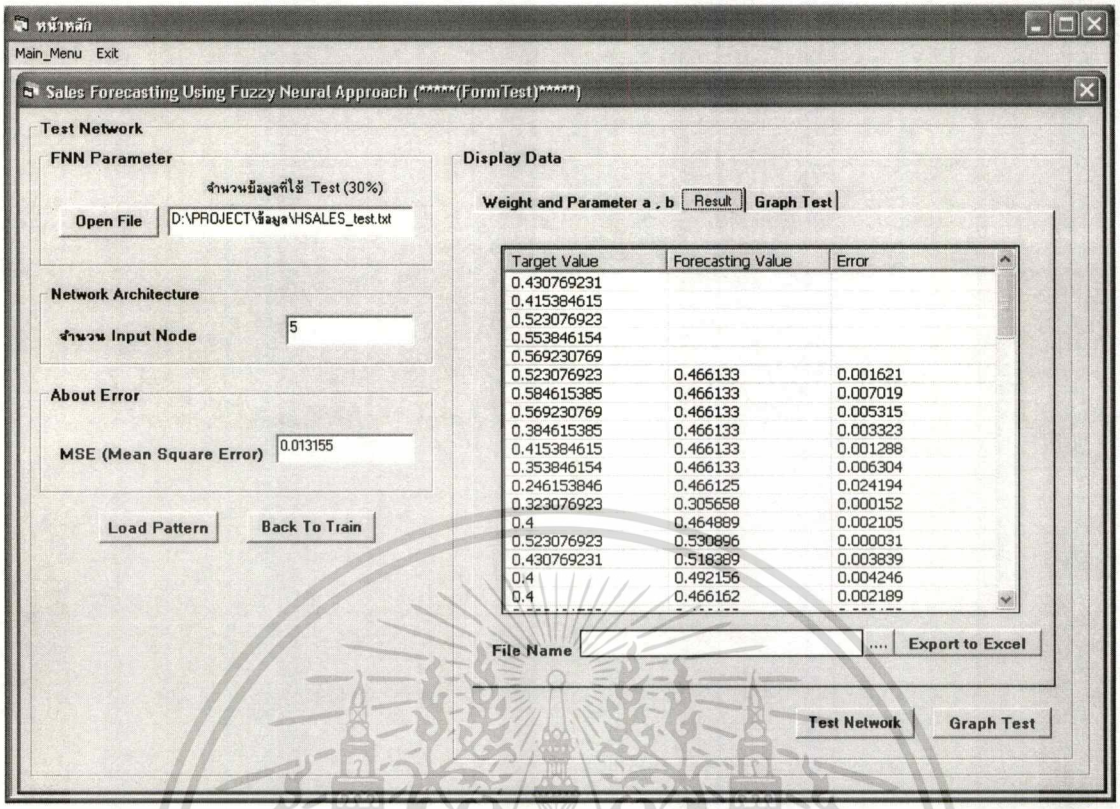


รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern

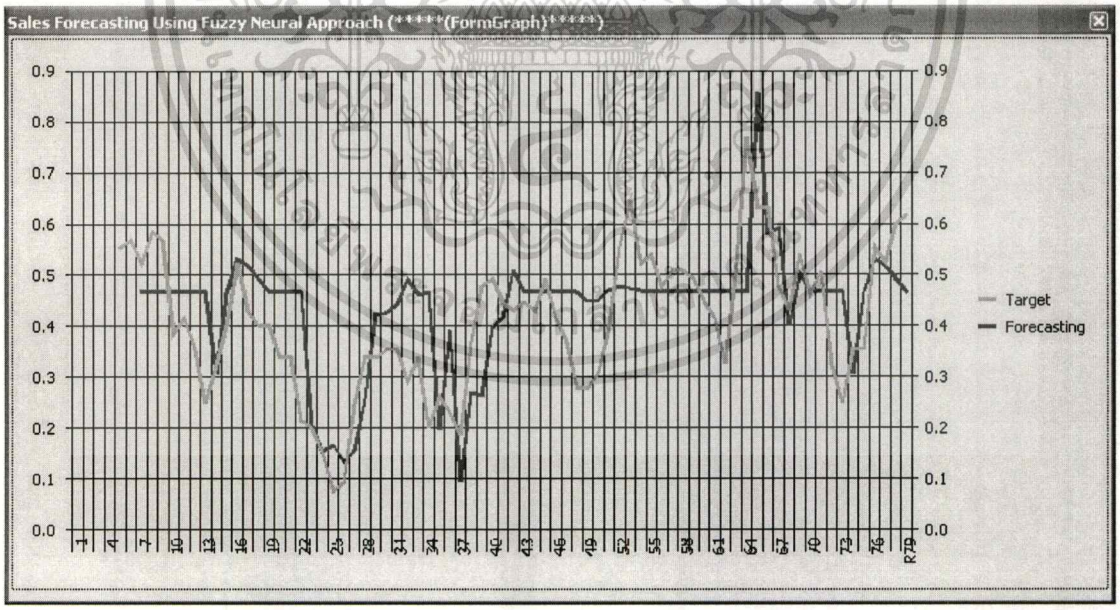


รูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

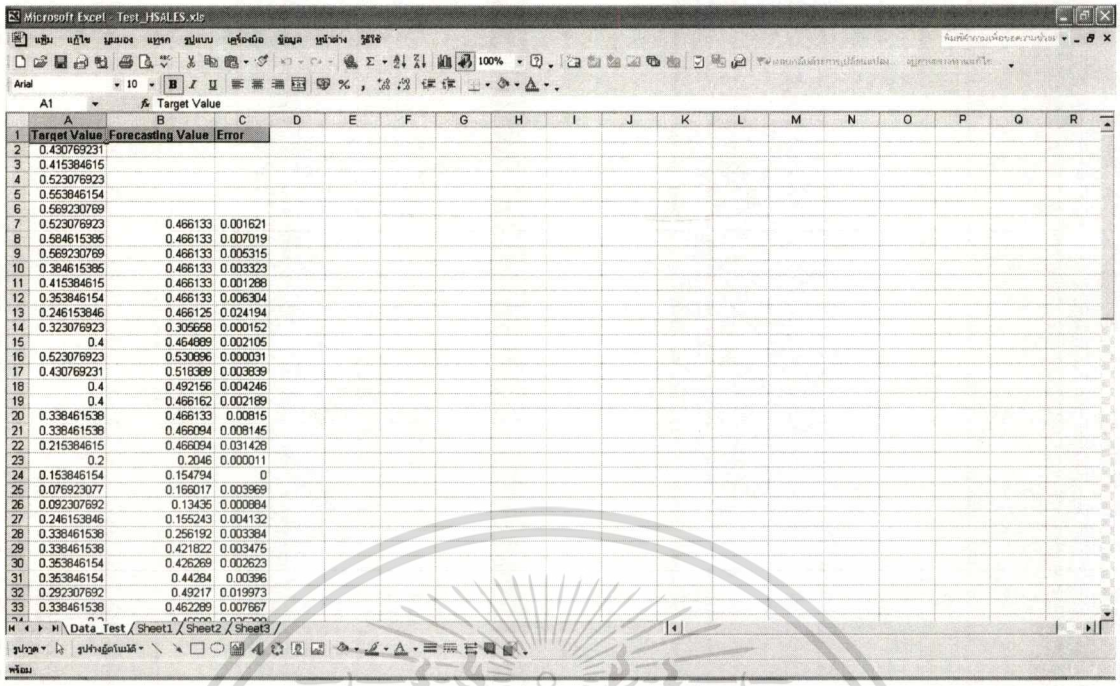


รูปที่ 4.30 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result



รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test

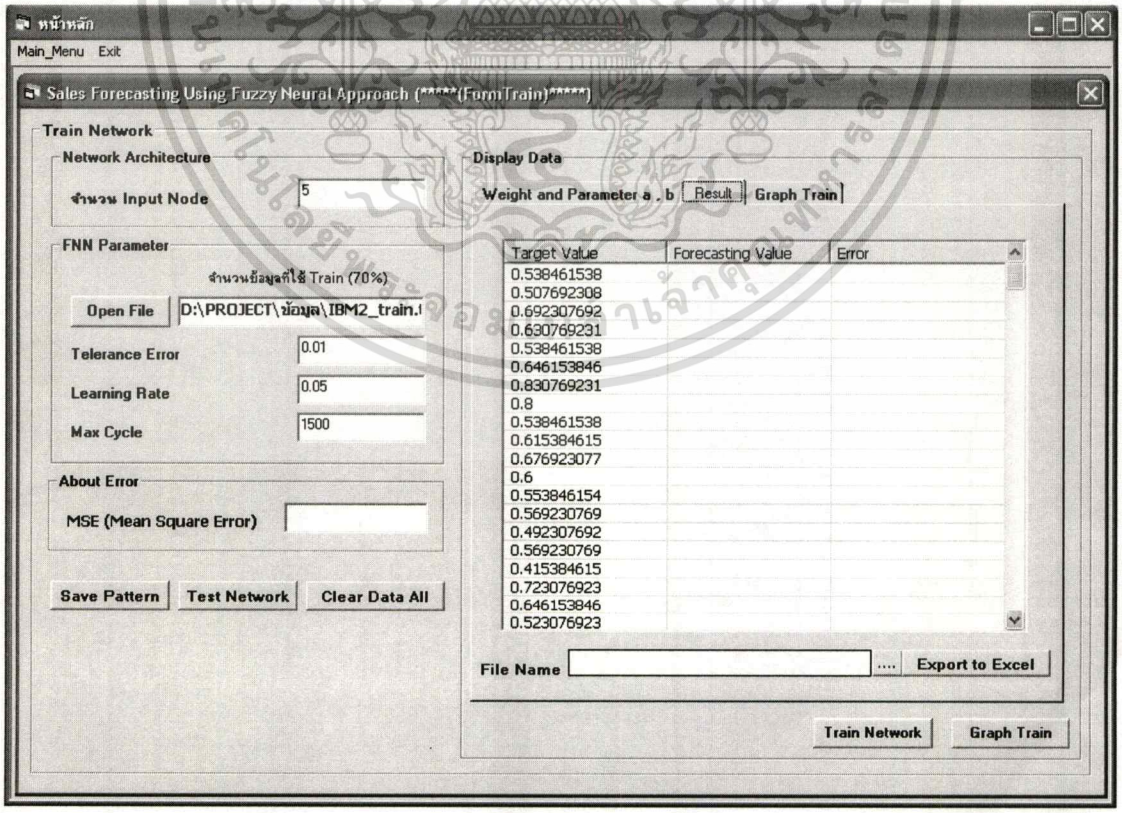
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	A	B	C
1	Target Value	Forecasting Value	Error
2	0.430769231		
3	0.415384615		
4	0.523076923		
5	0.553846154		
6	0.569230769		
7	0.523076923	0.466133	0.001621
8	0.584615385	0.466133	0.007019
9	0.569230769	0.466133	0.005315
10	0.384615385	0.466133	0.003323
11	0.415384615	0.466133	0.001288
12	0.353846154	0.466133	0.006304
13	0.246153846	0.466125	0.024194
14	0.323076923	0.305658	0.000152
15	0.4	0.464889	0.002105
16	0.523076923	0.530896	0.000031
17	0.430769231	0.518389	0.003839
18	0.4	0.492156	0.004246
19	0.4	0.466162	0.002189
20	0.338461538	0.466133	0.00815
21	0.338461538	0.466094	0.008145
22	0.215384615	0.466094	0.031428
23	0.2	0.2046	0.000011
24	0.153846154	0.154794	0
25	0.076923077	0.166017	0.003969
26	0.092307692	0.13436	0.000884
27	0.246153846	0.155243	0.004132
28	0.338461538	0.256192	0.003384
29	0.338461538	0.421822	0.003475
30	0.353846154	0.426269	0.002623
31	0.353846154	0.44284	0.00396
32	0.292307692	0.49217	0.019973
33	0.338461538	0.462289	0.007667

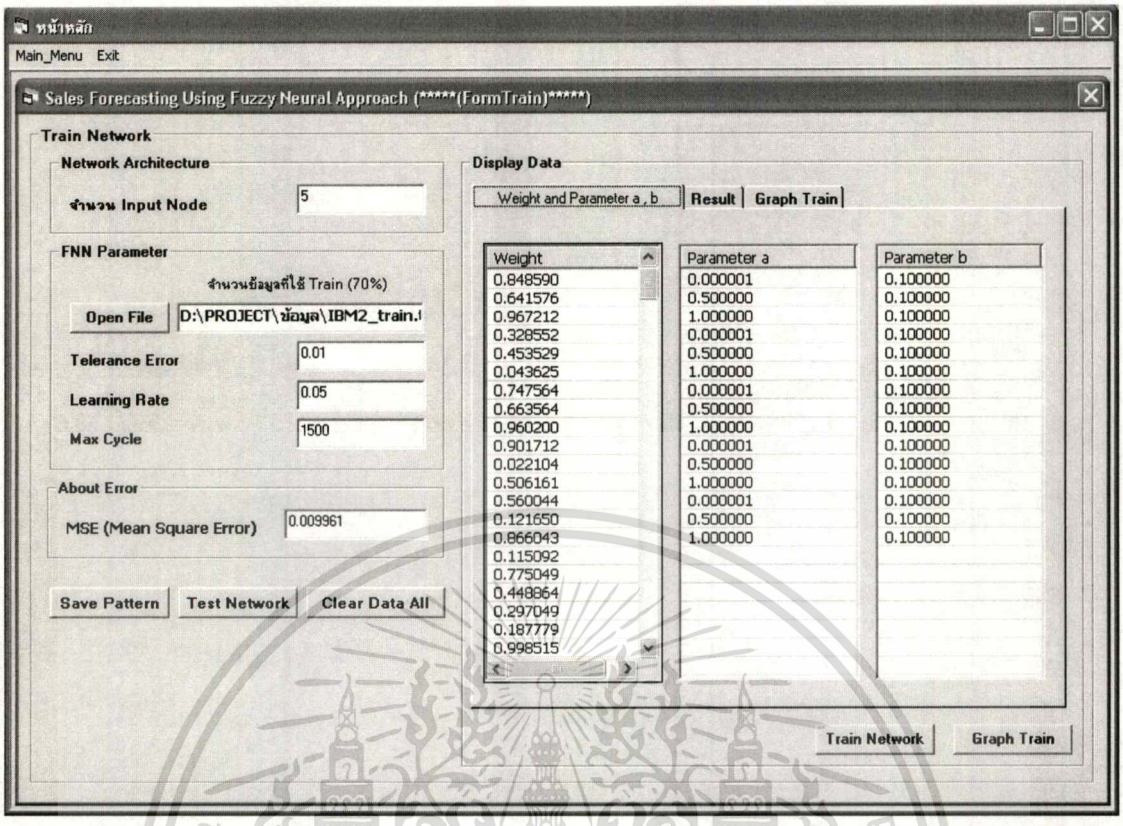
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีแสดง Result เป็น Excel

ข้อมูลชุดที่ 4 ข้อมูล IBM2

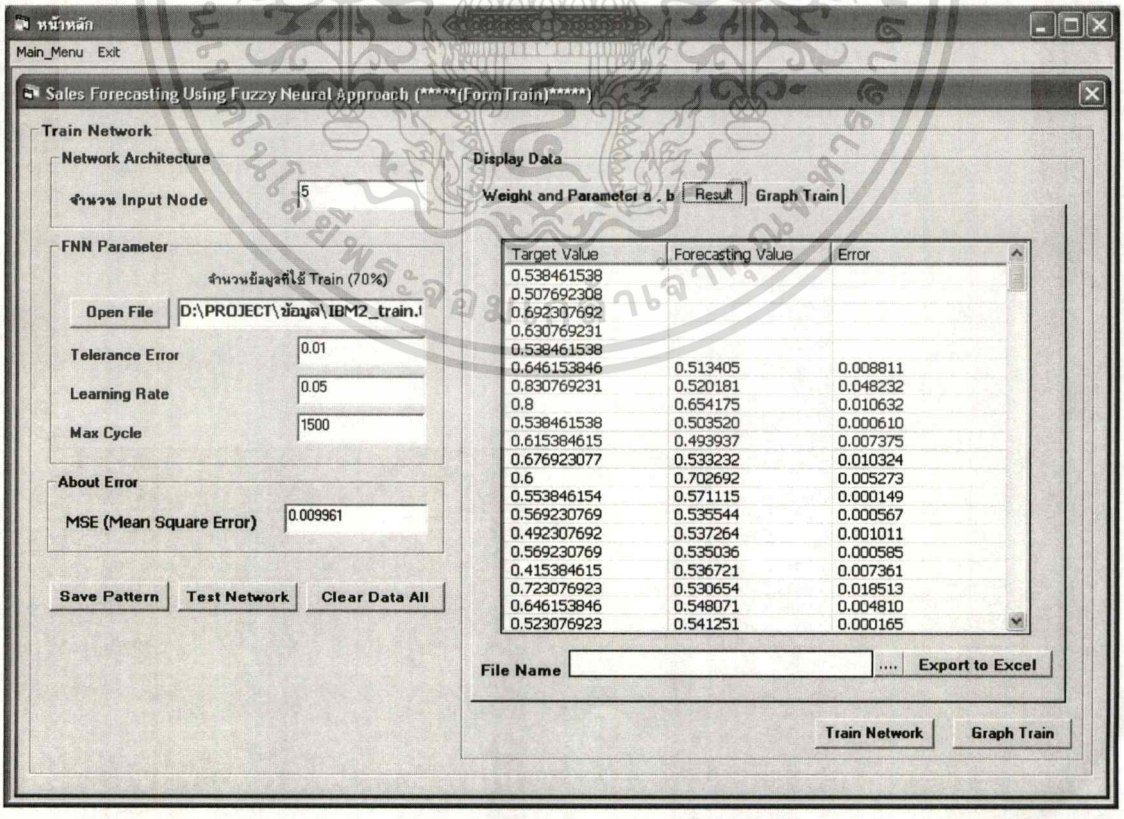


รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อทำการเรียนรู้ (Train)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

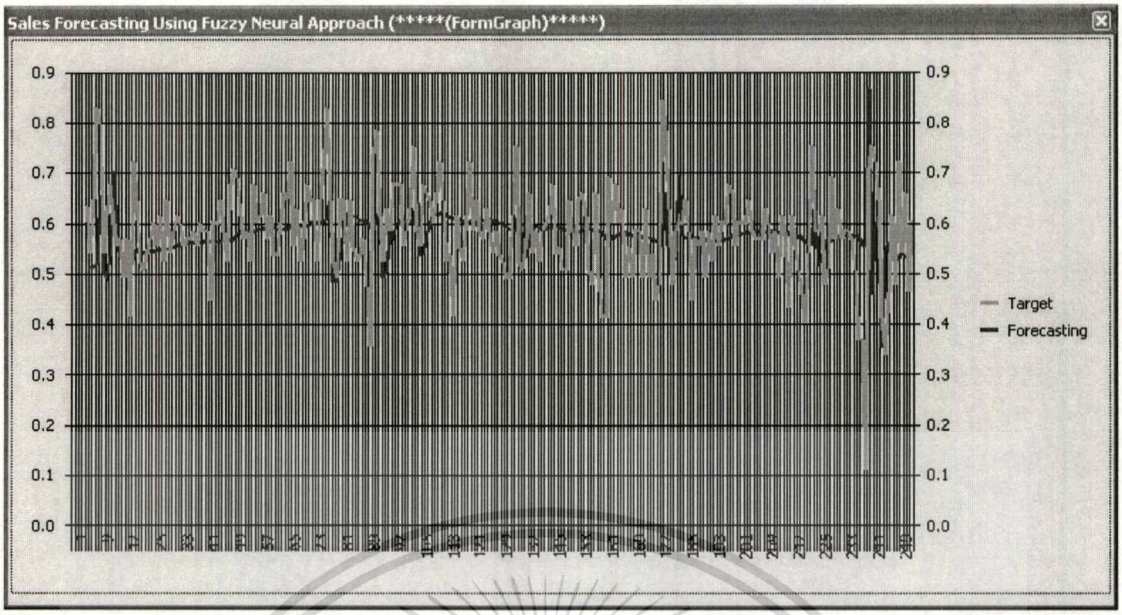


รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

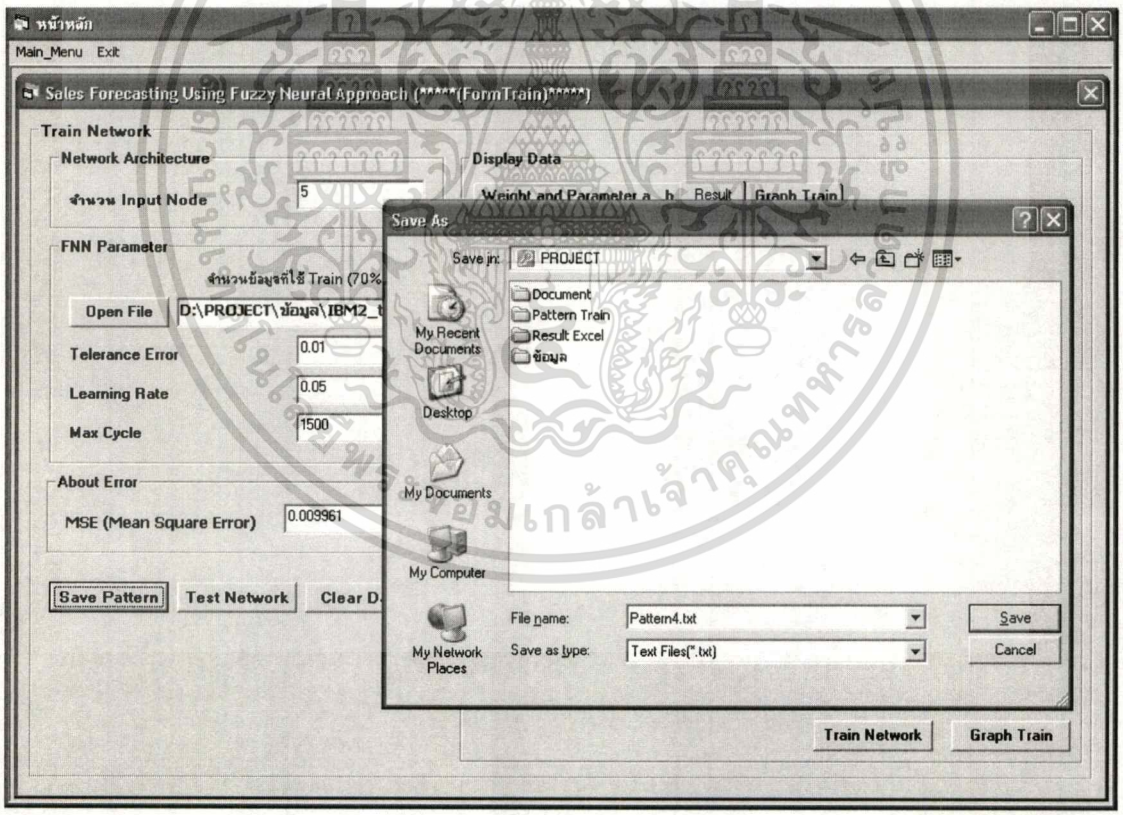


รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

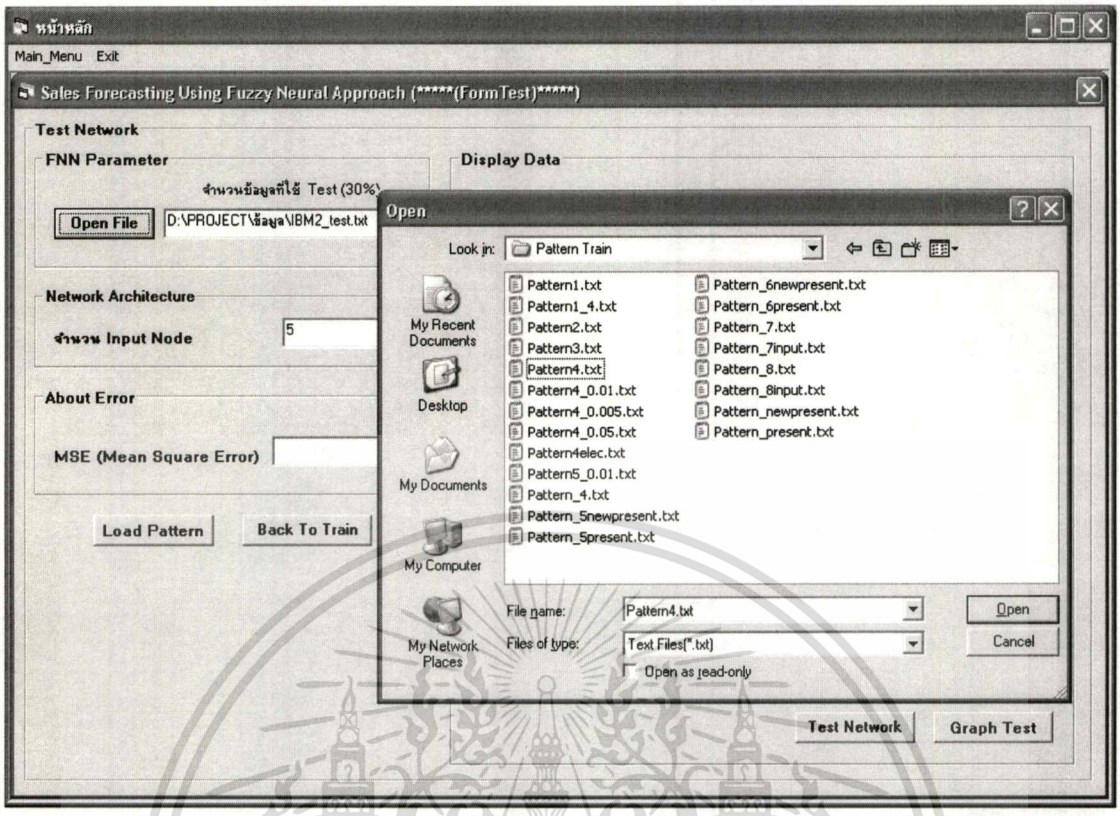


รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการเรียนรู้ (Train) แล้ว กรณีเลือก Graph Train

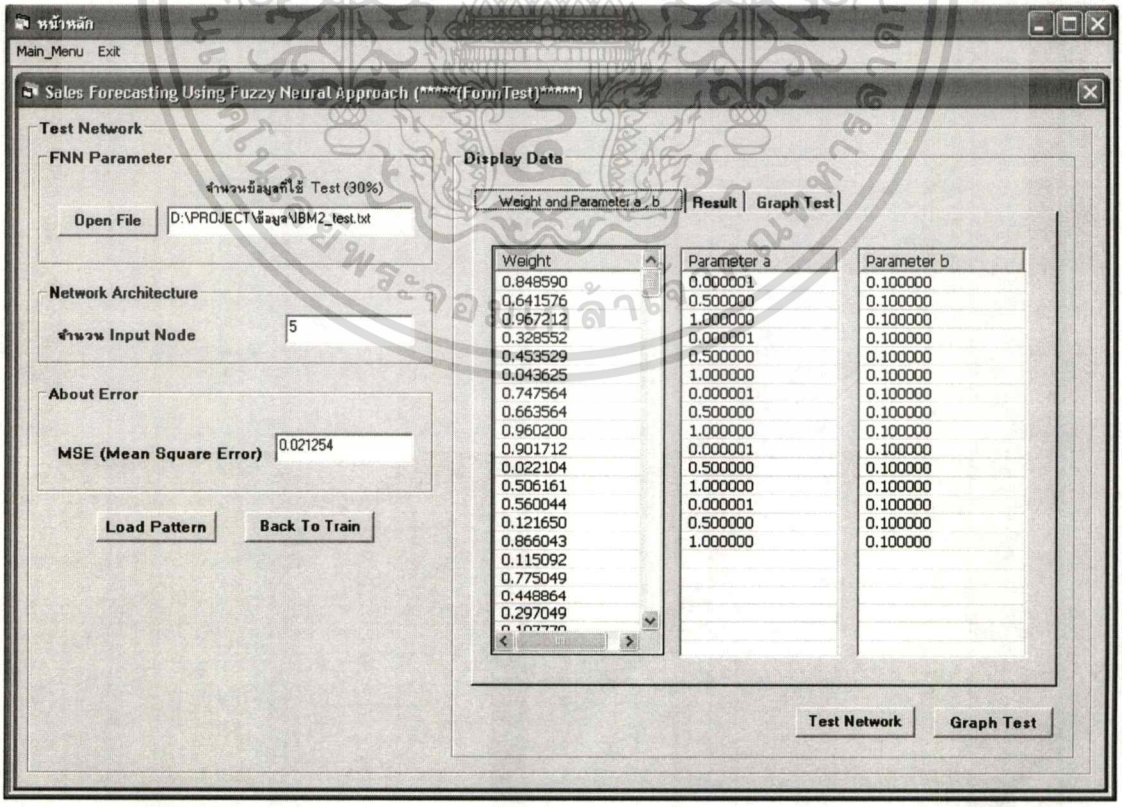


รูปที่ 4.37 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Save Pattern หลังจากทำการเรียนรู้ (Train) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

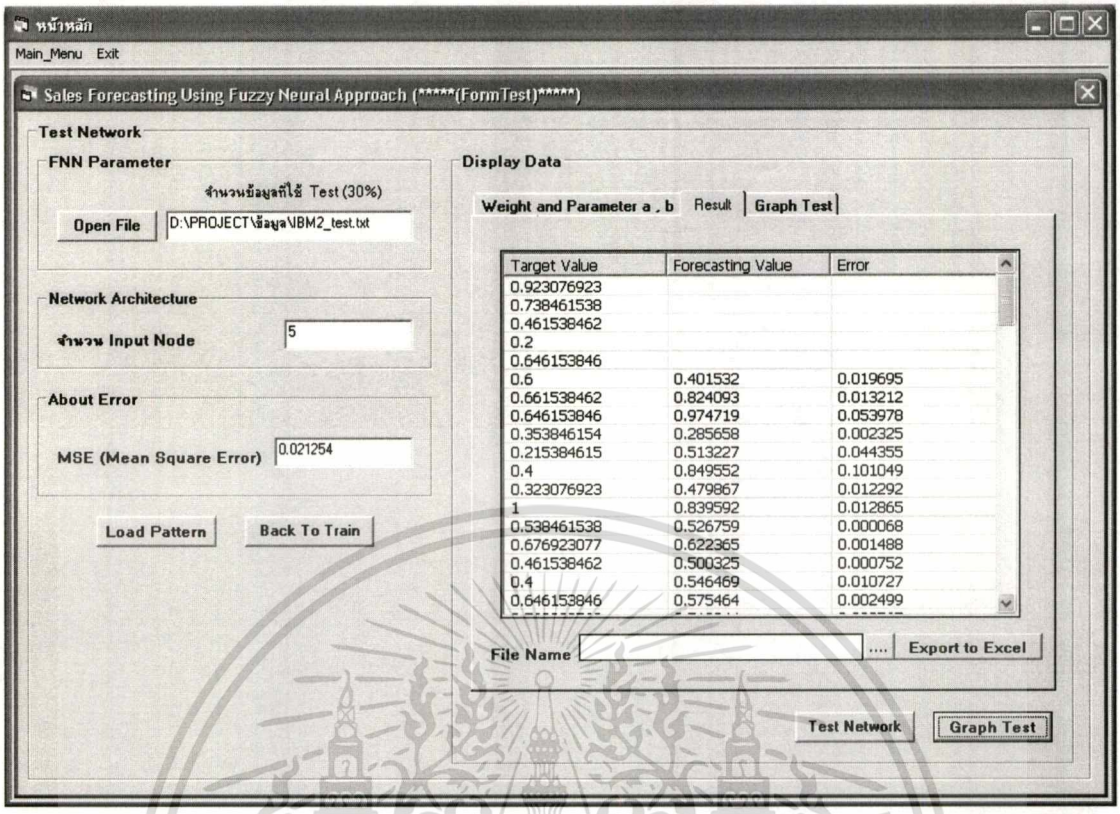


รูปที่ 4.38 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่การทดสอบ (Test) แล้ว Open File และ Load Pattern

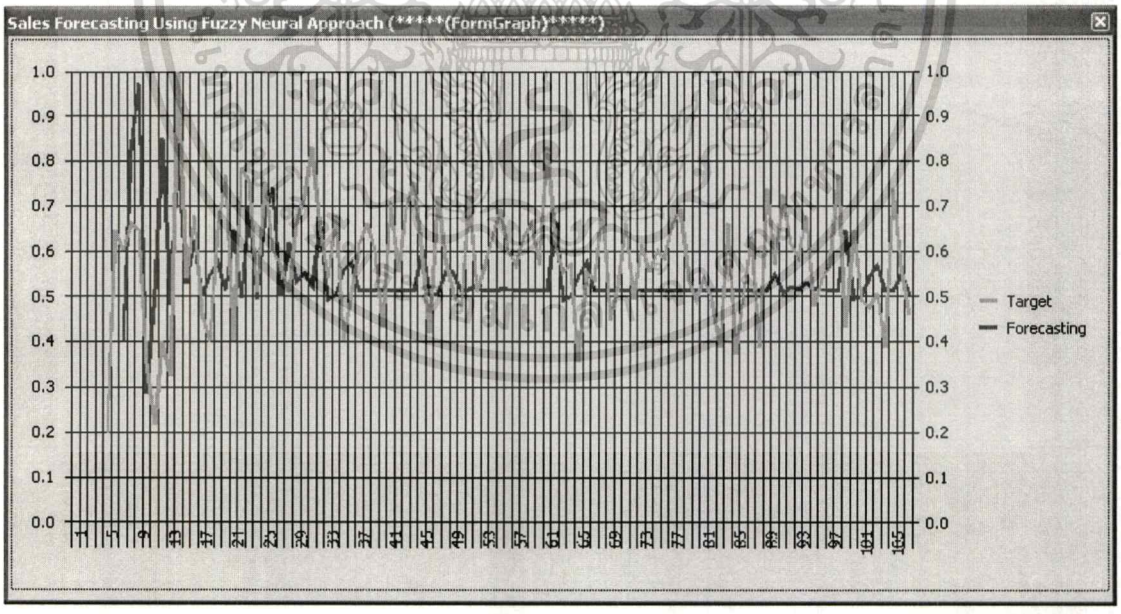


รูปที่ 4.39 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Weight and Parameter a,b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

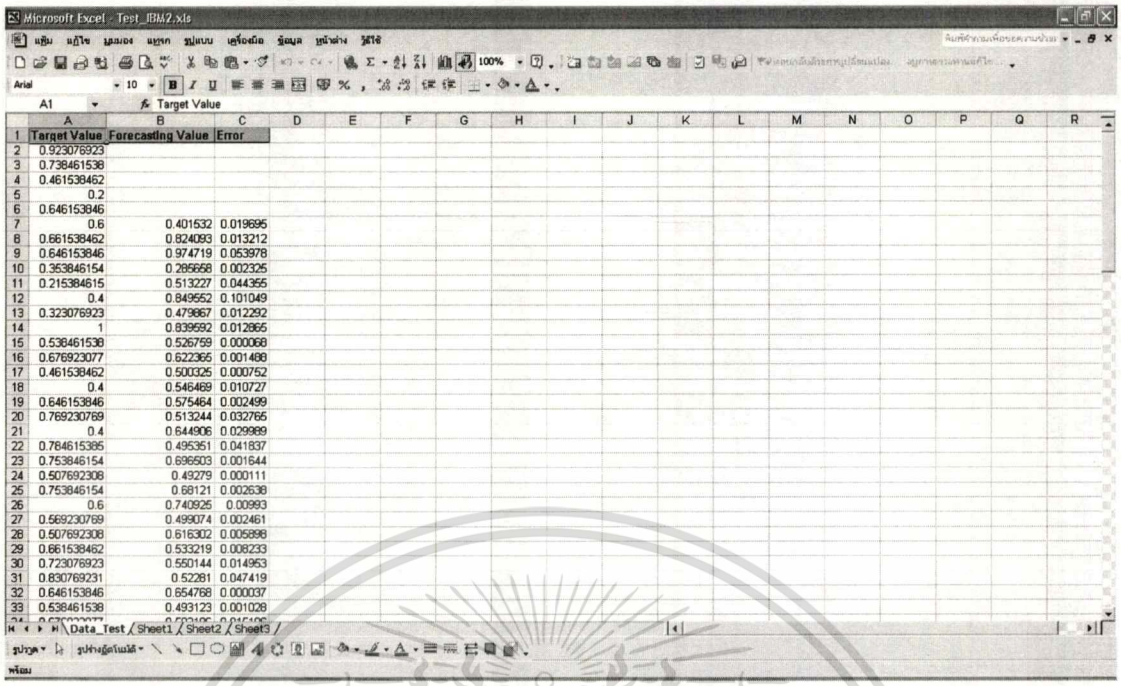


รูปที่ 4.40 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Result



รูปที่ 4.41 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีเลือก Graph Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Microsoft Excel - Test_IBM2.xls

A1 Target Value

	A	B	C
1	Target Value	Forecasting Value	Error
2	0.923076923		
3	0.738461538		
4	0.461538462		
5	0.2		
6	0.646153846		
7	0.6	0.401532	0.019695
8	0.661538462	0.824093	0.013212
9	0.646153846	0.974719	0.053978
10	0.353846154	0.285658	0.002325
11	0.215384615	0.513227	0.044355
12	0.4	0.849552	0.101049
13	0.323076923	0.479867	0.012292
14	1	0.839592	0.012865
15	0.538461538	0.526759	0.000068
16	0.676923077	0.622366	0.001488
17	0.461538462	0.500325	0.000752
18	0.4	0.546489	0.010727
19	0.646153846	0.575464	0.002499
20	0.769230769	0.513244	0.032765
21	0.4	0.644906	0.029989
22	0.784615385	0.495351	0.041837
23	0.753846154	0.696503	0.001644
24	0.507692308	0.49279	0.000111
25	0.753846154	0.68121	0.002638
26	0.6	0.740925	0.00993
27	0.569230769	0.499074	0.002461
28	0.507692308	0.616302	0.005898
29	0.661538462	0.533219	0.008233
30	0.723076923	0.550144	0.014953
31	0.830769231	0.52281	0.047419
32	0.646153846	0.654768	0.000037
33	0.538461538	0.493123	0.001028

Data_Test / Sheet1 / Sheet2 / Sheet3 /

รูปที่ 4.42 แสดงหน้าจอเมื่อผ่านการทดสอบ (Test) แล้ว กรณีแสดง Result เป็น Excel

ตารางที่ 4.3 แสดงผล MSE ของการเรียนรู้(Train) และการทดสอบ (Test) ของข้อมูล 4 ชุด

ข้อมูล	Mean Square Error (MSE)	
	Train Network	Test Network
ชุดที่ 1 ข้อมูลขวด	0.009949	0.003904
ชุดที่ 2 ELECNEW	0.009999	0.038142
ชุดที่ 3 HSALES	0.014499	0.013155
ชุดที่ 4 IBM2	0.009961	0.021254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพยากรณ์โดยใช้รูปแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ในโครงการนี้สามารถสรุปผลการดำเนินงานและสรุปผลการทดลอง รวมถึงข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลดำเนินงาน

จากการศึกษาในโครงการนี้สามารถสรุปผลดำเนินงานในการออกแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ได้ดังนี้

- ในการนำข้อมูลมาเรียนรู้และทดสอบนั้น จะต้องเป็นข้อมูลที่อยู่ในช่วงเดียวกัน เนื่องจากการพยากรณ์โดยใช้รูปแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ทำงานโดยเรียนรู้ข้อมูลในอดีตแล้วนำเอารูปแบบที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการทดสอบ และข้อมูลจะต้องทำการนอร์มอลไลเซชัน เพื่อให้ข้อมูลเหล่านั้นทำงานกับโปรแกรมประยุกต์ได้
- ในการเรียนรู้แต่ละครั้ง ผลจากการทดลองจะให้ค่าที่ต่างกัน เนื่องจากผลลัพธ์จากการทำงานของฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) จะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าโครงสร้างของโครงข่าย เช่น Input Node รวมไปถึงการกำหนดค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการ Train เช่น ค่าอัตราการเรียนรู้ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ และค่าจำนวนรอบในการ Train เป็นต้น ดังนั้นการเรียนรู้ต้องอาศัยการเรียนรู้หลาย ๆ ครั้ง เพื่อสังเกตว่าการกำหนดค่าต่าง ๆ นั้น ควรจะกำหนดค่าเหล่านั้นอย่างไร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ออกมาเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด
- เมื่อมีการเรียนรู้จะทำการเก็บค่าน้ำหนักและค่าพารามิเตอร์ a และ b ที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการปรับน้ำหนักและค่าพารามิเตอร์ a และ b แล้ว รวมถึงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างโครงข่าย เพื่อนำค่าเหล่านั้นมาใช้กับข้อมูลส่วนของการทดสอบเพื่อใช้เป็นตัวแบบของการทำในส่วนของการทดสอบ

5.2 สรุปผลการทดลอง

1. ค่าที่ได้จากการทดลองจะขึ้นอยู่กับการเลือกข้อมูลอินพุตต่าง ๆ ที่ป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผล เช่น จำนวน Input Node ที่จะใช้ในการสร้างโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าน้ำหนัก (weight) ที่ได้จากการสุ่ม และค่าพารามิเตอร์ a และ b ที่กำหนดจะมีผลต่อการเริ่มต้นทำงานของโปรแกรม รวมไปถึงผลที่จะได้จากการประมวลผล
3. การพยากรณ์โดยใช้รูปแบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ในโครงการนี้สามารถทำงานได้ผลลัพธ์ค่อนข้างใกล้เคียง โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจากแนวโน้มในลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อปรับปรุงโปรแกรมประยุกต์นี้ในอนาคต ผู้ศึกษามีความคิดเห็นว่า เพื่อเพิ่มความเร็วให้กับการเรียนรู้แบบฟัซซีนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Fuzzy Neural Network) ควรค้นหาวิธีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสุ่มค่าน้ำหนัก หรือการปรับค่าน้ำหนักให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากค่าน้ำหนักเริ่มต้นมีผลต่อการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฉัททวุฒิ พืชผล และพิชิต สันติกุลานนท์. 2544. **คู่มือเรียน Visual Basic 6.** กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น

ธาริน สิทธิธรรมชารี. 2544. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด

Kate A. Smith and Jatinder N. D. Gupta. 1970. **Neural Networks in Business : Tecchinques and Applications**. United States of America.

L.X. Wang and Jerry M. Mendel. 1992. "Fuzzy basic function , Universal approximation & Orthogonal least – Squares learning." **IEEE Transaction Neural Network.** 3(5): 807-814.

Michael Negnevitasky , 2002. **Artificial intelligence : a guide to intelligent sysyems** . Addison - Wesley.

Min Liu and Yean Ying Ling. 2003. **Using fuzzy neural network approach to estimate contrators' markup**. [Online]. Available : www.sciencedirect.com.

Steven D. Kaehler. **Fuzzy Logic – An Introduction.** [Online]. Available : http://www.seattlerobotics.org

Martin Hellmann. 2001. **Fuzzy Logic Introduction**. [Online]. Available : http://www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz /fl_part1.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวลดาวัลย์ สุขชัย
วัน เดือน ปีเกิด	17 กรกฎาคม 2525 ที่กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	70 หมู่ 9 ต.บ้านแก่ง อ.เมือง จังหวัด นครสวรรค์ 60000 โทร 0-5636-2409
ประวัติการศึกษา	2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2546	ฝึกงานที่สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2547	ตำแหน่ง Instructor เกี่ยวกับ Microsoft Access with VBA บริษัทไอโซเน็ต จำกัด
พ.ศ.2547	ตำแหน่งโปรแกรมเมอร์บริษัทเอสเอจี จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้