สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซี

STOCK FORECASTING TECHNIQUE BY NEURO-FUZZY

โดย

บัญชา พันสิทธิ์

BUNCHA PUNSIT

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

T139311

QA.
U253n
2554

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 139311
วัน,เดือน,ปี..... 30 ต.ค. 2558

.b.....
.i.....

b.12120008

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STOCK FORECASTING TECHNIQUE BY NEURO-FUZZY

BUNCHA PUNSIT

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

INDEPENDENT STUDY

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1/ 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซี
นักศึกษา	นายบัญชา พันสิทธิ์
รหัสนักศึกษา	51066424
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2554
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

บทคัดย่อ

การพยากรณ์ราคาหุ้นในปัจจุบันนี้มีการนำเทคนิคต่างๆเข้ามาช่วยในการพยากรณ์เพื่อที่จะทำให้การพยากรณ์นั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีประโยชน์มากที่สุด โดยที่เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาหุ้นมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้เทคนิค Neuro Fuzzy มาสร้างแอปพลิชั่นที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาหุ้น เนื่องจากเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้ Neuro Fuzzy นั้นเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการพยากรณ์อย่างแพร่หลาย โดยเทคนิคในการพยากรณ์แบบ Neuro Fuzzy เป็นวิธีที่นำเทคนิคแบบ Fuzzy logic และ Neural Network มารวมเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นการลบจุดอ่อนของในแต่ละเทคนิคที่มีอยู่ทำให้กลายเป็นเทคนิคแบบ Neuro Fuzzy ที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Stock forecasting Technique by Neuro-Fuzzy
Student	Mr. Buncha Punsit
Student ID.	51066424
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2011
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Arit Thammano

ABSTRACT

Nowadays, there are many methods to help in forecasting stock prices to make the most effective. The forecast have too much method. The techniques used in forecasting stock prices are a variety of techniques. In this study I will present its application to forecasting the stock price using Neuro Fuzzy to build applications that are used to forecast stock prices, because this method was popularity in present now. Neuro fuzzy is combining with Fuzzy logic and Neural Network. This method was fixed the Fuzzy logic and Neural Network problems. That cause of Neuro Fuzzy method was an efficacious method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.ดร.อาริต ธรรมโน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และบุคลากรทุกท่าน รวมถึงห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือ ตลอดจนข้อมูล และหนังสือต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

บัญชา พันสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ..... VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....2

1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ฟัซซีลอจิก.....4

2.1.1 ฟัซซีเซต และ กลุ่มสมาชิกของฟังชั่น.....4

2.1.2 การดำเนินการทางฟัซซีเซต 7

2.1.3 ตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable).....8

2.1.4 กฎฟัซซี (Fuzzy Rules)..... 10

2.1.5 Fuzzy Logic Systems 11

2.1.6 ชนิดของระบบกฎฟัซซี.....12

2.2 นิวโรฟัซซี (Neuro-Fuzzy).....16

2.2.1 ประเภทของนิวโรฟัซซี่ (Neuro-Fuzzy).....17

2.2.2 NEFPROX (Neuro-Fuzzy Function Approximation)..... 18

2.2.3 การเรียนรู้ของ NEFPROX 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น.....22

3.1 ลักษณะการออบแบบระบบ และกระบวนการทำงาน.....22

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น และคลาสไดอะแกรมของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น.....24

3.2.1 คำอธิบาย และรายละเอียดของคลาสไดอะแกรม.....27

3.2.2 วิธีการทำงานของกระบวนการสร้างกฎ.....34

3.3 การทำงานของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น.....38

3.3.1 การฝึกสอนโครงข่าย.....38

3.3.2 การทดสอบโครงข่าย.....39

3.3.3 การพยากรณ์ราคาหุ้น.....40

3.4 รายละเอียดหน้าจอของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น.....41

3.4.1 หน้าจอหลักของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น.....41

3.4.2 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่าย.....42

3.4.3 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ทดสอบโครงข่าย.....43

3.4.4 หน้าจอสำหรับการพยากรณ์ราคาหุ้น.....44

3.4.5 หน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการฝึกสอน.....45

3.4.6 หน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบโครงข่าย.....46

3.4.7 หน้าจอแสดงกฎ.....49

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....50

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน และพยากรณ์ราคาหุ้น.....50

4.2 กำหนดรูปแบบของแบบจำลอง.....52

4.2.1 แบบจำลองที่ 1.....52

4.2.2 แบบจำลองที่ 2.....53

4.2.3 แบบจำลองที่ 3.....54

4.2.4 แบบจำลองที่ 4.....54

4.2.5 แบบจำลองที่ 5.....55

4.2.6 แบบจำลองที่ 6.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.7 แบบจำลองที่ 7.....56

4.2.8 แบบจำลองที่ 8.....57

4.3 ผลการทดสอบของ 8 แบบจำลอง.....58

4.3.1 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 1.....58

4.3.2 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 2.....60

4.3.3 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 3.....61

4.3.4 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 4.....63

4.3.5 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 5.....64

4.3.6 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 6.....66

4.3.7 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 7.....69

4.3.8 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 8.....70

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....71

5.1 สรุปผลการทดลอง.....71

5.1.1 สรุปผลการทดลองแบบจำลอง.....71

5.1.2 โครงข่ายนิวโรฟัซซี.....73

5.1.3 แอปพลิเคชั่น.....74

5.2 ข้อเสนอแนะ.....74

5.2.1 ข้อเสนอแนะด้านโครงข่ายนิวโรฟัซซี.....74

5.2.2 ข้อเสนอแนะด้านแอปพลิเคชั่น.....74

บรรณานุกรม.....75

ประวัติผู้เขียน.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 รายละเอียดของคลาส neurofuzzy.....28

3.2 รายละเอียดของคลาส nefprox..... 29

3.3 รายละเอียดของคลาส fuzzypartition..... 31

3.4 รายละเอียดของคลาส fuzzyset..... 32

3.5 รายละเอียดของคลาส fuzzyrule.....33

3.6 รายละเอียดของคลาส fuzzyrule.....34

4.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่าย.....50

4.2 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาหุ้น.....51

5.1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่จำนวนของตัวแปรภาษาต่างกัน.....71

5.2 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน แต่ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกต่างกัน.....72

5.3 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มี จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่มีจำนวนโหนดของข้อมูลนำเข้าต่างกัน.....72

5.4 ผลคะแนนการเปรียบเทียบใน 3 ลักษณะ.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตในระบบเดิม..... 5
2.2 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตแบบฟัซซี..... 5
2.3 การยูเนียน (Union) ระหว่างฟัซซีเซต A กับฟัซซีเซต B..... 7
2.4 การอินเตอร์เซกชั่น (Intersection) ระหว่างฟัซซีเซต A กับ ฟัซซีเซต B..... 7
2.5 ภาพการคอมพลีเมนต์ (Complement)..... 8
2.6 แสดงระดับความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซตความเร็ว..... 9
2.7 ตัวอย่างการจัดแบ่งกลุ่มด้วยกฎของฟัซซี..... 10
2.8 ภาพแสดงกระบวนการทำงานของ Fuzzy Logic Systems..... 11
2.9 กลุ่มของระบบกฎฟัซซี..... 12
2.10 การอนุมานแบบ Mamdani (Max-Min)..... 14
2.11 Tsukamoto Model..... 16
2.12 Cooperative Neuro-Fuzzy System..... 17
2.13 Concurrent Neuro-Fuzzy System..... 17
2.14 โครงสร้างของ NEFPROX (Neuro-Fuzzy Function Approximation)..... 18
3.1 กระบวนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น..... 23
3.2 กระบวนการแปลภาษาของ Visual Studio .Net..... 25
3.3 คลาสไดอะแกรมของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น..... 26
3.4 คลาส neurofuzzy..... 27
3.5 คลาส nefproxfuzzy..... 29
3.6 คลาส fuzzypartition..... 30
3.7 คลาส fuzzyset..... 32
3.8 คลาส fuzzyrule..... 33
3.9 คลาส defuzzyfier..... 34
3.10 หน้าจอหลัก และเมนูหลักของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น..... 41
3.11 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่าย..... 42
3.12 หน้าจอสำหรับการนำเข้าชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย..... 43
3.13 หน้าจอสำหรับการนำเข้าชุดข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.14 หน้าจอแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวัง กับผลลัพธ์จากระบบจากชุดข้อมูลฝึกสอนโครงข่าย.....45
3.15 หน้าจอตารางข้อมูลตัวเลขที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ จากชุดข้อมูลฝึกสอนโครงข่าย.....46
3.16 หน้าจอแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวัง กับผลลัพธ์จากระบบจากชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย.....47
3.17 หน้าจอตารางข้อมูลตัวเลขที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ จากชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย.....48
3.18 หน้าจอแสดงกฎ.....49
4.1 กราฟแสดงการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นที่ใช้ในการฝึกสอน.....51
4.2 กราฟแสดงการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นที่ใช้ในการพยากรณ์ราคา.....52
4.3 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 1.....53
4.4 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 2.....53
4.5 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 3.....54
4.6 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 4.....55
4.7 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 5.....55
4.8 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 6.....56
4.9 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 7.....57
4.10 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 8.....57
4.11 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 1.....58
4.12 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 1.....59
4.13 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 1.....59
4.14 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 2.....60
4.15 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 2.....60
4.16 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 2.....61
4.17 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 3.....61
4.18 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 3.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.19 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 3.....62

4.20 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 4.....63

4.21 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 4.....63

4.22 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 4.....64

4.23 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 5.....64

4.24 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 5.....65

4.25 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 5.....65

4.26 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 6.....66

4.27 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 6.....66

4.28 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 6.....67

4.29 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 7.....67

4.30 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 7.....68

4.31 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 7.....68

4.32 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 8.....69

4.33 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 8.....69

4.34 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 8.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบัน การออมเงินมีอยู่หลากหลายชนิดด้วยกัน ชนิดที่พวกเรารู้จักกันดีก็คือการออมเงินโดยการฝากเงินกับธนาคาร แต่ทุกวันนี้การฝากเงินกับธนาคารแค่วิธีเดียวนั้นไม่สามารถสร้างรายได้ที่ดีได้ด้วยเพราะดอกเบี้ยที่ต่ำ จึงต้องหาวิธีการออมเงินแบบใหม่ที่สร้างรายได้มากกว่าการออมโดยฝากเงินกับธนาคาร ซึ่งการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์นั้นเป็นการออมเงินที่น่าสนใจเพราะการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์เป็นการออมเงินที่สร้างรายได้ให้กับผู้ออมได้ดี แต่ผู้ที่ตัดสินใจที่จะออมเงินโดยการลงในตลาดหลักทรัพย์นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการลงทุนอยู่บ้างเพราะการลงทุในตลาดหลักทรัพย์ นั้นถึงจะเป็นวิธีการออมเงินที่สร้างรายได้ที่สูงกว่าการออมโดยฝากกับธนาคารก็จริงอยู่แต่ด้วยรายได้ที่สูงนั้นก็มาพร้อมกับความเสี่ยงที่สูงขึ้นตามมาด้วย ผู้ที่คิดจะลงทุนในตลาดหลักทรัพย์จึงควรจะศึกษาข้อมูลให้รอบครอบก่อนที่จะลงทุนเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากการลงทุน

จากปัญหาของความเสี่ยงที่เกิดจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์นั้น จึงได้มีแนวคิดที่จะลดความเสี่ยงที่จะเกิดจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ โดยการนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ และศึกษาข้อมูลของหุ้นการที่จะทำการลงทุน เพราะเนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถที่จะอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวดเร็ว และใช้งานได้ง่าย จึงนับว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ที่ดีตัวหนึ่ง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

โครงการศึกษาและพัฒนาระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซี มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อช่วยพยากรณ์การขึ้นลงของราคาหุ้น ซึ่งจะเป็นการทำให้ผู้ลงทุนลดความเสี่ยงจากการขาดทุน
2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบนิวโรฟัซซี และการนำมาประยุกต์ใช้งาน
3. เพื่อสร้างระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

ด้วยการนำระบบนิวโรฟัซซี ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างสองระบบที่นำของดีของแต่ละระบบมารวมกัน คือ นิวรอลเนทเวิค และฟัซซีลอจิก จะทำให้ระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถที่จะนำระบบการพยากรณ์ไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการลดความเสี่ยงในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ได้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

การพัฒนาระบบจะใช้ระบบนิวโรฟัซซีในการพยากรณ์ราคาหุ้น ซึ่งระบบนิวโรฟัซซีนั้นเป็นระบบลูกผสมเกิดมาจากการนำข้อดีระหว่าง นิวรอลเนทเวิคที่มีข้อดีทางด้านการเรียนรู้เพื่อปรับสภาพตัวเองไปตามสถานการณ์ที่ต่างกันได้ และฟัซซีลอจิกที่มีความสามารถทางด้านการตีความหาเหตุผลโดยจะใช้ตรรกะในการตัดสินใจตามความเป็นจริง

1.5 ขอบเขตการพัฒนา

ระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซีนั้น จะมีความสามารถดังนี้

1. ระบบจะมีความสามารถในการเรียนรู้ การทดสอบ และการพยากรณ์จากชุดข้อมูลที่นำเข้าได้
2. ระบบสามารถที่จะนำเข้าข้อมูลจากเท็กซ์ไฟล์ได้โดยข้อมูลจะต้องมีการจัดรูปแบบให้ถูกต้องก่อนจะนำเข้าสู่ระบบ
3. ระบบจะต้องมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่สารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้
4. ระบบจะแสดงข้อมูลผลการคำนวณในรูปแบบของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา และความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน ขอบเขตการพัฒนา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบ

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น

บทที่ 4 ผลการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุป และข้อเสนอแนะ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงงานนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินใจ และลดความเสี่ยงจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ โดยสามารถที่จะนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือในการวิเคราะห์ในแบบอื่น เพื่อเป็นการช่วยเสริมความมั่นใจในการตัดสินใจในการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับหลักทฤษฎีต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ ระบบฟัซซีลอจิก และระบบนิวโรฟัซซี ซึ่งทฤษฎีทั้งสองเป็นทฤษฎีที่นำมาประยุกต์เพื่อทำให้การพยากรณ์ราคาหุ้นนั้นมีประสิทธิภาพ และแม่นยำ

2.1 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ฟัซซีลอจิก

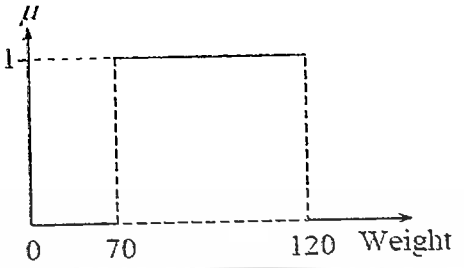
การที่จะนำเหตุการณ์หรือความรู้สึกที่มีความคลุมเครือที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเข้ามาใช้ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นไปได้ยาก เพราะความคลุมเครือตามความรู้สึกของมนุษย์นั้นจะไม่สามารถตีความออกมาได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการคิดค้นวิธีที่นำความคลุมเครือที่เกิดขึ้นในโลกของความเป็นจริงนั้นมาตีความโดย Fuzzy Logic ซึ่ง Fuzzy Logic นั้นเป็นวิธีในการนำทฤษฎีทางด้านคณิตศาสตร์เข้าช่วยในการตีความความคลุมเครือที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง โดยเหตุการณ์ความคลุมเครือที่เกิดขึ้นนั้นจะอยู่ในลักษณะของเซตของเหตุการณ์ โดยการตีความสิ่งที่เกิดขึ้นจะใช้ตรรกะ if-then ที่มนุษย์เข้าใจได้ง่ายในการตีความ ตรรกศาสตร์คลุมเครือต้องการตัวแปรที่เป็นตัวเลขเพื่อการแสดงระดับของความสำคัญ

2.1.1 ฟัซซีเซต และ กลุ่มสมาชิกของฟังชั่น

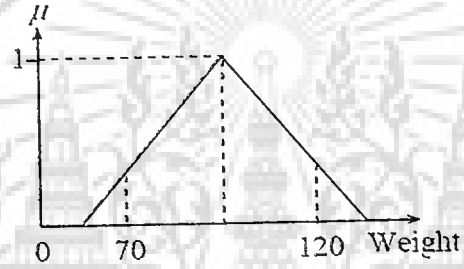
ในโลกแห่งความเป็นจริงนั้นการตอบคำถาม เช่น วันนี้อากาศร้อนใช่หรือไม่ ไม่ได้มีแค่คำตอบที่ว่าใช่วันนี้อากาศร้อน หรือไม่ใช่วันนี้อากาศไม่ร้อนเท่านั้น โดยจะมีคำตอบอีกจำพวกหนึ่งที่มนุษย์ใช้อยู่คือคำตอบที่ไม่แน่นอน หรือคำตอบนั้นจะเป็นจริงแต่บางส่วนเท่านั้น เช่น วันนี้อากาศร้อนนิดหน่อย วันนี้อากาศหนาวนิดหน่อย วันนี้อากาศร้อนมาก ซึ่งคำตอบที่ไม่แน่นอนเหล่านั้นจะมีค่าของคำตอบอยู่ระหว่าง จริง กับ เท็จ จึงได้มีการนำกระบวนการคิดที่ใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เข้ามาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาคำถามที่มีคำตอบแบบคลุมเครือไม่แน่นอน โดยทฤษฎีที่ว่านั้นมีชื่อว่า ฟัซซีเซต คือ เซตกลุ่มสมาชิกของฟังชั่น โดยที่ฟัซซีเซตนั้นจะมีการวัดผลของระดับความสัมพันธ์ของสมาชิกภายในเซต ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของฟัซซีเซต โดยที่ปัญหาที่มีการใช้ฟัซซีเซตในการวัดค่าจะมีผลลัพธ์ที่มีค่าของความเป็นสมาชิกของเซตที่อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 หรือ จริง กับ เท็จ ซึ่งค่าของความเป็นสมาชิกนี่เองที่เป็นคุณสมบัติที่ทำให้ฟัซซีเซตเป็นรูปแบบของเซตที่มีความแตกต่างจากเซตในระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความอ้วน นิยามคำว่าคนอ้วนในเซตในระบบเดิมอาจกำหนดเป็นคนที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 70 ถึง 120 กิโลกรัม โดยนิยามแบบฟัซซีเซตอาจกำหนดเป็นคนที่มีความอ้วนประมาณ 80 กิโลกรัม ซึ่งเป็นการให้นิยามที่ไม่แสดงถึงขอบเขตที่แน่นอน



ภาพที่ 2.1 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตในระบบเดิม



ภาพที่ 2.2 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตแบบฟัซซี

ฟัซซีเซต เป็นเซตที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกที่อยู่ภายในเอกภพสัมพัทธ์กับฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ในของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$A = \{(u, \mu_A(u)) \mid u \in U\} \tag{2.1}$$

โดยที่

A คือ ฟัซซีเซตใดๆ

U คือ เอกภพสัมพัทธ์

u คือ สมาชิกใดๆของ U

$\mu_A(u)$ คือ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของ u ในเซต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตสามารถที่จะแสดงความสัมพันธ์ในรูปของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\mu_A(u) : U \rightarrow [0,1] \tag{2.2}$$

0 แสดงถึงความไม่เป็นสมาชิกของเซต

1 แสดงถึงความเป็นสมาชิกของเซต

โดยที่ทฤษฎีของฟัซซีเซตนั้นจะยอมให้สมาชิกนั้นมีค่า หรือมีดีกรีของความเป็นสมาชิก มีค่าระหว่าง 0 กับ 1 จะทำให้สามารถอธิบายถึงความเป็นสมาชิกได้ว่าเป็นสมาชิกเพียงบางส่วนในเซต

ถ้าเอกภพสัมพัทธ์ U มีโครงสร้างแบบต่อเนื่อง Continuous สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$A = \int u\mu_A(u)/u \tag{2.3}$$

ถ้าเอกภพสัมพัทธ์ U มีโครงสร้างแบบไม่ต่อเนื่อง Discrete โดยที่ $U = \{u_1, u_2, u_3, ..., u_n\}$ เป็นเซตจำกัด และ A เป็นฟัซซีเซตใน U สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} A &= \{\mu_A(u_1)/u_1 + \mu_A(u_2)/u_2 + ...\mu_n(u_n)/u_n\} \\ &= \sum \mu_A(u_i)/u_i \end{aligned} \tag{2.4}$$

เมื่อพจน์ $\mu_A(u_i)/u_i, i = 1, 2, 3, ..., n$ หมายถึงค่าความเป็นสมาชิก $\mu_A(u_i)$ ของ u_i ในเซต A และเครื่องหมายบวก "+" หมายถึงยูเนียน (union)

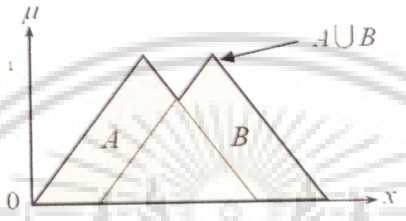
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การดำเนินการทางฟัซซีเซต

การดำเนินการของฟัซซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตโดยทั่วไป มีการดำเนินการ (Operation) คือ Union, Intersection และ Complement

2.1.2.1 ยูเนียน (Union) ของฟัซซีเซต จะเป็น OR operation ในสมการ

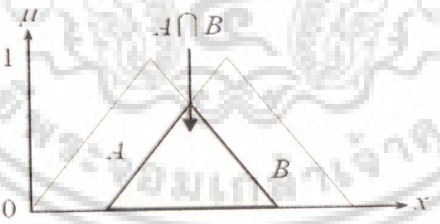
$$\mu_{A\cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{2.5}$$



ภาพที่ 2.3 การยูเนียน (Union) ระหว่างฟัซซีเซต A กับฟัซซีเซต B

2.1.2.2 อินเตอร์เซกชั่น (Intersection) ของฟัซซีเซต จะเป็น AND operation ในสมการ

$$\mu_{A\cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{2.6}$$

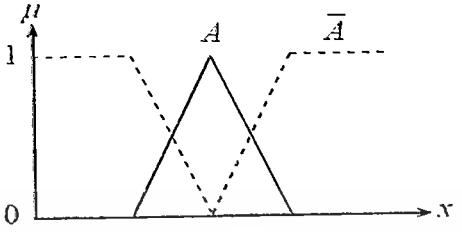


ภาพที่ 2.4 การอินเตอร์เซกชั่น (Intersection) ระหว่างฟัซซีเซต A กับ ฟัซซีเซต B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 คอมพลีเมนต์ (Complement) ของฟัซซีเซต

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \tag{2.7}$$



ภาพที่ 2.5 ภาพการคอมพลีเมนต์ (Complement)

2.1.3 ตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable)

ตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการให้เหตุผลในฟัซซีลอจิก โดยที่ตัวแปรนี้มีค่าซึ่งอาจจะเป็นคำหรือประโยคที่ใช้ในภาษาธรรมชาติก็ได้ ตัวแปรนี้ถูกใช้เพื่อความสะดวกในการให้ความหมายของลักษณะของปรากฏการณ์ซึ่งอาจจะซับซ้อน หรือยากที่จะอธิบายในเชิงของปริมาณได้ เช่น ความเร็ว เป็นต้น โดยที่ตัวแปรลิงกวิสติกนี้ได้ถูกนิยามไว้ด้วยความสัมพันธ์แบบ 4 เทอม ดังนี้

$$(x, T(x), U, G, M) \tag{2.8}$$

โดยที่

x คือ ชื่อของตัวแปร

T(x) คือ เซตของค่าลิงกวิสติก x

U คือ เอกภพสัมพัทธ์

G คือ กฎของไวยกรณ์ (Syntactic Rule) ที่ใช้ในการกำหนดชื่อของเทอม x

M คือ กฎของความหมาย (Semantic Rule) สิ่งซึ่งใช้อธิบายถึงความหมายของแต่ละเทอมของ x

ตัวอย่างของตัวแปรลิงกวิสติก เช่น

ถ้าให้ "ความเร็ว" อธิบายเป็นตัวแปรลิงกวิสติกโดยกำหนดให้ U = [0,100] , x = "ความเร็ว" และเซตของเทอม T (ความเร็ว) เป็นดังนี้

$$T(\text{ความเร็ว}) = \{\text{ช้า, ปานกลาง, เร็ว, ...}\} \tag{2.9}$$

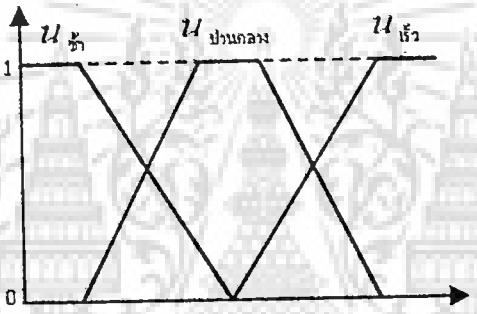
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกฎของไวยกรณ์ G ที่ใช้สำหรับกำหนดชื่อของสมาชิกใน T (ความเร็ว) สามารถเข้าใจได้โดยใช้สัญชาติญาณ, กฎของความหมาย M นิยามได้ดังนี้

M (ช้า) = ฟัซซีเซตของความเร็วที่เร็วต่ำกว่า 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{ช้า}$

M (ปานกลาง) = ฟัซซีเซตของความเร็วที่ใกล้กับ 55 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{ปานกลาง}$

M (เร็ว) = ฟัซซีเซตของความเร็วที่สูงกว่า 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{เร็ว}$

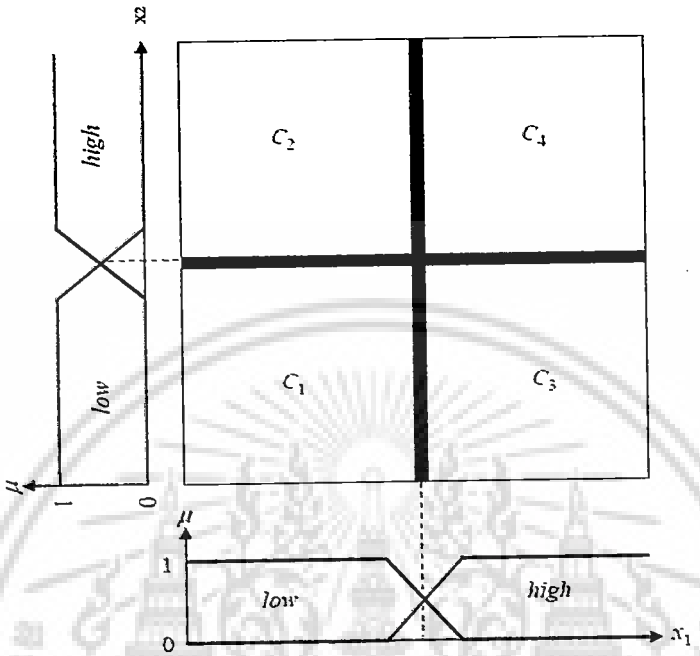


ภาพที่ 2.6 แสดงระดับความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซตความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 กฎฟัซซี (fuzzy rules)

วิทยาการเกี่ยวกับฟัซซีลอจิกมีจำนวนมาก แต่ที่นิยมและการประยุกต์ใช้งานมากที่สุดเห็นจะได้แก่ กฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว (fuzzy if-then rule)



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการจัดแบ่งกลุ่มด้วยกฎของฟัซซี

จากภาพที่ 7 สามารถเขียนเป็นกฎในรูปประโยคได้ดังนี้

กฎข้อ 1 : ถ้า x_1 มีค่า low และ x_2 มีค่า low แล้วข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม c_1

กฎข้อ 2 : ถ้า x_1 มีค่า low และ x_2 มีค่า high แล้วข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม c_2

กฎข้อ 3 : ถ้า x_1 มีค่า high และ x_2 มีค่า low แล้วข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม c_3

กฎข้อ 4 : ถ้า x_1 มีค่า high และ x_2 มีค่า high แล้วข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม c_4

เมื่อ x_1 เป็นตัวแปรภาษาในมิติที่ 1, x_2 เป็นตัวแปรภาษาในมิติที่ 2, *low* และ *high* เป็นพจน์ภาษา (linguistic terms), ข้อมูล (x_1, x_2) เป็นคู่ลำดับของวัตถุที่ต้องการจัดกลุ่ม และ C_1, C_2, C_3 และ C_4 เป็นกลุ่มข้อมูล 1, 2, 3 และ 4

สมมุติให้กฎข้อ l, $l = 1, 2, \ldots, L$ เป็นลำดับของกฎ ให้ข้อมูลเป็น $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \ldots, x_n]$ เมื่อ n เป็นจำนวนมิติของข้อมูล ให้ A_{li} เป็นพจน์ภาษาในกฎข้อที่ l มิติที่ i และให้กลุ่มข้อมูลเป็น C_k, $k = 1,2, \ldots, K$ รูปแบบทั่วไปของกฎฟัซซีสามารถเขียนได้ดังนี้

กฎข้อ 1: ถ้า x_1 มีค่า A_{11} และ x_2 มีค่า A_{12} และ ... และ x_n มีค่า A_{1n} แล้ว ข้อมูล x เป็นกลุ่ม C_1

กฎข้อ 2: ถ้า x_1 มีค่า A_{21} และ x_2 มีค่า A_{22} และ ... และ x_n มีค่า A_{2n} แล้ว ข้อมูล x เป็นกลุ่ม C_2

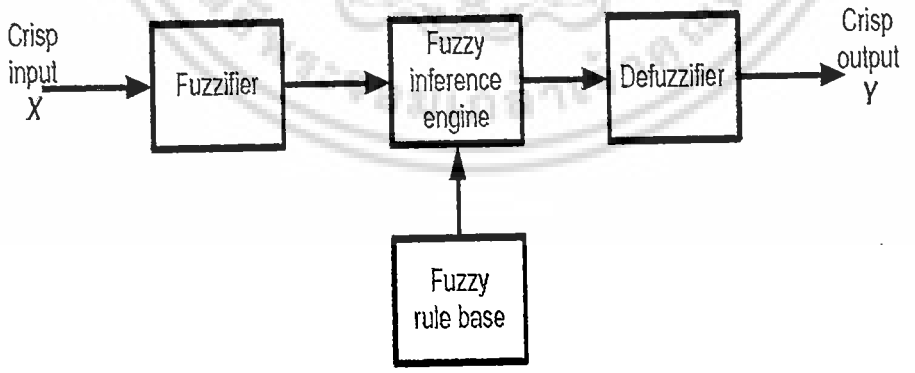
กฎข้อ l: ถ้า x_1 มีค่า A_{l1} และ x_2 มีค่า A_{l2} และ ... และ x_n มีค่า A_{ln} แล้ว ข้อมูล x เป็นกลุ่ม C_k

เอกสารนี้เป็น... ไม่อนุญาตให้นำ... ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 Fuzzy Logic Systems

Fuzzy Logic Systems เป็นรูปแบบของการประมวลผลด้วยฟัซซีลอจิก ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วน คือ Fuzzifier ,Fuzzy rule base ,Fuzzy inference engine ,Defuzzifier โดยที่แต่ส่วนจะมีหน้าที่ในการประมวลผลที่แตกต่างกันดังนี้

1. Fuzzifier จะทำหน้าที่ในการแปลง Input ทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบของตัวแปรแบบตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable) เพื่อที่จะนำไปใช้งานในส่วนของ Fuzzy inference engine
2. Fuzzy rule base เป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลของกฎต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม
3. Fuzzy inference engine เป็นส่วนที่เป็นแกนกลางการทำงานของระบบฟัซซีลอจิกซึ่งมีความสามารถในการจำลองแบบการตัดสินใจของมนุษย์ โดยรูปแบบในการตัดสินใจ และการตรวจสอบนั้นจะขึ้นอยู่กับการใช้กฎการอนุมาแบบต่างๆ ของทฤษฎีฟัซซี ซึ่งการทำงานงานในส่วนนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable) จาก Fuzzifier เพื่อนำมาตรวจสอบข้อเท็จจริง และตีความหาเหตุผล ตามกฎที่ถูกกำหนดไว้ใน Fuzzy rule base ซึ่งเป็นเหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการของการตีความเพื่อหาคำตอบ
4. Defuzzifier เป็นส่วนที่ทำการแปลงข้อมูลที่ถูกควบคุม และตีความหาเหตุผลจาก Fuzzy inference engine ให้อยู่ในรูปแบบของ Crisp output



ภาพที่ 2.8 ภาพแสดงกระบวนการทำงานของ Fuzzy Logic Systems

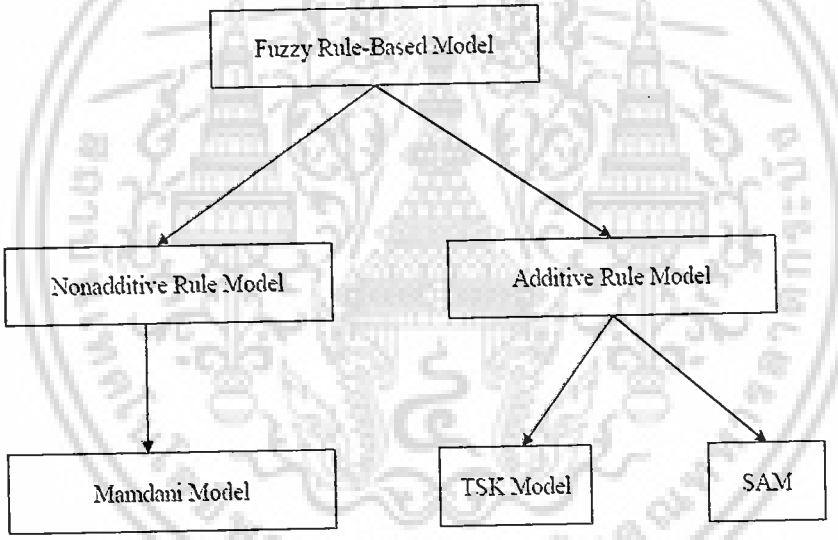
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ชนิดของระบบกฎฟัซซี

ในการประมาณค่าฟังก์ชัน (Function approximation) ระบบกฎฟัซซีที่ใช้มี 3 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่

1. รูปแบบ Mamdani
2. รูปแบบ Takagi-Sugeno-Kang (TSK)
3. รูปแบบ Standard Additive Model (SAM)

รูปแบบ Mamdani รวมผลการอนุมาน (inference) ของกฎ โดยวิธีการซ้อนทับ (superimposition) จากกฎหลาย ๆ ข้อ ซึ่งไม่เป็นแบบบวกกัน จึงเรียกระบบแบบนี้ว่าเป็น nonadditive rule model แต่สำหรับ TSK และ SAM มีการอนุมานแบบรวมค่าน้ำหนัก (weighted sum) จากหลายๆ กฎ เพื่อรวมเป็นข้อสรุปสุดท้าย จึงเรียกระบบแบบนี้ว่า additive rule model



ภาพที่ 2.9 กลุ่มของระบบกฎฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.1 ระบบกฎฟัซซีแบบ Mamdani

ระบบกฎฟัซซีแบบ Mamdani เป็นระบบที่ใช้ตัวแปรภาษาทั้งในข้อตั้งและข้อตามเพื่อจัดเทียบฟังก์ชันจาก $U_1 \times U_2 \times U_3 \times \ldots \times U_n$ เป็น W

กฎที่ 1: IF (x_1 is A_{11}) AND (x_2 is A_{12}) AND ... AND
(x_n is A_{1n}) THEN y is C_1
กฎที่ 2: IF (x_1 is A_{21}) AND (x_2 is A_{22}) AND ... AND
(x_n is A_{2n}) THEN y is C_2 ...
กฎที่ L: IF (x_1 is A_{L1}) AND (x_2 is A_{L2}) AND ... AND
(x_n is A_{Ln}) THEN y is C_L

เมื่อ x_j, $j = 1, \ldots, n$, เป็นตัวประกอบที่ j ของตัวแปรอินพุต $\mathbf{x}$, y เป็นตัวแปรเอาต์พุต, A_{ij} เป็นพจน์ภาษาของข้อตั้ง (consequence linguistic term) หรือเป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของข้อตั้ง (antecedent membership function) ในกฎที่ i, $i = 1, \ldots, L$, C_i เป็นพจน์ภาษาของข้อตามหรือฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของข้อตาม (Consequent membership function) ของกฎที่ i

วิธีการอนุมานแบบ Mamdani

กำหนดให้ ระบบฟัซซีแบบ Mamdani มี 2 อินพุต x_1 และ x_2 (antecedent) และ 1 เอาต์พุต y (consequent) ซึ่งมีกฎฟัซซีเป็น

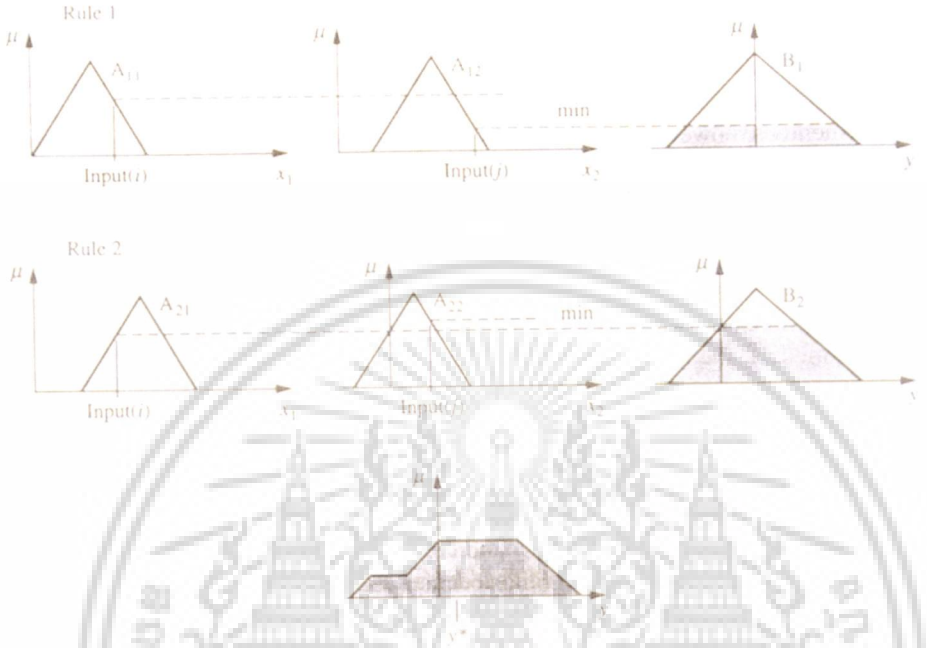
IF x_1 is A_{k1} and x_2 is A_{k2} THEN y is B_k สำหรับ $k = 1, 2, \ldots, r$

ผลรวมเอาต์พุตหาได้โดยการใช้วิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ต่ำสุด (max-min composition) และวิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ผลคูณ (max-product composition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ต่ำสุด

$$\mu_{B_k}(y) = \max[\min(\ \mu_{A_{k1}}(Input\ (i)), \mu_{A_{k2}}(Input\ (j)))] \text{ สำหรับ } k = 1, 2,\ldots,r \qquad (2.10)$$



ภาพที่ 2.10 การอนุมานแบบ Mamdani (Max-Min)

2.1.6.2 ระบบกฎฟัซซีแบบ TSK (Takagi-Sugeno-Kang)

ระบบกฎฟัซซีแบบ TSK จะอยู่ในรูป

กฎที่ 1: IF (x_1 is A_{11}) AND (x_2 is A_{12}) AND … AND (x_n is A_{1n}) THEN $y_1 = f_1(x_1, x_2,\ldots, x_n) = b_{10}+b_{11}x_1+\ldots+b_{1n}x_n$

กฎที่ 2: IF (x_1 is A_{21}) AND (x_2 is A_{22}) AND … AND (x_n is A_{2n}) THEN $y_2 = f_2(x_1, x_2,\ldots,x_n) = b_{20}+b_{21}x_1+\ldots+b_{2n}x_n$

…

กฎที่ *L*: IF (x_1 is A_{L1}) AND (x_2 is A_{L2}) AND … AND (x_n is A_{Ln}) THEN y_L = **ฟัซซีลอจิก**$(x_1, x_2,\ldots, x_n) = b_{L0}+b_{L1}x_1+\ldots+b_{Ln}x_n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $x_j, j = 1, \ldots, n$ เป็นตัวประกอบที่ j ของตัวแปรอินพุต $\mathbf{x}$, y เป็นตัวแปรเอาต์พุต A_{ij} เป็นพจน์ภาษาของข้อตั้ง (consequence linguistic term) หรือเป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของข้อตั้ง (antecedent membership function) ในกฎที่ i, $i = 1, \ldots, L$, f_i เป็นสมการเชิงเส้นของข้อตาม (consequent linear function) ของกฎข้อที่ i

วิธีการอนุมานแบบ TSK

ใช้ระบบที่มีสองอินพุตและหนึ่งเอาต์พุต และมีกฎดังนี้

IF x is A AND y is B THEN z is $z = f(x,y)$

ระบบฟัซซีแบบ TSK มีสองอินพุตและหนึ่งเอาต์พุต มีกฎ 4 ข้อดังนี้

If X is small and Y is small, THEN $z = -x + y + 1$

If X is small and Y is large, THEN $z = -y + 3$

If X is large and Y is small, THEN $z = -x + 3$

If X is large and Y is large, THEN $z = x + y + 2$

2.1.6.3 ระบบฟัซซีแบบบวกมาตรฐาน (Standard Additive Model: SAM)

ระบบฟัซซีแบบบวกมาตรฐาน เช่น ระบบฟัซซีแบบซูคาโมโต หรือ Tsukamoto's Fuzzy System ในระบบนี้ส่วนข้อตั้งและข้อตามจะเป็นพจน์ภาษาคล้ายกับ ระบบฟัซซีของ Mamdani แต่ส่วนของข้อตาม (consequent) ของกฎฟัซซีจะถูกแสดงเป็นฟัซซีเซตซึ่งมีฟังก์ชันสมาชิกแบบทางเดียว (monotonic membership function) ซึ่งระบบฟัซซีแบบบวกมาตรฐานจะมีกฎแต่ละข้อที่มีค่าเอาต์พุตเป็นค่าใช้งานทั่วไป ระบบจึงรวบรวมเอาต์พุตทั้งหมดได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องอาศัยวิธีการแปลงค่าฟัซซีเป็นค่าธรรมดา (defuzzification) ดังนั้นจึงประหยัดเวลามากขึ้น โดยระบบฟัซซีแบบซูคาโมโตมีกฎดังนี้

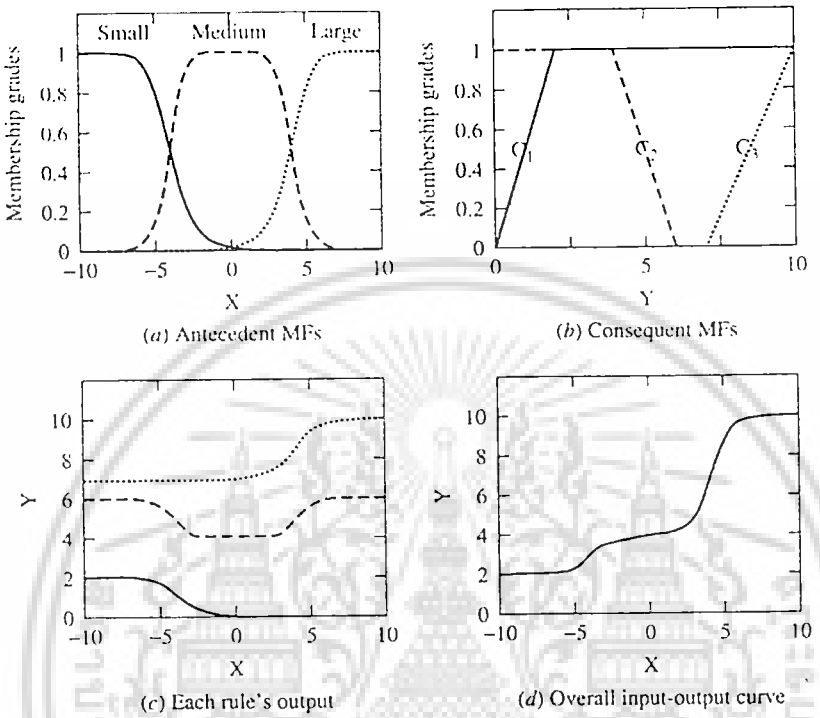
If X is small, THEN Y is C1

If X is medium, THEN Y is C2

If X is Large, THEN Y is C3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อฟัซซีเซตของข้อตั้งและข้อตามมีกราฟเป็นตามภาพที่ 2.11a และ 2.11b ตามลำดับ ถ้าทำการพล็อตเอาต์พุตของแต่ละกฎจากทั้งสามกฎตามฟังก์ชันของอินพุต X จะพบว่ามีกราฟเส้นโค้งดังแสดงในภาพที่ 2.11c และเอาต์พุตของระบบซึ่งเป็นผลรวมจากกฎทั้งสามข้อแสดงดังภาพที่ 2.11d



ภาพที่ 2.11 Tsukamoto Model

2.2 นิวโรฟัซซี (Neuro-Fuzzy)

ฟัซซีลอจิก และ นิวรอลเนทเวิร์ค เป็นเทคนิคสำหรับสร้างระบบอัจฉริยะ ซึ่งเมื่อออกแบบให้ทำงานร่วมกันจะทำให้เครื่องมือทั้งสองทำงานในลักษณะส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดย นิวรอลเนทเวิร์ค มีคุณสมบัติเด่นทางด้านการเรียนรู้จากข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ ในขณะที่ ฟัซซีลอจิก มีข้อดีทางด้านการให้เหตุผล โดยการใช้ลิงกวิสติคอินฟอร์เมชั่นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตาม ฟัซซีลอจิกก็มีจุดอ่อนทางด้านการเรียนรู้และการปรับระบบให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของปัญหาต่างๆ ถึงแม้ว่านิวรอลเนทเวิร์ค มีจุดเด่นในด้านการเรียนรู้และการปรับตัวเองแต่ก็มีจุดอ่อนเนื่องจากการทำงานในลักษณะการคำนวณที่ซับซ้อน ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้าถึงกระบวนการคำนวณภายในทำให้กระบวนการนำเสนอความรู้แก่ผู้ใช้ทำได้ไม่ดี การรวมการทำงานของ นิวรอลเนทเวิร์ค และ ฟัซซีลอจิก ภายใต้ชื่อนิวโรฟัซซี่(neuro-fuzzy) ทำให้ระบบเกิดการผสมผสานการทำงานในการนำเสนอองค์ความรู้แล้วนำความรู้นั้นมาวินิจฉัยประกอบการตัดสินใจ อีกทั้งทำ ให้ระบบยังสามารถเรียนรู้และปรับตัวในสภาพแวดล้อมขององค์ความรู้เหล่านั้นได้อย่างที่มนุษย์สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

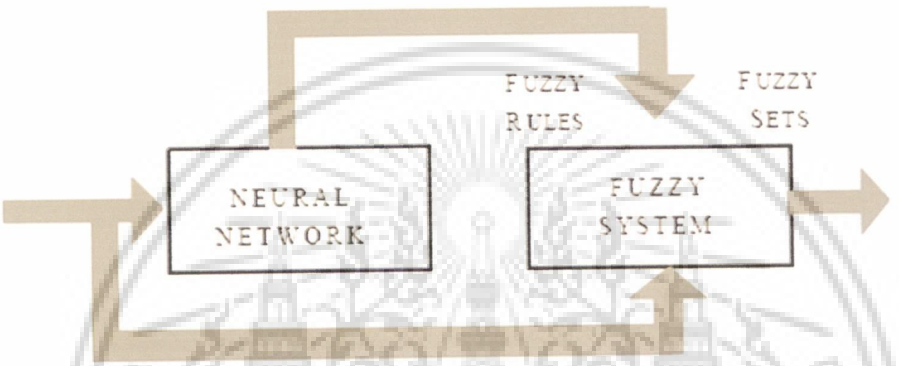
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.1 ประเภทของนิวโรฟัซซี่ (Neuro-Fuzzy)

โดยทั่วไปของการรวมกันระหว่างนิวรอลเนทเวิร์ค และฟัซซีลอจิกภายใต้ชื่อนิวโรฟัซซี่ (neuro-fuzzy) จะมีลักษณะของการรวมกันที่แตกต่างกัน โดยจะแบ่งได้ 2 จำพวก คือ Cooperative Neuro-Fuzzy System และ Concurrent Neuro-Fuzzy System

2.2.1.1 Cooperative Neuro-Fuzzy System

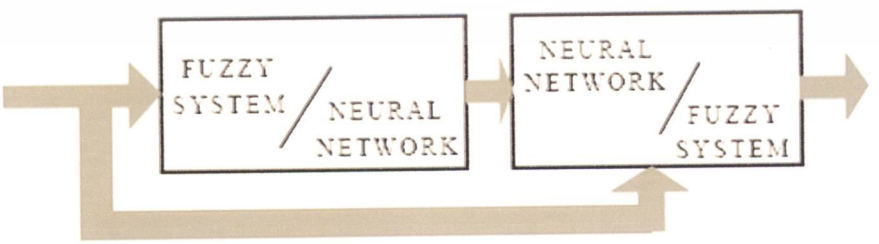
นิวโรฟัซซี่ประเภท Cooperative Neuro-Fuzzy System นั้นจะมีการแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนอย่างชัดเจน โดยที่ระบบทั้งสองที่นำมารวมกันจะทำงานร่วมมือกันในการประมวลผลเพื่อหาผลลัพธ์



ภาพที่ 2.12 Cooperative Neuro-Fuzzy System

2.2.1.2 Concurrent Neuro-Fuzzy System

นิวโรฟัซซี่ประเภท Concurrent Neuro-Fuzzy System นั้นอาจจะเรียกได้ว่าไม่ใช่นิวโรฟัซซี่ เพราะด้วยการรวมเข้ากันระหว่างนิวรอลเนทเวิร์ค และฟัซซี่ลอจิกนั้นจะไม่ได้แบ่งแบบชัดเจนแต่จะเป็นการใช้ความสามารถของทั้งนิวรอลเนทเวิร์ค และฟัซซี่ลอจิกเข้าไปอยู่ในกระบวนการต่างๆจนอาจดูเหมือนเป็นระบบเดียวกันที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้เหมือน Cooperative Neuro-Fuzzy System



ภาพที่ 2.13 Concurrent Neuro-Fuzzy System

139311

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

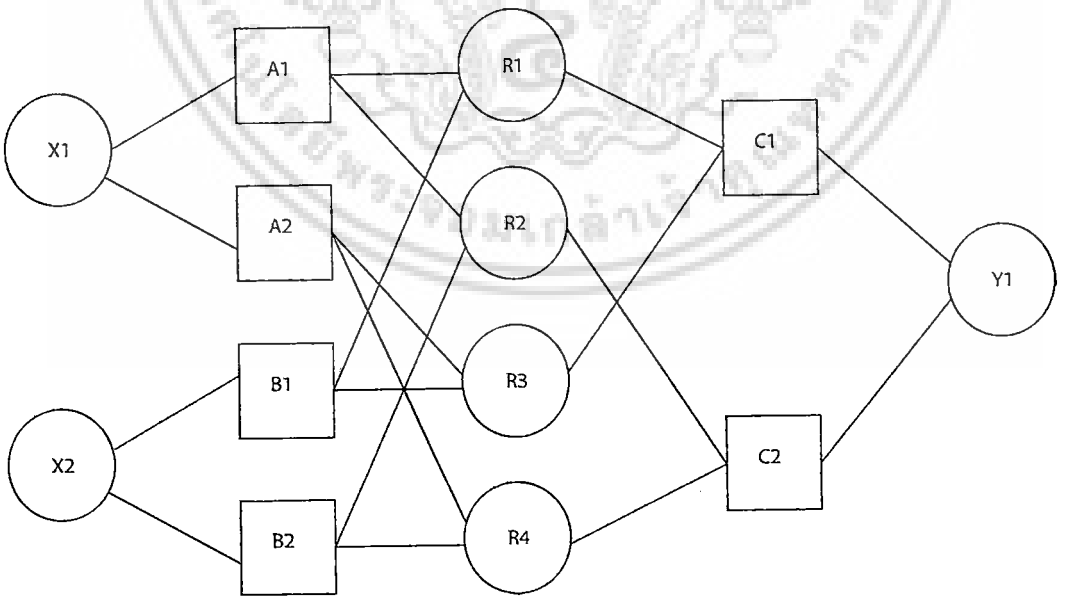
2.2.2 NEFPROX (Neuro-Fuzzy Function Approximation)

NEFPROX เป็นนิวโรฟัซซี่ตัวหนึ่งที่จัดอยู่เป็นประเภท Concurrent Neuro-Fuzzy System NEFPROX เป็นนิวโรฟัซซี่ที่สร้างโดย Dr. Detlef Nauck ซึ่ง NEFPROX ถูกสร้างต่อมาจาก NEFCON และ NEFCLASS โดยแต่ละตัวจะเหมาะในการแก้ปัญหาที่ต่างกัน แต่ก็มีลักษณะที่คล้ายกันอยู่บ้าง

NEFPROX (Neuro-Fuzzy Function Approximation) จะใช้กับงานที่แก้ปัญหาเกี่ยวกับการประมาณการ หรือในการพยากรณ์ผลลัพธ์ ซึ่งนิวโรฟัซซี่ที่รู้จักกันดีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการประมาณการได้แก่ ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems) ซึ่ง NEFPROX และ ANFIS จะมีการทำงานที่คล้ายกันต่างกันที่ ANFIS จะให้ระบบฟัซซี่แบบ Takagi-Sugeno-Kang แต่ NEFPROX นั้นจะใช้ระบบฟัซซี่แบบ Mamdani โดยที่ทั้งสองตัวต่างก็มีข้อดีต่างกัน

2.2.2.1 โครงสร้างของ NEFPROX

NEFPROX จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้นด้วยกันซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับระบบฟัซซี่โดยทั่วไป โดยที่ ชั้นที่ 1 จะเป็นชั้นของ Input ชั้นที่ 2 คือชั้นของกฎที่จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ชั้นที่ 3 จะเป็นชั้นของ output ซึ่งนอกจาก 3 ชั้นแล้วในแต่ละชั้นของ NEFPROX นั้นจะถูกเชื่อมกันด้วยเส้นตรง ซึ่งเส้นตรงเหล่านั้นจะเป็นตัวกำหนดเส้นทางของข้อมูล และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของ node ที่เชื่อมต่อกัน



ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของ NEFPROX (Neuro-Fuzzy Function Approximation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ (2.14) คือภาพของโครงสร้าง NEFPROX แบบ 2 Input 2 Fuzzy Set 4 Rule ซึ่งสามารถตีความออกมาเป็นองค์ความรู้ได้ดังนี้

Rule1: If x1 is A1 and x2 is B1 then C1

Rule2: If x1 is A1 and x2 is B2 then C2

Rule1: If x1 is A2 and x2 is B1 then C1

Rule2: If x1 is A2 and x2 is B2 then C2

ชั้นที่ 1 หรือชั้นอินพุต กำหนดให้ข้อมูลอินพุตแทนด้วย x มีขนาดมิติเท่ากับ n

ชั้นที่ 2 หรือชั้นการทำค่าฟัซซี (Fuzzification Layer)

ชั้นที่ 3 หรือชั้นกฎของฟัซซี (Fuzzy Rule Layer) ชั้นนี้จะถูกสร้างขึ้นจากข้องมูลในชั้นที่ 2

ชั้นที่ 4 หรือชั้นการทำค่าฟัซซีด้านเอาต์พุต (Output Fuzzification Layer)

ชั้นที่ 5 หรือชั้นการทำค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ (Defuzzification Layer)

2.2.3 การเรียนรู้ของ NEFPROX

NEFPROX เป็นนิวโรฟัซซีที่ใช้แก้ปัญหาในด้านของการประมาณการณ์ หรือการคาดการณ์ ซึ่งการเรียนรู้ของ NEFPROX จะเรียนรู้จากข้อมูลภายในอดีตให้กลายเป็นองค์ความรู้ได้โดยอัตโนมัติ

การเรียนรู้ของ NEFPROX จะเริ่มจากการสร้างกฎขึ้นมาจากข้อมูลอินพุต และจะทำการเชื่อมกฎที่สร้างขึ้นนั้นไปที่เอาท์พุตโหนดที่ละกฎ เพราะฉนั้นกฎที่สร้างขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อมูลฝึกสอนระบบ

2.2.3.1 ขั้นตอนในการเรียนรู้

ในการเริ่มต้นของการเรียนรู้ของ NEFPROX เริ่มจากการกำหนด fuzzy partition ให้กับแต่ละข้อมูลอินพุต แต่ไม่จำเป็นต้องกำหนดให้กับข้อมูลเอาท์พุต และ NEFPROX จะสร้าง fuzzy set ในระหว่างการเรียนรู้ โดยเราสามารถเลือกประเภทของฟัซซีเซตที่จะใช้ในแต่ละ fuzzy partition เช่น ฟัซซีเซทที่ใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม

$$\mu : R \to [0,1], \mu(x) = \begin{cases} \dfrac{x-a}{b-a} & if\ x \in [a,b], \\ \dfrac{c-x}{c-b} & if\ x \in [b,c], \\ 0 & otherwise. \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา NEFPROX System กับ n อินพุต $x_1,...,x_n$,k กฎ $R_1,...,R_k$ และ m เอาท์พุต $y_1,...,y_m$ และกำหนดให้ $\tilde{L}=\{(s_1,t_1),...,(s_r,t_r)\}$ สำหรับ r เพทเทิล โดยแต่ละ อินพุทเพทเทิล $s\in R^n$ และ target อินพุต $t\in R^m$ NEFPROX จะสร้างที่ละขั้นตอนตามด้านล่างนี้

1. เลือกเพทเทิลข้อมูลจาก (s,t) จาก $\tilde{L}$
2. หาค่าความเป็นสมาชิก $\mu_{ji}^{(i)}$ จากแต่ละอินพุต $x_i\in U_1$

   $$\mu_{ji}^{(i)}(s_i)=\max_{j\in\{1,...,p_i\}}\{\mu_{ji}^{(i)}(s_i)\}$$
3. ถ้าไม่มีโหนดกฎ R กับ

   $W(x_1,R)=\mu_{j1}^{(1)},...,W(x_n,R)=\mu_{jn}^{(1)}$,

   จะสร้างกฎขึ้นมาใหม่ และจะเชื่อมกฎนั้นไปสู่เอาท์พุตโหนด
4. แต่ละการเชื่อมต่อของกฎใหม่ไปสู่เอาท์พุตโหนดจะทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมจากฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก

   $$v_{j_i}^{(i)}(t_i)=\max_{j\in\{1,...,q_i\}}\{v_j^{(i)}(t_i)\}$$

   แต่ถ้าไม่มี fuzzy set ในเอาท์พุตโหนดให้ทำการสร้างขึ้นมาใหม่และจะกำหนดให้ $v_{new}^{(i)}=1$ และกำหนดให้ $W(R,y_i)=v_{new}^{(i)}$
5. นำกฎที่สร้างเก็บลงในฐานข้อมูลกฎ
6. ในขั้นสุดท้ายให้หาค่า mean output จาก rule base

ในการเรียนรู้ของ NEFPROX จะมีการเรียนรู้แบบทีละรอบหรือเรียกว่า epoch จะเรียนรู้ไปจนกระทั่งตรงตามเงื่อนไขจึงจะหยุดทำการเรียนรู้ โดยมีวิธีการดังนี้

1. เลือกเพทเทิลถัดไป (s,t) จาก $\tilde{L}$
2. ทำการค่าความต่างระหว่างเอาท์พุตที่คลาดหวังกับเอาท์พุตที่เกิดขึ้นจริง

   $$\delta_{yi}=t_i-o_{yi}$$
3. เปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรของ fuzzy set ในด้านของเอาท์พุต a,b,c,d โดยที่ให้อัตราการเรียนรู้ $\sigma>0$

   ถ้า $W(R,y_i)(t_i)>0$

   $$\Delta b_i=\sigma\cdot\delta_{yi}\cdot(c-a)\cdot o_R\cdot(1-W(R,y_i)(t_i))$$

   $$\Delta a_i=\sigma\cdot(c-a)\cdot o_R+\Delta b_i$$

   $$\Delta c_i=-\sigma\cdot(c-a)\cdot o_R+\Delta b_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $W(R,y_i)(t_i)=0$

$$\Delta b_i = \sigma \cdot \delta_{yi} \cdot (c-a) \cdot o_R \cdot (1-W(R,y_i)(t_i))$$

$$\Delta a_i = \text{sgn}(t_i - b_i) \cdot \sigma \cdot (c-a) \cdot o_R + \Delta b_i$$

$$\Delta c_i = \text{sgn}(t_i - b_i) \cdot -\sigma \cdot (c-a) \cdot o_R + \Delta b_i$$

4. หาค่า error ของกฎ

$$E_R = o_R(1-o_R) \cdot \sum_{y \in U_3} (2W(R,y)(t_i)-1) \cdot |\delta_y|$$

5. เปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรของ fuzzy set ในด้านของอินพุต *a,b,c,d* โดยที่ให้อัตราการเรียนรู้ $\sigma > 0$

$$\Delta b = \sigma \cdot E_R \cdot (c-a) \cdot (1-W(x,R)(o_x)) \cdot \text{sgn}(o_x - b)$$

$$\Delta a = -\sigma \cdot E_R \cdot (c-a) \cdot (1-W(x,R)(o_x)) \cdot +\Delta b$$

$$\Delta c = \sigma \cdot E_R \cdot (c-a) \cdot (1-W(x,R)(o_x)) \cdot +\Delta b$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น

3.1 ลักษณะการออบแบบระบบ และกระบวนการทำงาน

ระบบการพยากรณ์หุ้นที่พัฒนาในครั้งนี้จะเป็นระบบที่จะพยากรณ์ราคาหุ้นระยะสั้นแบบวันต่อวัน โดยการประยุกต์ใช้วิธีการของระบบนิวโรฟัซซี (Neuro-Fuzzy) ซึ่งเป็นโครงข่ายชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูล ซึ่งการออกแบบโครงข่ายนิวโรฟัซซนั้นจำเป็นที่จะต้องพิจารณาข้อมูลนำเข้า ข้อมูลนำออก รวมทั้งการกำหนดค่าต่างๆที่เหมาะสมเท่านั้นที่จะทำให้โครงข่ายแบบนิวโรฟัซซีทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

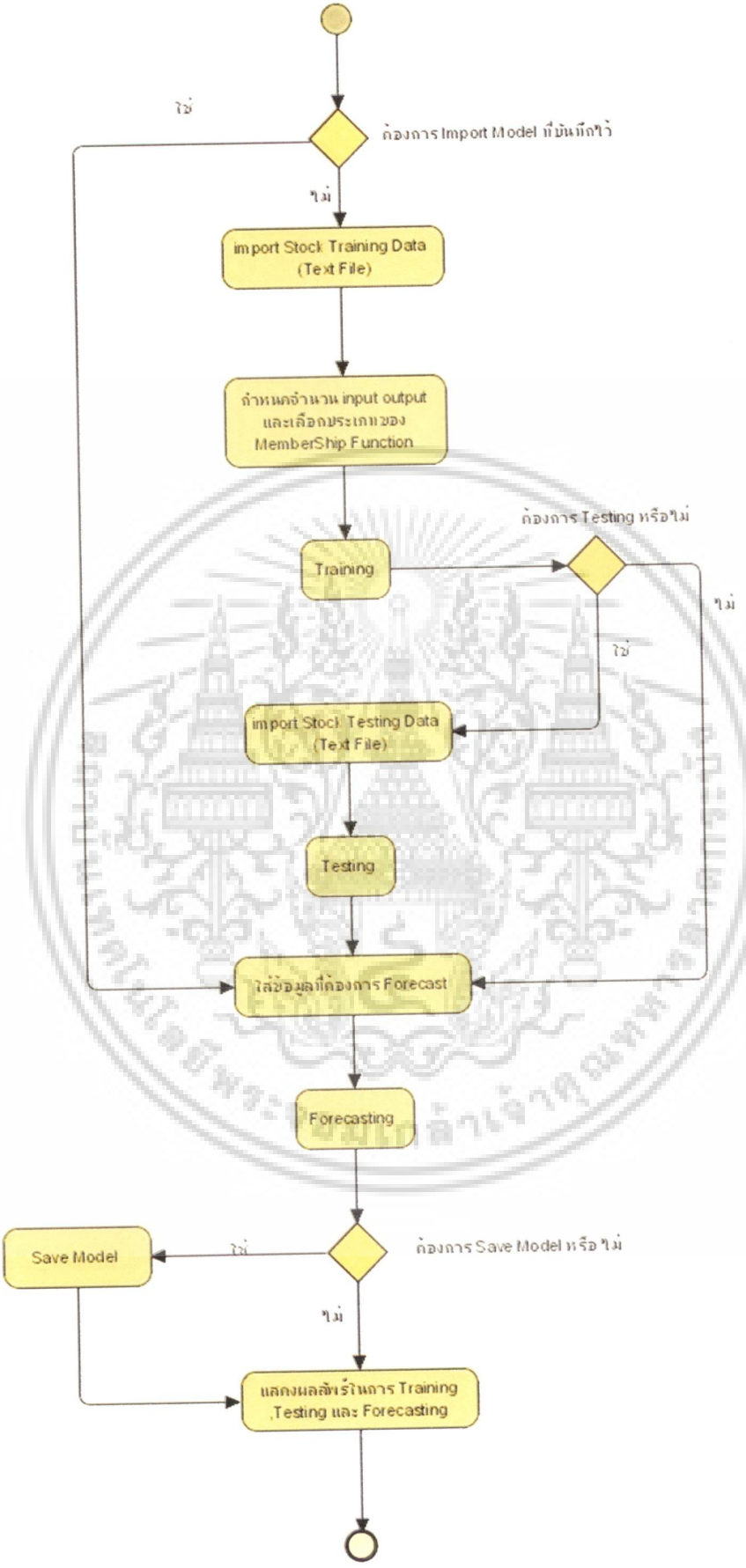
ซึ่งการออกแบบของระบบพยากรณ์ราคาหุ้นในครั้ง จะคำนึงถึงการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้เพื่อให้มีความสะดวก สวยงาม และใช้งานง่าย ทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าตัวแปรตัวแปรต่างๆได้ง่าย สะดวก และรวดเร็วมากที่สุด เพื่อเพิ่มความถูกต้อง และความเหมาะสมของลักษณะของราคาหุ้นในแต่ละตัว รวมทั้งยังเน้นการออกแบบการแสดงรายงานในลักษณะของกราฟ เพื่อผลลัพธ์ที่พยากรณ์ออกมานั้นง่ายต่อความเข้าใจ เพื่อที่จะทำผู้ใช้สามารถที่จะใช้งานระบบได้อย่างเต็มที่ และมีประโยชน์กับผู้ใช้มากที่สุด

โดยกระบวนการทำงานของระบบพบากรณราคาหุ้นนั้นจะถูกแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็นสามส่วนใหญ่ๆ คือ

- ส่วนการนำเข้าข้อมูล ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเข้าข้อมูล 2 แบบด้วยกันคือ ข้อมูลราคาหุ้นซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของ Text File และแบบที่สองคือ ข้อมูลโมเดลที่ทำการ Training ไว้เรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะนำมาใช้การพยากรณ์ราคาหุ้น โดยข้อมูลแบบที่สองนี้จะทำให้การใช้งานระบบทำได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น
- ส่วนการประมวลผล ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบ เพราะในระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นนี้นั้นจะใช้นิวโรฟัซซี (Neuro-Fuzzy) ในการพยากรณ์ราคาหุ้น
- ส่วนของการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผล ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่แสดงผลลัพธ์ที่จากการประมวลผล โดยจะเป็นรูปเป็นการแสดงผลในลักษณะของกราฟฟิค เพื่อให้ง่านต่อการตีความของผู้ใช้งาน

ซึ่งกระบวนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้นนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 กระบวนการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น และคลาสไดอะแกรมของระบบพยากรณ์ราคาหุ้น

ในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นนั้นผู้ศึกษาได้ใช้โปรแกรม Visual Studio 2010 โดยเลือกใช้ภาษา C# ในการพัฒนา เพราะภาษา C# ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถพัฒนาระบบต่างๆได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีคอมโพเนนต์มากมายที่สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ และรูปแบบของภาษา C# ยังสนับสนุนการเขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ ทำให้การพัฒนาที่จำเป็นต้องทดสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ และทดลองแนวทางการเขียนเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพนั้นทำได้ง่ายมากขึ้น

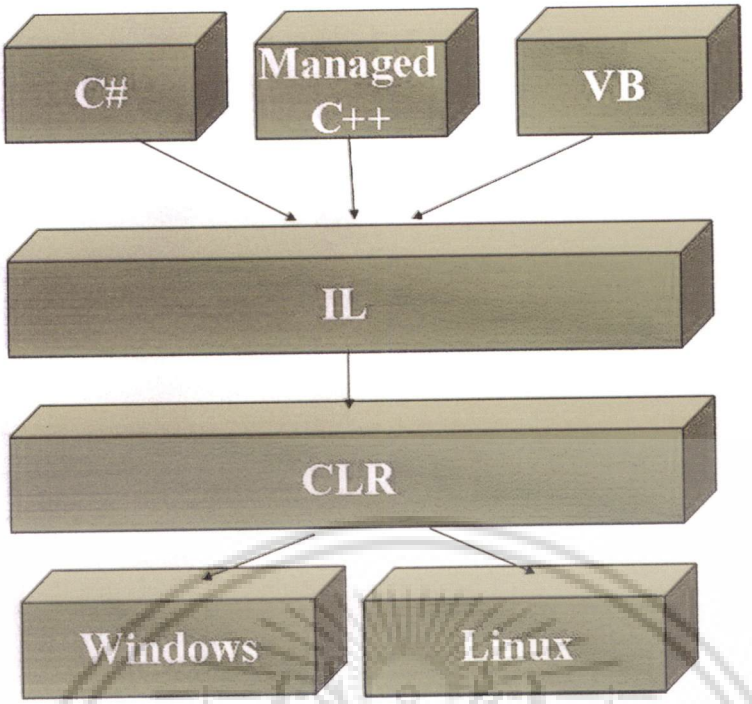
Visual Studio C# เป็นชุดเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วยภาษา C# โดยมีการปรับปรุงแก้ไขมาแล้วหลายเวอร์ชั่นตั้งแต่ปี 2002, 2003, 2005, 2008, 2010 ตามลำดับ โดยในแต่ละเวอร์ชั่นได้มีการเพิ่มเติมความสามารถ และเครื่องมือที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรมเข้ามาเรื่อยๆ และการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือการปรับปรุงรูปแบบวิธีการเขียนโปรแกรมให้ง่ายและสะดวกสะบายยิ่งกว่าเดิม

C# เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟต์โดยใช้รากฐานของภาษา C/C++ เป็นหลัก ดังนั้นรูปแบบโครงสร้างภาษาของ C# จึงคลายกับ C/C++ แต่ได้ลดความสลับซับซ้อนลง นอกจากนี้ยังได้แก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องหลายประการที่มีอยู่ใน C++ ให้หมดไป จึงทำให้ภาษา C# นั้นคลายเป็นภาษาที่เรียนรู้ได้ง่ายและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสำคัญอีกอย่างหนึ่งของภาษา C# คือเป็นภาษาในตระกูล Visual Studio .NET และมีตัวแปลภาษา หรือที่เรียกว่าคอมไพเลอร์ (Compiler) จากในอดีตที่ผ่านมาเราจะพบว่าแต่ละภาษาก็จะมีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเอง เช่น C/C++ ก็จะมีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเอง, Visual Basic ก็จะมีตัวแปลภาษาเป็นของตัวเองเช่นกัน

แต่สำหรับภาษา C# ที่อยู่ในตระกูล Visual Studio .NET แล้ว ไมโครซอฟท์ได้ปรับปรุงตัวแปลภาษาที่เปลี่ยนไป โดยที่ไม่ว่าจะพัฒนาแอปพลิเคชั่นจากภาษาใดก็ตาม จะอาศัยตัวแปลภาษาที่เรียกว่า ทำหน้าที่ในการเปลงโค้ดที่เขียนขึ้นไปสู่ภาษาเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

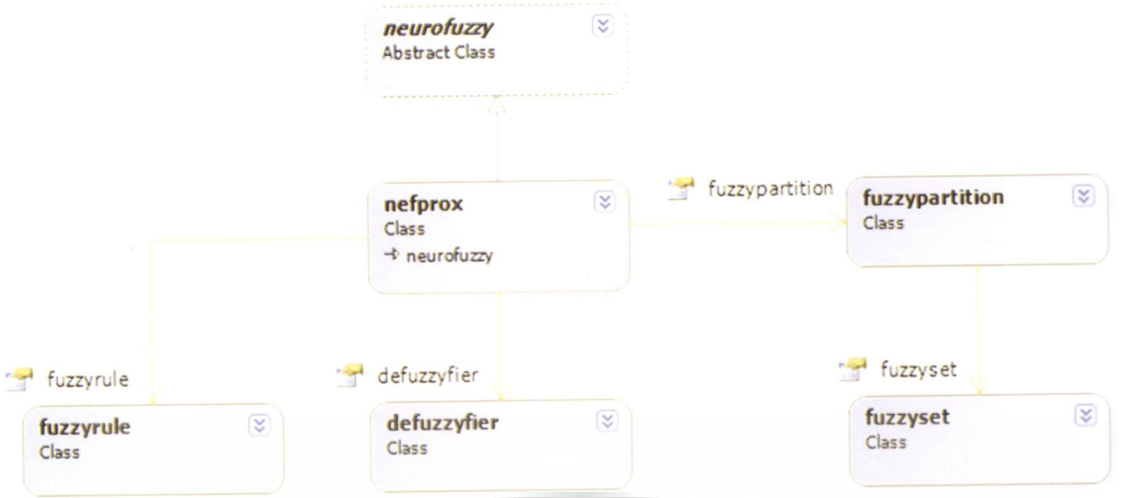


ภาพที่ 3.2 กระบวนการแปลภาษาของ Visual Studio .Net

จากภาพที่ 3.2 จะเห็นว่าเมื่อเกิดการแปลโค้ดที่มาจากภาษาใดๆก็ตามในตระกูล Visual Studio .NET จะอาศัย CLR ทำหน้าที่แปลออกมาเป็นภาษากลางที่เรียกว่า IL (Intermediate Language) ก่อน เมื่อได้โค้ดของ IL มาแล้ว ก็จะอาศัยหลักการทำงานของ Virtual Machine แปลภาษา IL เพื่อให้กลายเป็นภาษาเครื่องอีกครั้งหนึ่ง

โดยโครงสร้างของระบบพยากรณ์ราคาที่พัฒนาด้วยภาษา C# ซึ่งสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุสามารถอธิบายได้ด้วยคลาสไดอะแกรมดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



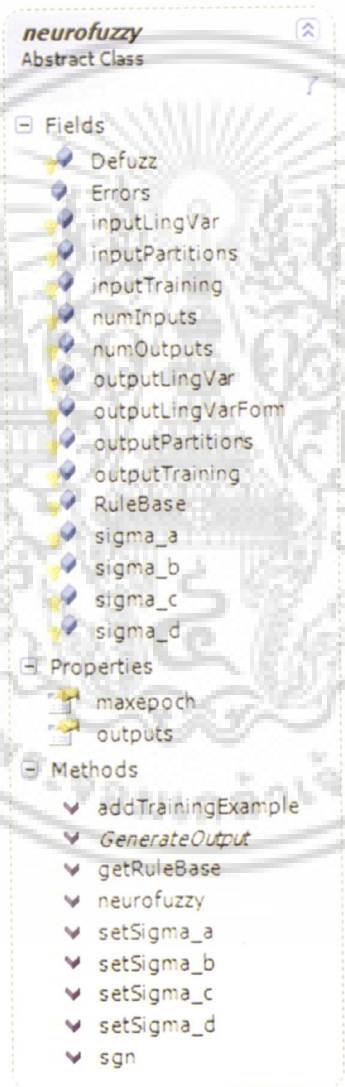
ภาพที่ 3.3 คลาสไดอะแกรมของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น

- คลาส neurofuzzy เป็น Abstract คลาส คือคลาสที่สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นต้นแบบหรือเป็นซุปเปอร์คลาส โดยคลาส neurofuzzy จะทำการถ่ายทอดคุณสมบัติต่างไปยังคลาสลูกที่มารับการถ่ายทอด
- คลาส nefprox เป็นคลาสที่รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากคลาส neurofuzzy ซึ่งคลาส nefprox จะเป็นคลาสหลักในการทำงานของระบบ nefprox ซึ่งจะมีกระบวนการทำงานที่สำคัญอยู่ในคลาสนี้เช่น กระบวนการสร้างกฎ และกระบวนการเรียนรู้
- คลาส fuzzypartition เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของ partition ข้อมูลที่ใช้ในระบบ nefprox
- คลาส fuzzyset เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของ fuzzyset ที่ใช้ในระบบ nefprox
- คลาส fuzzyrule เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของ rule ที่ใช้ในระบบ nefrox
- คลาส defuzzyfier เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เก็บวิธีการทำงานของกระบวนการ defuzzyfier โดยในระบบ nefprox จะมีอยู่สองวิธีด้วยกันคือ MOM และ COG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 คำอธิบาย และรายละเอียดของคลาสไดอะแกรม

คลาสที่ใช้ในการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้นประกอบด้วยคลาสจำนวน 6 คลาส ซึ่งจะทำงานรวมกันโดยที่มีคลาส nefprox เป็นคลาสหลักในการทำงาน ซึ่งคลาส nefprox ได้ทำการสืบทอดคุณสมบัติมาจากคลาส neurofuzzy ซึ่งเป็นคลาสประเภท Abstract ที่จะทำหน้าที่เป็นคลาสแม่ในการถ่ายทอดคุณสมบัติไปยังคลาสลูก โดยคลาสต่างๆจะถูกอธิบายในรูปแบบของตาราง และรูปคลาสไดอะแกรมดังต่อไปนี้



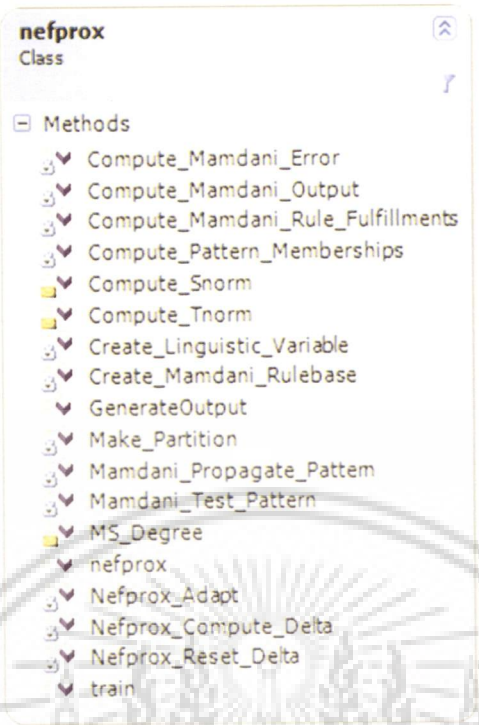
ภาพที่ 3.4 คลาส neurofuzzy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของคลาส neurofuzzy

Class Name	neurofuzy	เป็น Abstract คลาส จะทำการถ่ายทอดคุณสมบัติต่างไปยังคลาสลูกที่มารับการถ่ายทอด ในที่นี้คือคลาส nefprox
Attribute	Deffuzz	เก็บประเภทของการ Defuzzification
	Errors	เก็บค่า error ของระบบ
	inputLingVar	เก็บตัวแปรภาษาในฝั่ง input ของแต่ละ pattern
	inputPartitions	เก็บค่าข้อตัวแปร input ในแต่ละ pattern
	inputTraining	เก็บค่าข้อมูล input ทั้งหมด
	numInputs	เก็บจำนวนตัวแปร input ในแต่ละ pattern
	numOutputs	เก็บจำนวนตัวแปร output ในแต่ละ pattern
	outputLingVar	เก็บตัวแปรภาษาในฝั่ง output ของแต่ละ pattern
	outputPartitions	เก็บค่าข้อตัวแปร output ในแต่ละ pattern
	outputTraining	เก็บค่าข้อมูล output ทั้งหมด
	RuleBase	เก็บกฎที่ถูกสร้างขึ้น
	sigma_a	เก็บอัตราการเรียนรู้เริ่มต้นของตัวแปร a
	sigma_b	เก็บอัตราการเรียนรู้เริ่มต้นของตัวแปร b
	sigma_c	เก็บอัตราการเรียนรู้เริ่มต้นของตัวแปร c
	sigma_d	เก็บอัตราการเรียนรู้เริ่มต้นของตัวแปร d
Properties	maxepoch	ใช้เก็บค่าของจำนวนรอบการเรียนรู้
	outputs	ใช้เก็บค่า output ของระบบ
Methods	addTrainingExample	ใช้สำหรับเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ
	GenerateOutput	ใช้สำหรับการคำนวณ output ของระบบ
	getRuleBase	ใช้ในการเรียกกฎที่สร้างขึ้นออกมาใช้งาน
	neurofuzzy	เป็น constructor method จะทำงานเมื่อคลาสที่สืบทอดสร้าง object ขึ้น
	setSigma_a	ใช้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ของตัวแปร a
	setSigma_b	ใช้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ของตัวแปร b
	setSigma_c	ใช้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ของตัวแปร c
	setSigma_d	ใช้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ของตัวแปร d
	sgn	ใช้สำหรับการคำนวณหาค่า signum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 คลาส nefproxfuzzy

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของคลาส nefprox

Class Name	nefprox	เป็นคลาสหลักที่ใช้สำหรับการทำงานของระบบ Nefprox และเป็นคลาสลูกของคลาส neurofuzzy
Attribute		
Properties		
Methods	Compute_Mamdani_Error	ใช้ในการคำนวณค่า error ของผลการพยากรณ์
	Compute_Mamdani_Output	ใช้ในการคำนวณ output จากชั้นของการทำ Defuzzification
	Compute_Mamdani_Rule _Fulfillments	ใช้สำหรักการคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละกฎที่อยู่ใน Rule Base
	Compute_Pattern _Memberships	ใช้ในการคำนวณหาค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกในแต่ละ Pattern ข้อมูล
	Compute_Snorm	ใช้สำหรับการคำนวณหาค่า Snorm
	Compute_Tnorm	ใช้สำหรับการคำนวณหาค่า Tnorm
	Create_Linguistic_Variable	ใช้สำหรับสร้างตัวแปรภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

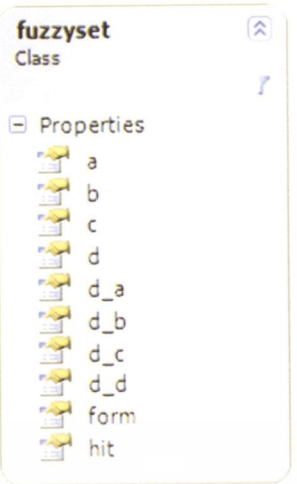
Methods	Create_Mamdani_Rulebase	ใช้สร้าง และกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ Rule Base
	GenerateOutput	ใช้สำหรับการคำนวณ output ของระบบ
	Make_Partition	ใช้สำหรับการคำนวณ output โดยจะทำงานตามโครงข่ายไปทีละชั้น
	Mamdani_Propagate_Pattern	ใช้สำหรับการคำนวณ output โดยจะทำงานตามโครงข่ายไปทีละชั้น
	Mamdani_Test_Pattern	ใช้สำหรับการคำนวณค่า output ที่ใช้สำหรับการชุดข้อมูลทดสอบ
	MS_Degree	ใช้ในการคำนวณหาค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก
	nefprox	เป็น constructor ของคลาส nefprox
	Nefprox_Adapt	ใช้กำหนดค่าของตัวแปรที่ผ่านการเรียนรู้แล้วกลับเข้าไปในตัวแปรของแต่ฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก
	Nefprox_Compute_Delta	ใช้คำนวณหาค่าที่ต้องปรับของตัวแปรในแต่ละฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก
	Nefprox_Reset_Delta	ใช้ในการรีเซตค่าของตัวแปร Delta ในเท่ากับ 0
	train	ใช้ในการฝึกสอนระบบ

ภาพที่ 3.6 คลาส fuzzypartition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของคลาส fuzzypartition

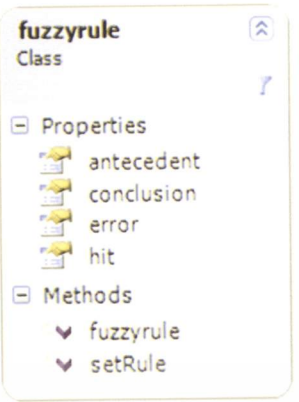
Class Name	fuzzypartition	เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของ partition ข้อมูลที่ใช้ในระบบ nefprox
Attribute	fuzzysets	ใช้เก็บข้อมูลโครงสร้างของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกที่ถูกกำหนดให้กับ partition ข้อมูล
	LingVar	เก็บจำนวนของตัวแปรภาษาต่อ 1 partition ข้อมูล
	lower	เก็บค่าของข้อมูลที่ต่ำที่สุดของชุดข้อมูล
	upper	เก็บค่าของข้อมูลที่สูงที่สุดของชุดข้อมูล
Properties		
Methods	getFuzzySets	ใช้การเรียกฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกของ partition ข้อมูลนั้นๆ
	getLingVar	ใช้เมื่อต้องการเรียกจำนวนของตัวแปรภาษา
	getLower	ใช้เมื่อต้องการเรียกดูค่าของข้อมูลที่น้อยที่สุด
	getUpper	ใช้เมื่อต้องการเรียกดูค่าของข้อมูลที่น้อยที่สุด
	setFuzzySets	ใช้เมื่อต้องการกำหนดค่าฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกของ pattern ข้อมูลนั้นๆ
	setLingVar	ใช้เมื่อต้องการกำหนดจำนวนตัวแปรภาษาของ pattern ข้อมูลนั้นๆ
	setLower	ใช้เมื่อต้องการกำหนดค่าที่ต่ำที่สุดของชุดข้อมูล
	setUpper	ใช้เมื่อต้องการกำหนดค่าที่สูงที่สุดของชุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.7 คลาส fuzzyset

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของคลาส fuzzyset

Class Name	fuzzyset	เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของ fuzzyset ที่ใช้ในระบบ nefprox
Attribute	a	เก็บค่าตัวแปร a ที่ใช้ในการคำนวณระดับความเป็นสมาชิก
	b	เก็บค่าตัวแปร b ที่ใช้ในการคำนวณระดับความเป็นสมาชิก
	c	เก็บค่าตัวแปร c ที่ใช้ในการคำนวณระดับความเป็นสมาชิก
	d	เก็บค่าตัวแปร d ที่ใช้ในการคำนวณระดับความเป็นสมาชิก
	d_a	คือค่า delta ของตัวแปร a
	d_b	คือค่า delta ของตัวแปร a
	d_c	คือค่า delta ของตัวแปร a
	d_d	คือค่า delta ของตัวแปร a
	form	เป็นตัวแปรที่จะบอกว่าเป็นฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกแบบใด 0 = TRIANGLE, 1 = TRAPEZOID, 2 = GAUSSIAN
	hit	เก็บค่าระดับความเป็นสมาชิก
Properties		
Methods		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 คลาส fuzzyrule

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของคลาส fuzzyrule

Class Name	fuzzyrule	เป็นคลาสที่ใช้ประกาศโครงสร้างของกฎ
Properties	antecedent	เก็บ index ของ fuzzyset ฝั่ง input ที่ถูกเลือกเพื่อสร้างเป็นกฎของตั้ง
	conclusion	เก็บ index ของ fuzzyset ฝั่ง output ที่ถูกเลือกเพื่อสร้างเป็นกฎข้อตาม
	error	เก็บค่าความผิดพลาดของกฎ
	hit	เก็บค่าน้ำหนักของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกที่เชื่อมต่อกับกฎ
Methods	fuzzyrule	เป็น constructor ของคลาส fuzzyrule
	setRule	ใช้เพื่อการกำหนดตัวแปร antecedent และ conclusion ลงในกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.9 คลาส defuzzyfier

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของคลาส fuzzyrule

Class Name	defuzzyfier	เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ defuzzifier ข้อมูลก่อนที่จะออกเป็น output
Properties		
Methods	COG	ใช้รูปแบบการ defuzzifier แบบ COG (Center of Gravity)
	defuzzyfier	เป็น constructor ของคลาส defuzzyfier
	MOM	ใช้รูปแบบการ defuzzifier แบบ MOM (Mean of Maximum)

3.2.2 วิธีการทำงานของกระบวนการสร้างกฎ

ระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นมีฟังก์ชั่นการทำงานที่สำคัญคือ กระบวนการสร้างกฎ การทำงานของกระบวนการสร้างกฎจะทำหน้าที่สร้างกฎจากข้อมูลนำเข้าในชุดของข้อมูลกรเรียนรู้ โดยกระบวนการจะอยู่ใน Method Create_Mamdani_Rulebase ซึ่งอยู่ใน Class nefprox ซึ่งสามารถแสดงในรูปของ Pseudo Code ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Create_Mamdani_Rulebase()
    for all patterns do
        Compute_Pattern_Memberships(inputPartitions, input)

        for all input in this pattern
          for all linguistic variable of this input
            max_index = max(linguistic)
          end for /*  for all linguistic variable of this input */

          if max_index in rule base then
            rule_mean += output data
            rule_dup += 1
          end if /* end if max_index not in rule base */
          else then
            rule = create Antecedent(max_index)
            Compute_Pattern_Memberships (outputPartitions, output)

            for all linguistic variable of this output
              max_index = max(linguistic)
            end for /*  for all linguistic variable of this input */

            rule = add Consequent(max_index)
          end else

        end for /* end for all input in this pattern */
    end for /* end for all patterns */
    SelectBestRule()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SelectBestRule()

    for all rule
      rule_mean = rule_mean / rule_dup
      Compute_Pattern_Memberships (outputPartitions, rule_mean)

      for all linguistic variable of this output
        new_max_index = max(linguistic)
      end for /*  for all linguistic variable of this input */

       if new_max_index <> old_max_index then
            rule_consequent = new_max_index
       end.
    end for /* end for all rule */
```

```
Compute_Pattern_Memberships()

    for linguistic in Partition
        Partition.linguistic.hit = MS_Degree(input, linguistic)
    end for
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MS_Degree()
    if linguistic.form = TRIANGLE then
        if ((x >= linguistic.b) && (x < linguistic.c))
       hit = ((linguistic.c - x) / (linguistic.c - linguistic.b))
        end if
     else
        if ((x < linguistic.b) && (x > linguistic.a))
           hit = ((x - linguistic.a) / (linguistic.b - linguistic.a))
        end
        else
           hit = 0.0;
        end if
     end if
    end if
    else if linguistic.form = TRAPEZOID then
        if ((x >= linguistic.c) && (x < linguistic.d))
           hit = ((linguistic.d - x) / (linguistic.d - linguistic.c))
        end if
        else
           if ((x < linguistic.b) && (x > linguistic.a))
             hit = ((x - linguistic.a) / (linguistic.b - linguistic.a))
           end if
           else
             hit = 0.0;
           end if
        end if
    end if
    else if linguistic.form = GAUSSIAN then
        double tmp = 1.7 * (linguistic.b - x) / linguistic.a;
        hit = Exp(-Pow(tmp, 2));
    end if
    return hit
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น

ในการทำงานของระบบพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้นิวโรฟัซซีเทคนิคนั้นจะสามารถทำงานได้นั้นต้องมีการกำหนดค่าต่างๆ ให้กับระบบก่อนให้ระบบสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ซึ่งในที่นี่ผู้ศึกษาจะอธิบายการทำงานของระบบ และวิธีการกำหนดค่าต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของการฝึกสอนโครงข่าย ส่วนของการทดสอบโครงข่าย และส่วนของการพยากรณ์ราคาหุ้น

3.3.1 การฝึกสอนโครงข่าย

การฝึกสอนโครงข่ายเป็นการฝึกสอนให้โครงข่ายนั้นจดจำลักษณะการเคลื่อนไหวขึ้นลงของราคาหุ้น ซึ่งระบบกาพยากรณ์ราคาหุ้นจะต้องมีการกำหนดค่าต่างๆก่อนที่จะทำการฝึกสอนโครงข่าย ทั้งนี้ระบบการพยากรณราคาหุ้นได้ออกแบบการกำหนดค่าของโครงข่ายไว้ดังนี้

1. นำข้อมูลราคาหุ้นที่จะใช้ในการฝึกสอนเข้าสู่ระบบ ซึ่งข้อมูลราคาหุ้นจะต้องอยู่ในรูปแบบของ Text File และจะต้องมีการเตรียมข้อมูลราคาหุ้นในอยู่ในรูปแบบที่กำหนด คือ มีข้อมูลที่เรียงลงมากบนลงล่าง 1 ข้อมูลต่อ 1 บรรทัด หรือ 1 คอลัมน์
2. กำหนดจำนวนตัวแปร Input และ Output ของระบบ
3. เมื่อกำหนดจำนวนตัวแปร Input และ Output ของชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนระบบเสร็จแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม Set ในหน้าจอ Training Data ระบบจะทำการจัดเรียงข้อมูลตามที่ได้กำหนดในรูปแบบของตาราง
4. กำหนดจำนวนรอบสูงสุดของการฝึกสอนระบบที่ต้องการ
5. ระบุประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในฝั่ง Input โดยระบบจะมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกให้เลือก 3 ประเภทด้วยกัน คือ GAUSSIAN, TRAPEZOID และ TRIANGLE
6. ระบุประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในฝั่ง Output โดยระบบจะมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกให้เลือก 3 ประเภทด้วยกัน คือ GAUSSIAN, TRAPEZOID และ TRIANGLE
7. กำหนดจำนวนของตัวแปรภาษาของฝั่ง Input ที่ต้องการ
8. กำหนดจำนวนของตัวแปรภาษาของฝั่ง Output ที่ต้องการ
9. เลือกประเภทของฟังก์ชั่นการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติ โดยจะมีให้เลือก 2 ประเภทด้วยกัน คือ COG (Center Of Gravity) และ MOM (Middle Of Maximum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เมื่อทำการกำหนดข้อมูลข้างต้นเรียบร้อยแล้วให้กดที่ปุ่ม Train เพื่อเริ่มการฝึกสอนระบบ ซึ่งระยะเวลาในการฝึกสอนนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อมูลการนำเข้า จำนวนรอบสูงสุดที่ให้ฝึกสอน และจำนวนตัวแปร Input และ Output
11. หลังจากระบบทำการฝึกสอนโครงข่ายเสร็จแล้ว เราสามารถดูจำนวนกฎที่ระบบสร้างขึ้นได้โดยการไปที่เมนู Output จากนั้นเลือกเมนูที่ชื่อว่า Rule List ซึ่งระบบจะแสดงกฎที่ถูกสร้างขึ้นขณะที่ทำการฝึกสอน รวมถึงจำนวนของกฎ
12. ผลลัพธ์จากการฝึกสอนระบบจะแสดงอยู่ในเมนู Training Chart ซึ่งจะเป็นข้อมูลของผลลัพธ์จากการฝึกสอนเปรียบเทียบกับข้อมูลผลลัพธ์ที่คาดหวัง โดยจะแสดงทั้งในลักษณะของกราฟ และข้อมูลตัวเลข เพื่อให้เป็นประโยชน์กับผู้ใช้งานมากที่สุด

3.3.2 การทดสอบโครงข่าย

การทดสอบโครงข่ายเป็นการทดสอบเพื่อดูประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาหุ้นของระบบกับราคาหุ้นจริงๆ ที่ไม่ได้นำมาฝึกสอนระบบ โดยการทดสอบจะแสดงผลลัพธ์ในลักษณะของกราฟเปรียบเทียบ ซึ่งจะเทียบเทียบจากผลลัพธ์จริงที่เกิดขึ้นจริงกับผลลัพธ์ที่คำนวนได้จากโครงข่ายที่ทำการฝึกสอนไว้แล้ว เพื่อให้ได้โครงข่ายที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มากที่สุด ซึ่งการทดสอบโครงข่ายของระบบพยากรณ์ราคาหุ้นมีดังนี้

1. นำชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบเข้าสู่ระบบ โดยการเลือก Import Data ในหน้าต่าง Testing Data จากนั้นเลือกจำนวนข้อมูลนำเข้าให้เท่ากับที่เลือกไว้ในชุดข้อมูลฝึกสอนระบบ
2. จากนั้นกดที่ปุ่ม Test รอจนการทดสอบเสร็จสิ้น
3. ผลลัพธ์จากการทดสอบการพยากรณ์ของระบบสามารถดูได้จากเมนู Output แล้วเลือก Testing Chart จะมีหน้าต่างที่แสดงกราฟ และตัวเลขที่ได้จากการทดสอบขึ้นมา โดยจะแสดงในลักษณะการเปรียบเทียบระหว่าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบกับข้อมูลราคาหุ้นที่คาดหวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การพยากรณ์ราคาหุ้น

การพยากณ์ราคาหุ้นนั้นได้ออกแบบไว้ให้ใช้งานได้ง่าย และสะดวกที่สุด โดยการพยากรณ์ราคาหุ้นจะทำได้ก็ต่อเมื่อทำการฝึกสอนโครงข่ายจนได้ผลลัพธ์ที่ผู้ใช้พอใจแล้วเท่านั้น เพราะการพยากรณ์ราคาหุ้นจะนำโครงข่ายที่ได้ทำการฝึกสอนไว้แล้วมาใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งการใช้งานการพยากรณ์นั้นเพียงใส่ราคาหุ้นที่ต้องการพยากรณ์ในตารางให้ครบตามจำนวนของตัวแปร Input ที่กำหนดไว้ในขั้นการฝึกสอนโครงข่าย โดยระบบออกแบบไว้ให้ใส่ข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์ได้มากกว่าหนึ่งข้อมูลเพื่อเพิ่มความสะดวกในการพยากรณ์ เมื่อให้ข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์ครบแล้วให้กดที่ปุ่ม Forecast ระบบจะทำการพยากรณ์ราคาหุ้นตามโครงข่ายที่ได้ทำการฝึกสอนไว้ และจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ภายในตาราง Output

เมื่อใช้งานระบบเสร็จแล้วและต้องการที่จะบันทึกโครงข่ายที่ฝึกสอนและทดสอบเอาไว้เพื่อที่จะนำกลับมาใช้งานในภายหลังอีก ระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นได้ออกแบบฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลเอาไว้ เพื่อบันทึกข้อมูลการทำงานต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในโครงข่ายให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการเลือกที่เมนู File จากนั้นเลือกที่หัวข้อ Save ระบบจะถามที่อยู่และชื่อของไฟล์ที่ต้องการจะบันทึก เมื่อใส่ชื่อและที่อยู่ของไฟล์เสร็จแล้วกดปุ่ม Save ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลต่างๆเอาไว้ในไฟล์นั้น เมื่อภายหลังต้องการที่จะนำโครงข่ายที่บันทึกเอาไว้มาใช้ให้เลือกที่เมนู File แล้วเลือก Load จากนั้นเลือกไฟล์ที่ได้บันทึกเอาไว้ จากนั้นระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นก็จะสามารถให้งานโครงข่ายที่เคยฝึกสอนไว้แล้วได้

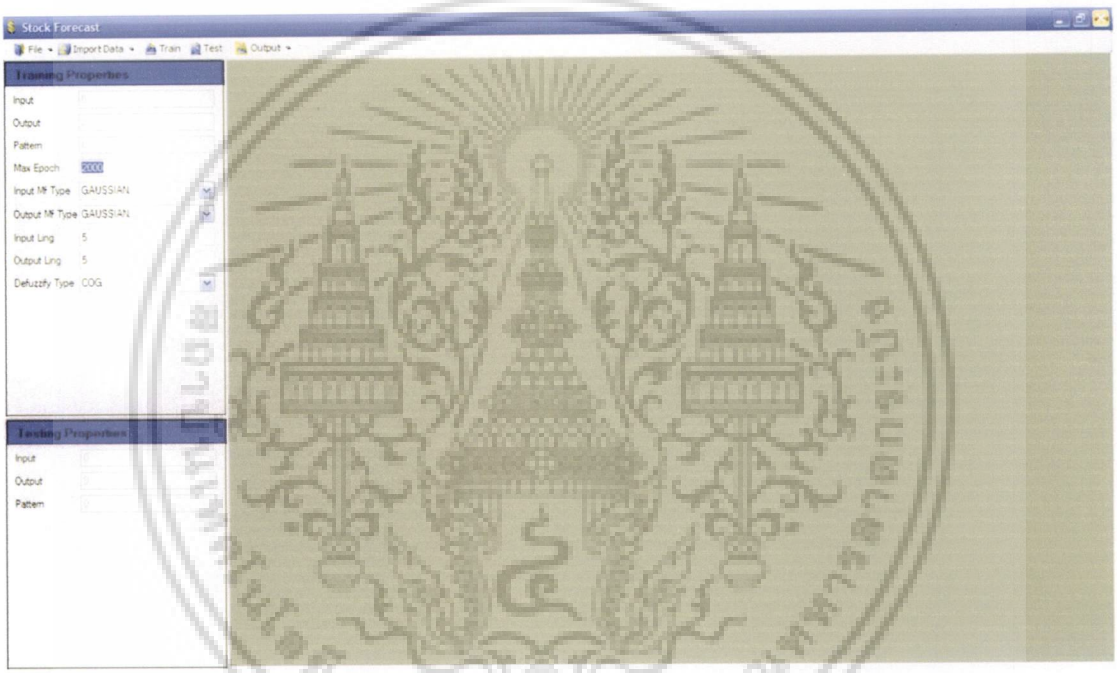
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รายละเอียดหน้าจอของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น

หน้าจอของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นจะประกอบไปด้วยหน้าจอทั้งหมด 8 หน้าจอ โดยจะมีหน้าจอหลัก 1 หน้าจอ

3.4.1 หน้าจอหลักของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น

หน้าจอหลักใช้เป็นหน้าจอที่รวมหน้าย่อยเอาไว้ รวมถึงการกำหนดค่าต่างๆเอาไว้ หน้าจอหลักจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสลับหน้าเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นของระบบได้ง่ายขึ้น

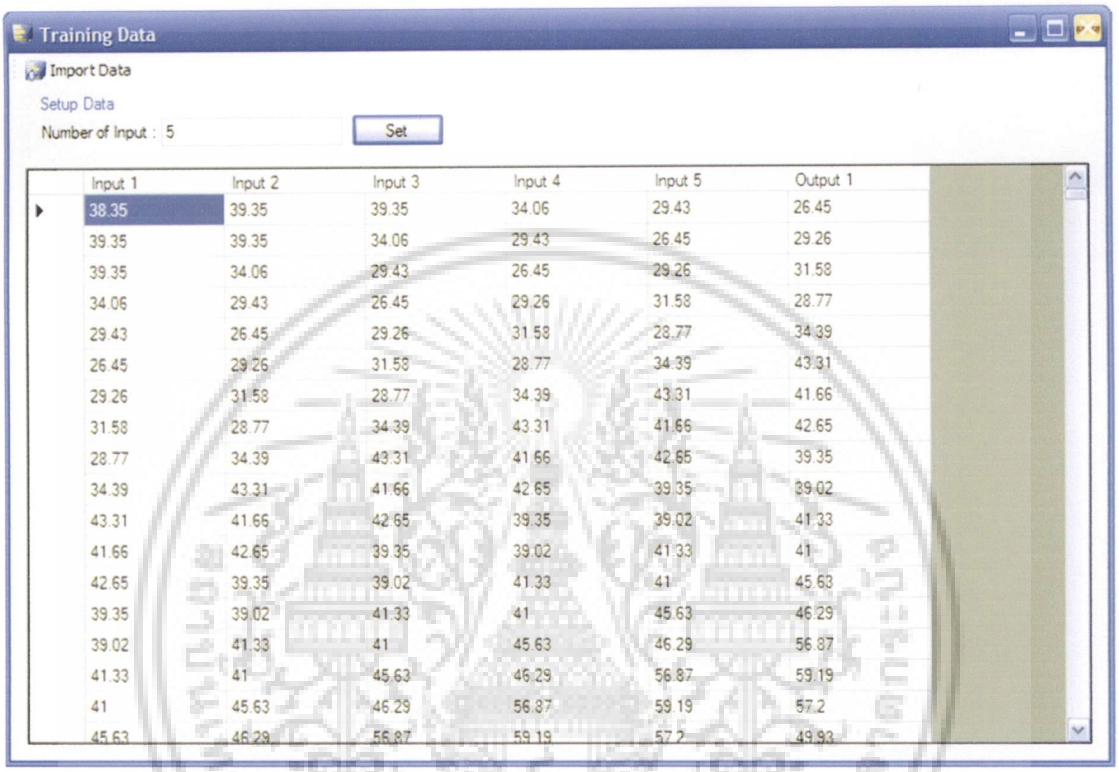


ภาพที่ 3.10 หน้าจอหลัก และเมนูหลักของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่าย

หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่ายเป็นหน้าจอที่จะใช้ในการแสดงข้อมูลชุดฝึกสอนโครงข่าย และยังเป็นหน้าจอที่ต้องกำหนดจำนวนตัวแปรที่ต้องการนำเข้าระบบ

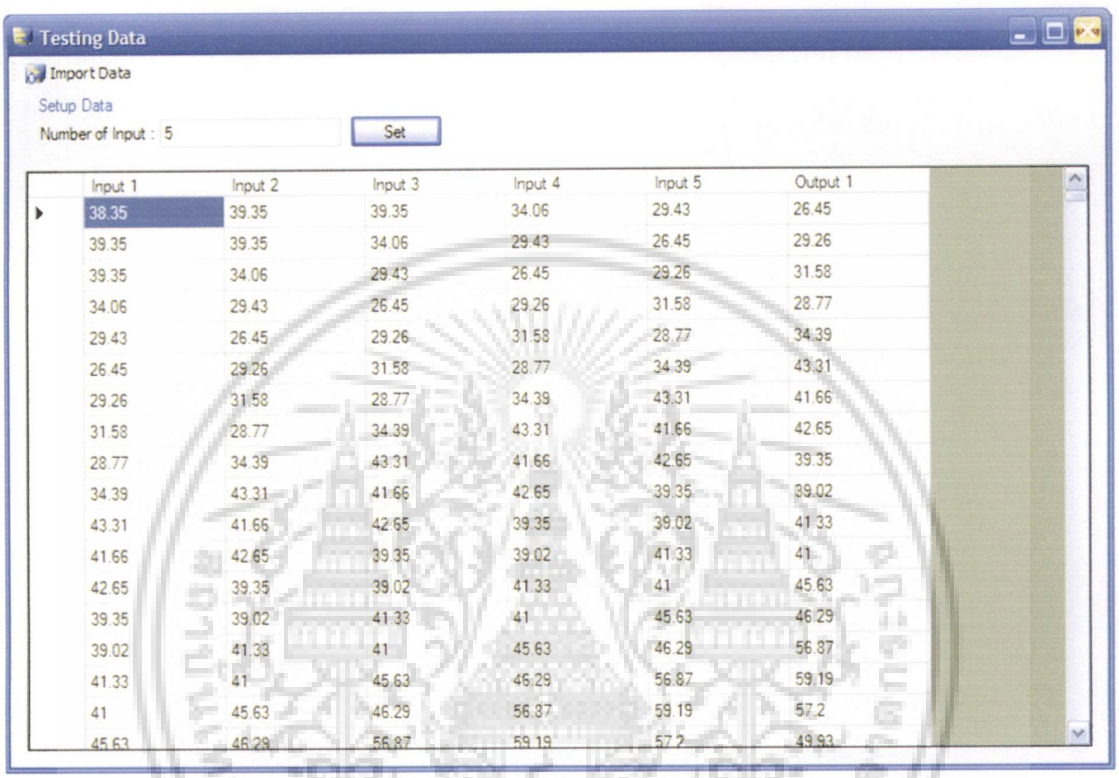


ภาพที่ 3.11 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ทดสอบโครงข่าย

หน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ทดสอบโครงข่าย ซึ่งการกำหนดจำนวนตัวแปรข้อมูลการนำเข้านั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดให้เหมือนกับข้อมูลชุดฝึกสอนโครงข่าย

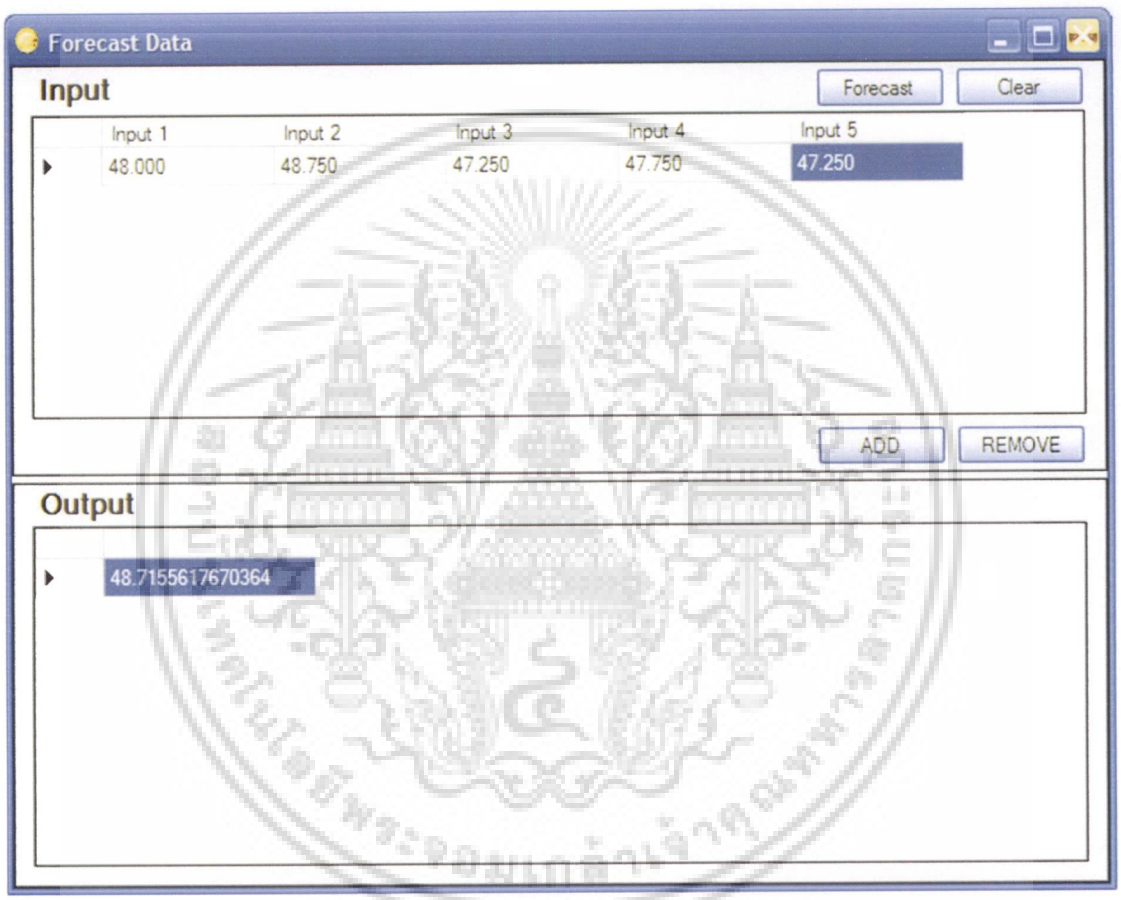


ภาพที่ 3.12 หน้าจอสำหรับการนำเข้าชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 หน้าจอสำหรับการพยากรณ์ราคาหุ้น

หน้าจอการพยากรณ์ราคาหุ้นจะแสดงจำนวนค่าตัวแปรที่ต้องใส่ตามข้อมูลที่กำหนดในชุดข้อมูลสำหรับการฝึกสอนระบบ โดยสามารถใส่ชุดข้อมูลที่ต้องการทำนายได้มากกว่าหนึ่งชุด ผลลัพธ์จากการพยากรณ์จะแสดงในตารางผลลัพธ์โดยจะแสดงเรียงลำดับตามชุดข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์

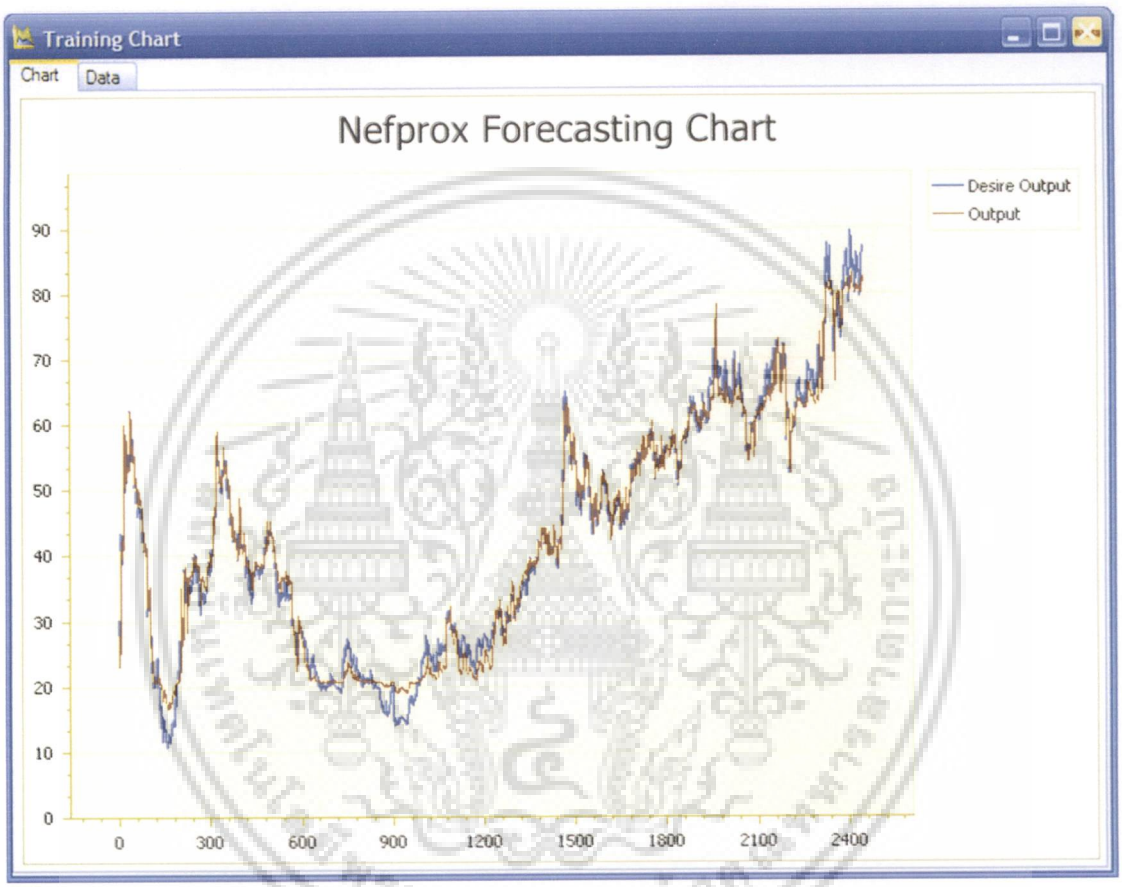


ภาพที่ 3.13 หน้าจอสำหรับการนำเข้าชุดข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

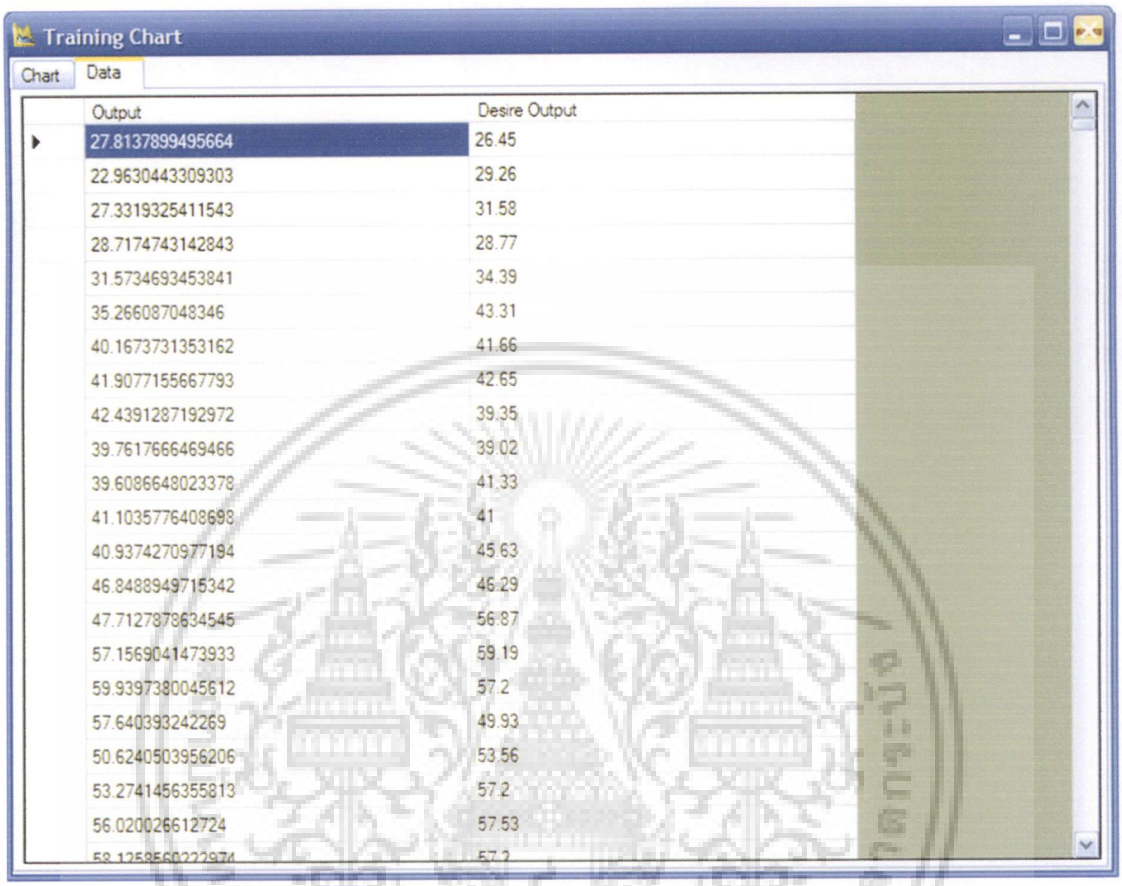
3.4.5 หน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการฝึกสอน

ในหน้าจอนี้จะแสดงผลลัพธ์ใน 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ และในรูปแบบของตารางตัวเลขที่แสดงค่าระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ



ภาพที่ 3.14 หน้าจอแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวัง กับผลลัพธ์จากระบบจากชุดข้อมูลฝึกสอนโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

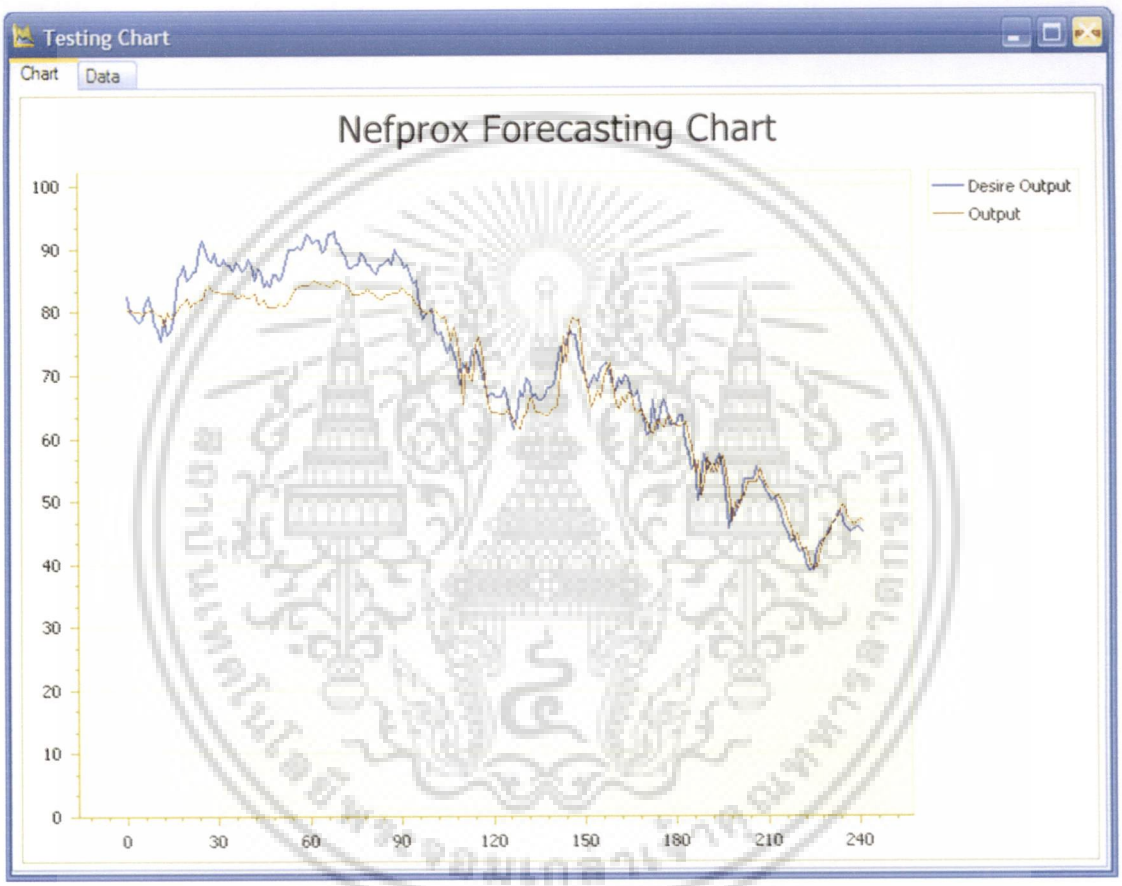


ภาพที่ 3.15 หน้าจอตารางข้อมูลตัวเลขที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ จากชุดข้อมูลฝึกสอน โครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

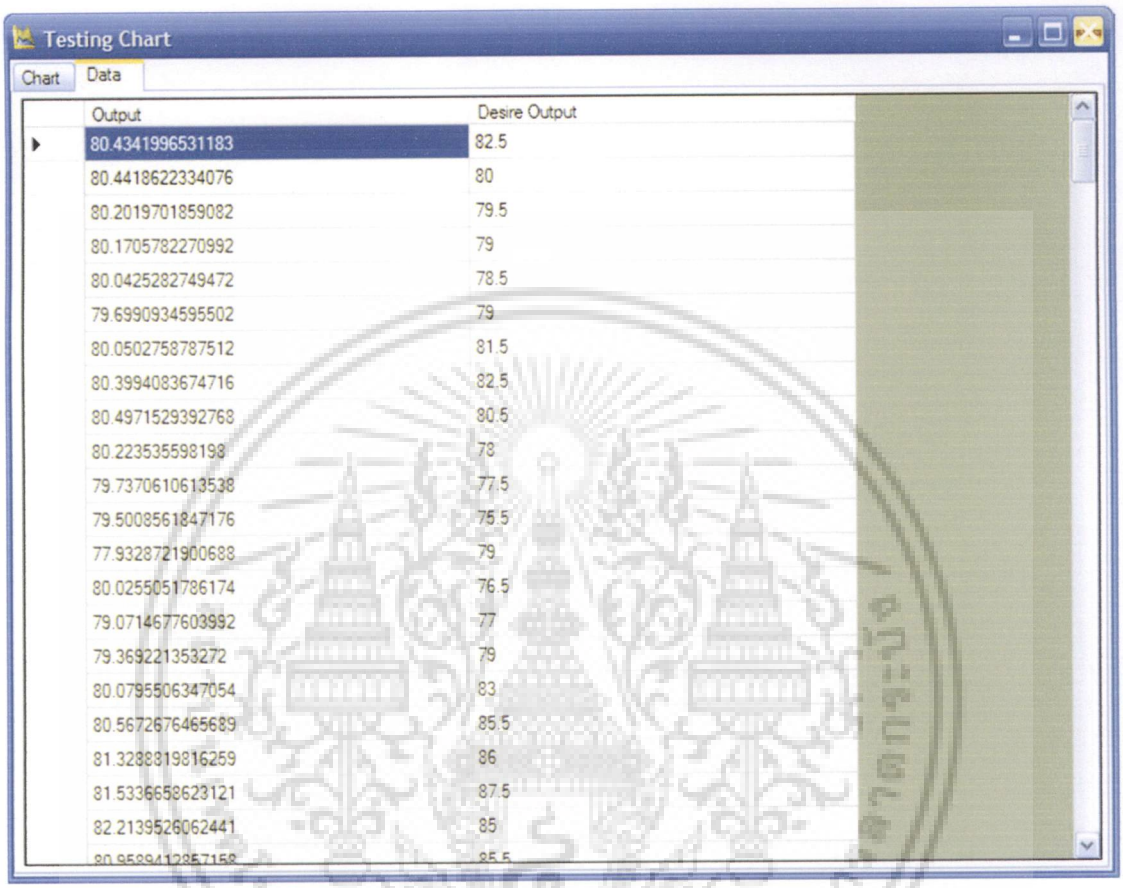
3.4.6 หน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบโครงข่าย

ในหน้าจอนี้จะแสดงผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกับหน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการฝึกสอน ซึ่งประโยชน์ของหน้าจอนี้ คือทำให้ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ เพื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาหุ้นของโครงข่าย และเลือกใช้งานโครงข่ายได้อย่างเหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 3.16 หน้าจอแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวัง กับผลลัพธ์จากระบบจากชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

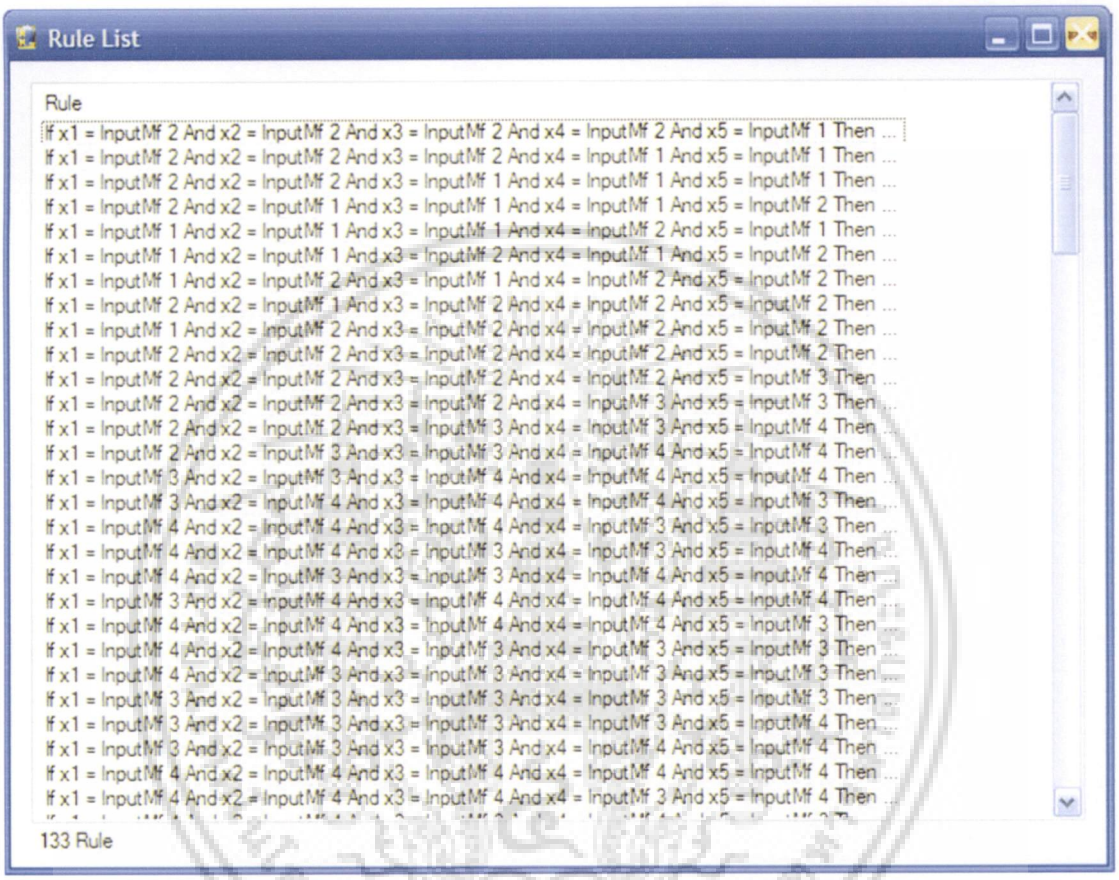


ภาพที่ 3.17 หน้าจอตารางข้อมูลตัวเลขที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์คาดหวังกับผลลัพธ์จากระบบ จากชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 หน้าจอแสดงกฎ

หน้าจอแสดงกฎจะแสดงกฎ และจำนวนกฎที่ถูกสร้างจากชุดข้อมูลฝึกสอน ซึ่งจะแสดงกฎในลักษณะของข้อความเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และตีความของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3.18 หน้าจอแสดงกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน และพยากรณ์ราคาหุ้น

ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน และพยากรกรณ์ราคาหุ้นในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลราคาหุ้นของธนาคารกสิกรไทย โดยจะเลือกใช้ราคาหุ้นที่ปิดการซื้อขายในแต่ละวันมาใช้ในการฝึกสอน และพยากรณ์ราคา โดยที่ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2550 เป็นจำนวน 2451 วันทำการ และข้อมูลราคาหุ้นที่ใช้ในการทดสอบการพยากรณ์จะอยู่ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เป็นจำนวน 247 วันทำการ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้าข้อมูลนำออกเพื่อใช้ในการฝึกสอน และพยากรณ์ข้อมูล

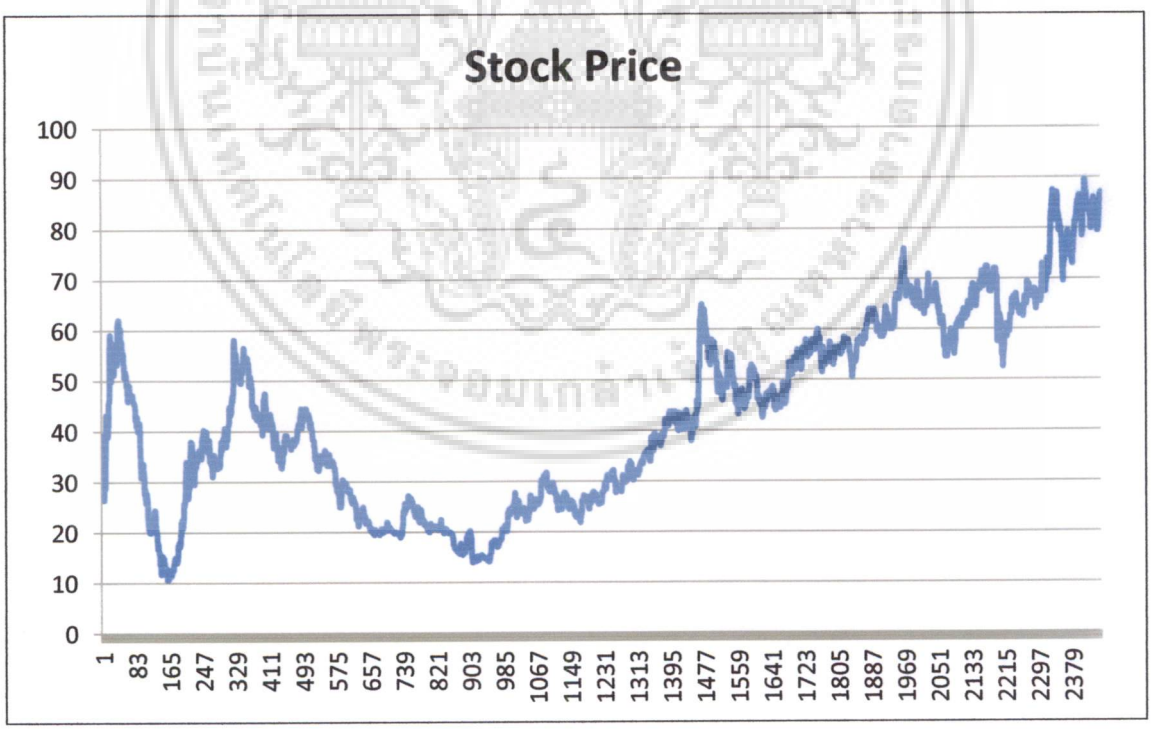
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่าย

No.	Data	No.	Data	No.	Data
1	38.35	21	59.19	41	62.16
2	39.35	22	57.2	42	62.16
3	39.35	23	49.93	43	59.19
4	34.06	24	53.56	44	58.85
5	29.43	25	57.2	45	59.19
6	26.45	26	57.53	46	60.51
7	29.26	27	57.2	47	56.87
8	31.58	28	57.2	48	54.56
9	28.77	29	53.23	49	57.86
10	34.39	30	51.25	50	56.54
11	43.31	31	52.9	51	55.22
12	41.66	32	53.23	52	55.55
13	42.65	33	53.56	53	55.55
14	39.35	34	53.56	54	53.56
15	39.02	35	54.23	55	53.23
16	41.33	36	53.56	56	50.59
17	41	37	53.23	57	51.58
18	45.63	38	53.9	58	51.91
19	46.29	39	57.53	59	51.58
20	56.87	40	61.17	60	51.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาหุ้น

No.	Data	No.	Data	No.	Data
1	84	11	79	21	79
2	82.5	12	81.5	22	83
3	80.5	13	82.5	23	85.5
4	80.5	14	80.5	24	86
5	82	15	78	25	87.5
6	82.5	16	77.5	26	85
7	80	17	75.5	27	85.5
8	79.5	18	79	28	86.5
9	79	19	76.5	29	86.5
10	78.5	20	77	30	90



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นที่ใช้ในการฝึกสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นที่ใช้ในการพยากรณ์ราคา

4.2 กำหนดรูปแบบของแบบจำลอง

การพยากรณ์ราคาหุ้นนั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าโครงข่ายให้เหมาะสมกับราคาหุ้นที่จะพยากรณ์ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโครงข่ายที่มีการกำหนดค่าต่างกันออกไป เพื่อหารูปแบบการกำหนดค่าที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้พยากรณ์ราคาหุ้น

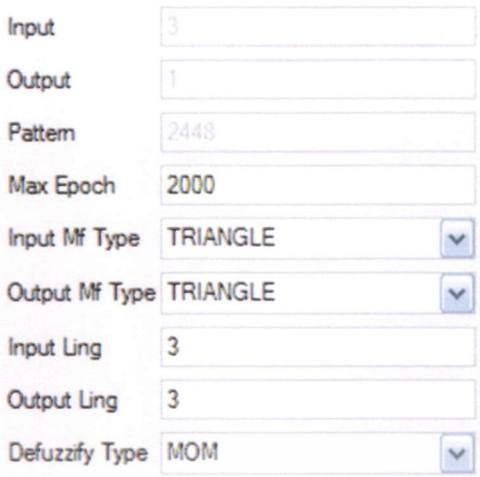
โดยผู้ศึกษาจะแบ่งแบบจำลองออกเป็น 8 แบบ ในแต่ละแบบจะมีการกำหนดค่าที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งการกำหนดค่าในแต่ละแบบจำลองมีดังนี้

4.2.1 แบบจำลองที่ 1

แบบจำลองที่ 1 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 3 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น TRIANGLE ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 3 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

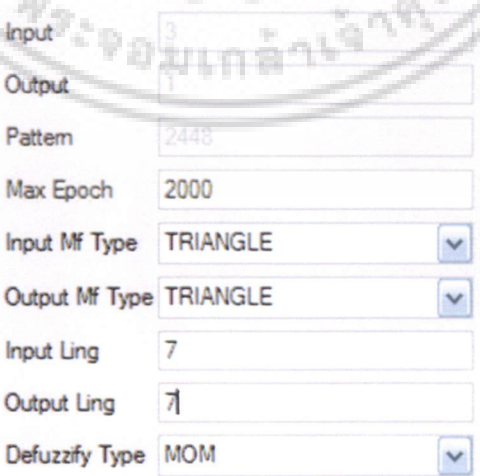


ภาพที่ 4.3 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 1

4.2.2 แบบจำลองที่ 2

แบบจำลองที่ 2 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 3 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น TRIANGLE ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 7 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM



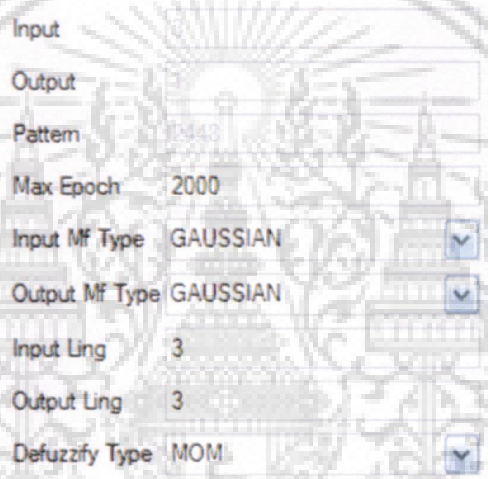
ภาพที่ 4.4 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 แบบจำลองที่ 3

แบบจำลองที่ 3 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 3 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น GAUSSIAN ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 3 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM



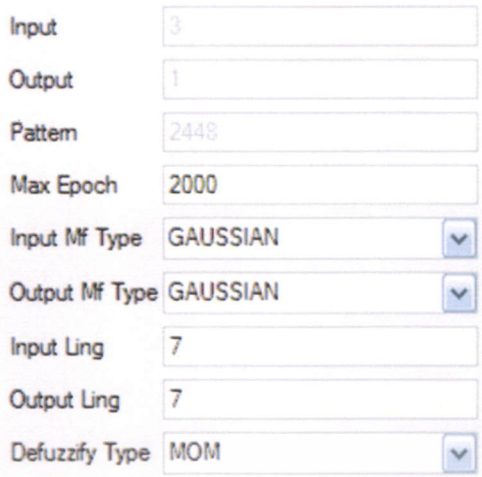
ภาพที่ 4.5 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 3

4.2.4 แบบจำลองที่ 4

แบบจำลองที่ 4 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 3 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น GAUSSIAN ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 7 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

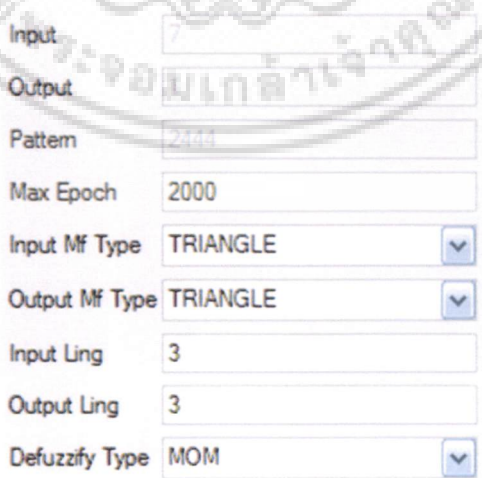


ภาพที่ 4.6 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 4

4.2.5 แบบจำลองที่ 5

แบบจำลองที่ 5 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 7 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น TRIANGLE ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 3 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM



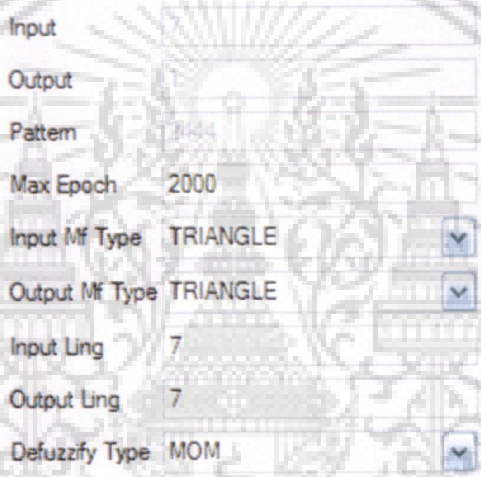
ภาพที่ 4.7 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 แบบจำลองที่ 6

แบบจำลองที่ 6 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 7 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น TRIANGLE ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 7 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM



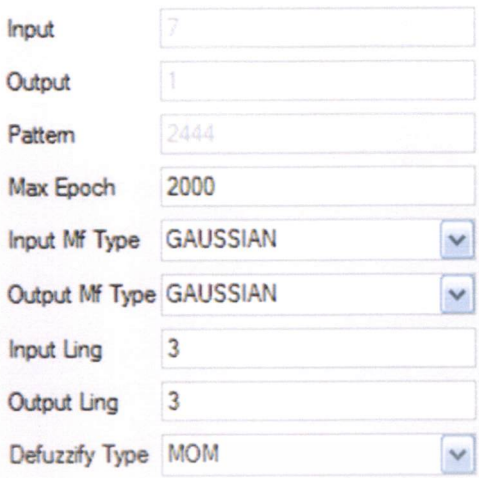
ภาพที่ 4.8 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 6

4.2.7 แบบจำลองที่ 7

แบบจำลองที่ 7 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 7 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น GAUSSIAN ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 3 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

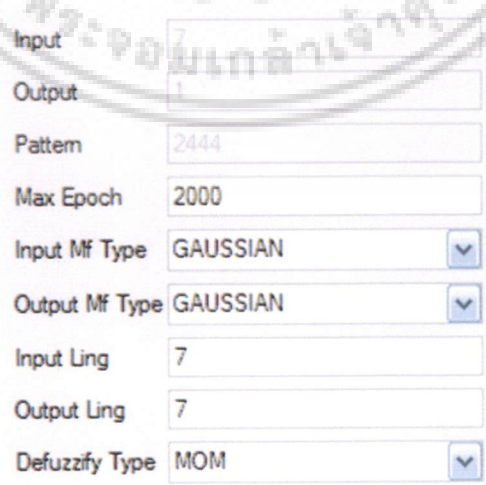


ภาพที่ 4.9 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 7

4.2.8 แบบจำลองที่ 8

แบบจำลองที่ 7 มีการกำหนดค่าดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า 7 โหนด
2. เลือกประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็น GAUSSIAN ทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออก
3. กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนเป็น 2000 รอบ
4. กำหนดจำนวนตัวแปรภาษาทั้งส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำเป็น 7 ตัวแปร
5. เลือกประเภทของฟังก์ชันการ Defuzzification ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลแบบค่าปกติเป็นประเภท MOM



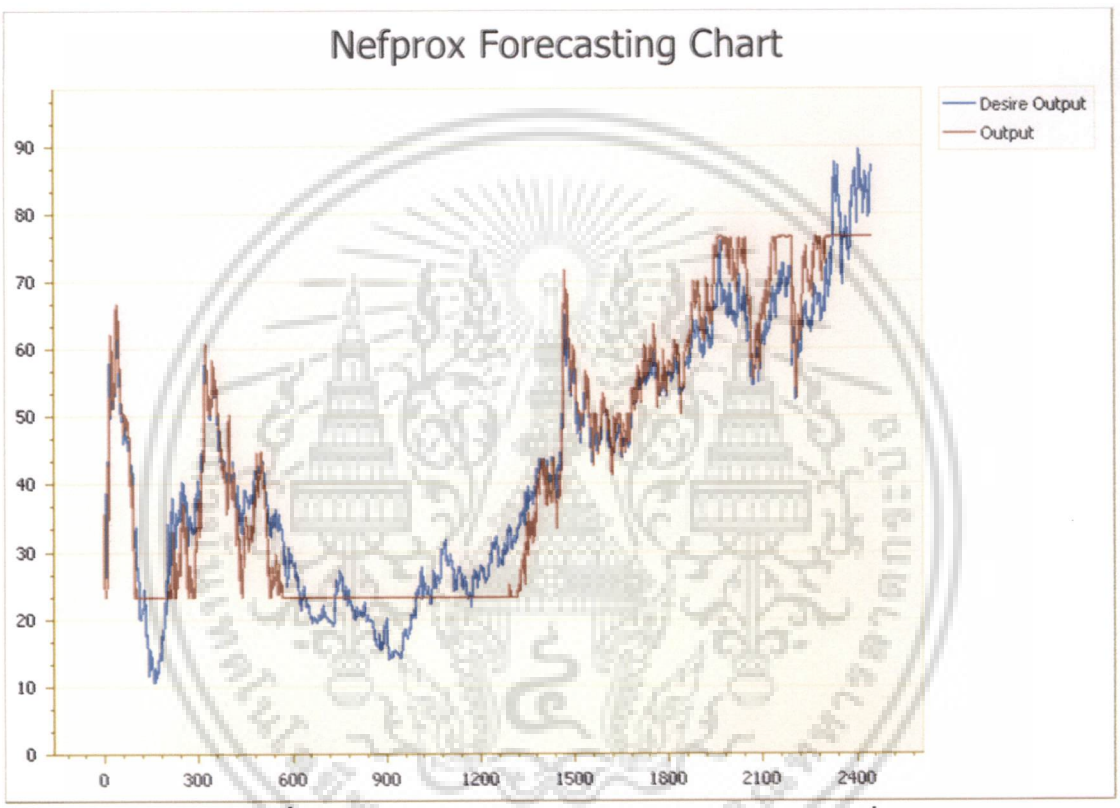
ภาพที่ 4.10 การกำหนดค่าของแบบจำลองแบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบของ 8 แบบจำลอง

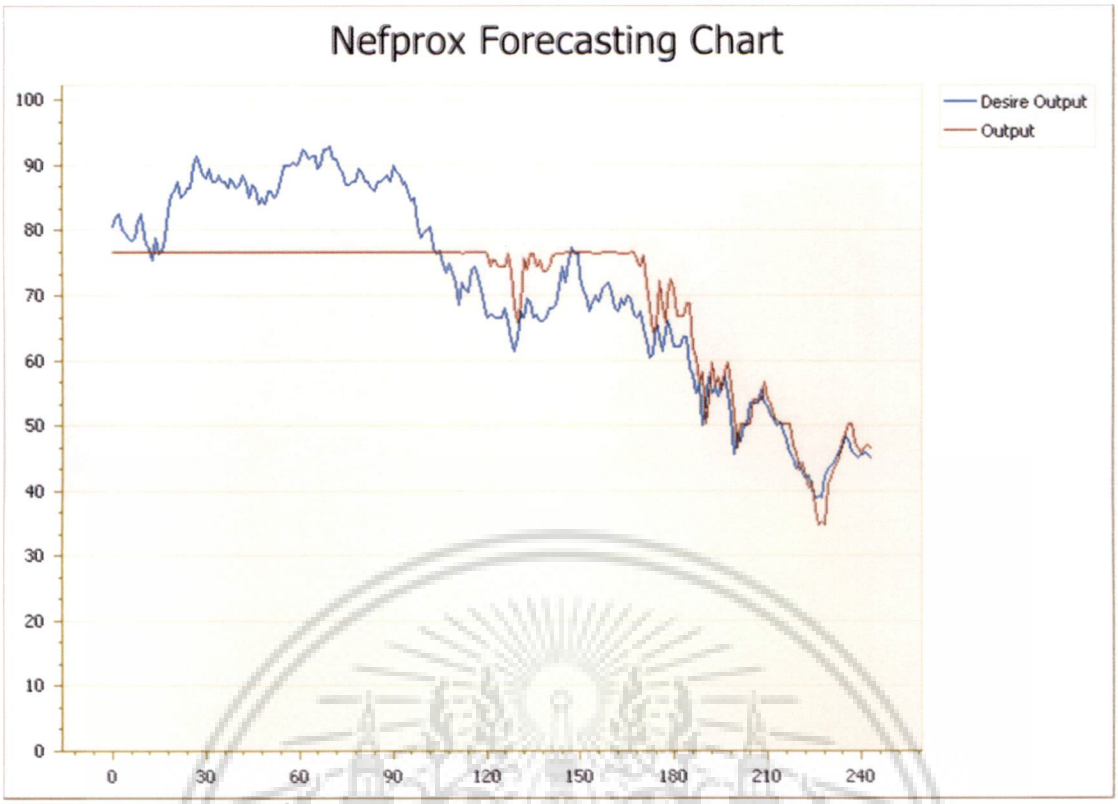
ผลการทดสอบของระบบการพยากรณ์ราคาหุ้นของทั้ง 8 แบบจำลองจะแบ่งเป็นผลการทดสอบของการฝึกสอนโครงข่าย และการทดสอบการพยากรณ์ราคาหุ้น โดยผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของกราฟเพื่อเง่ายต่อการเปรียบเทียบวัดคุณภาพของแบบจำลองในแต่ละแบบ

4.3.1 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 1

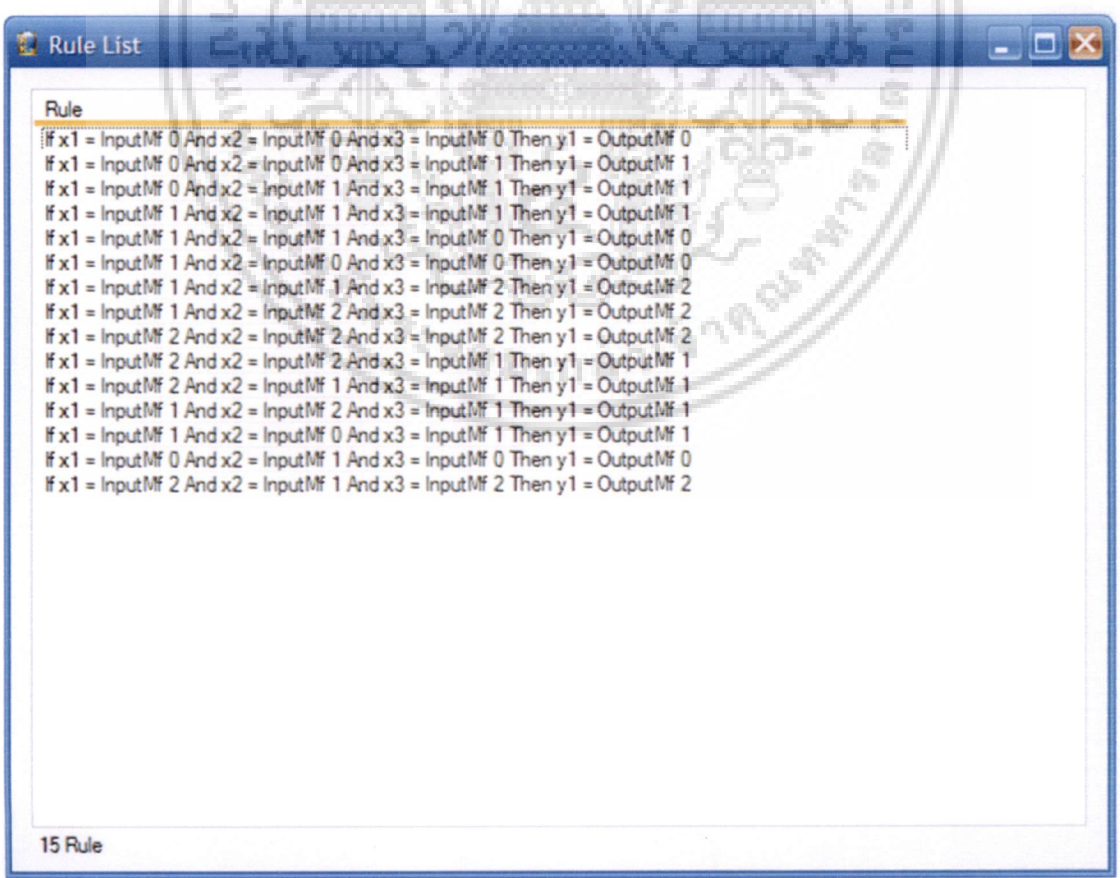


ภาพที่ 4.11 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



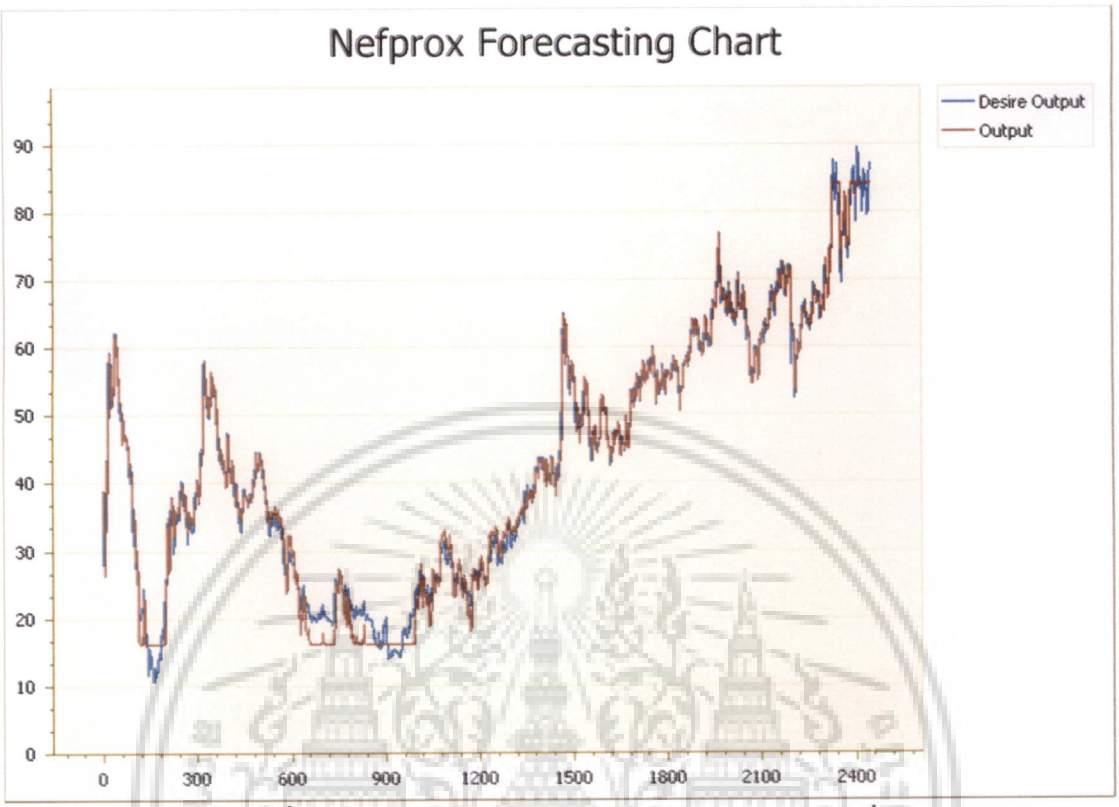
ภาพที่ 4.12 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 1



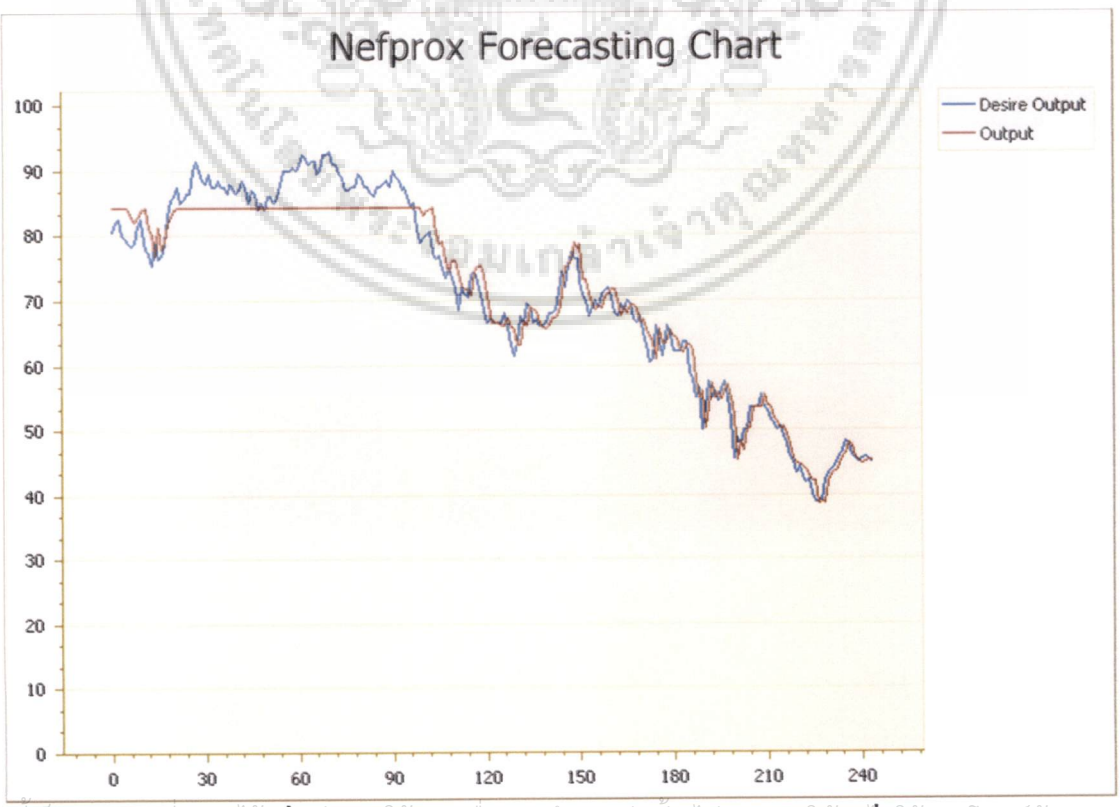
ภาพที่ 4.13 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 2

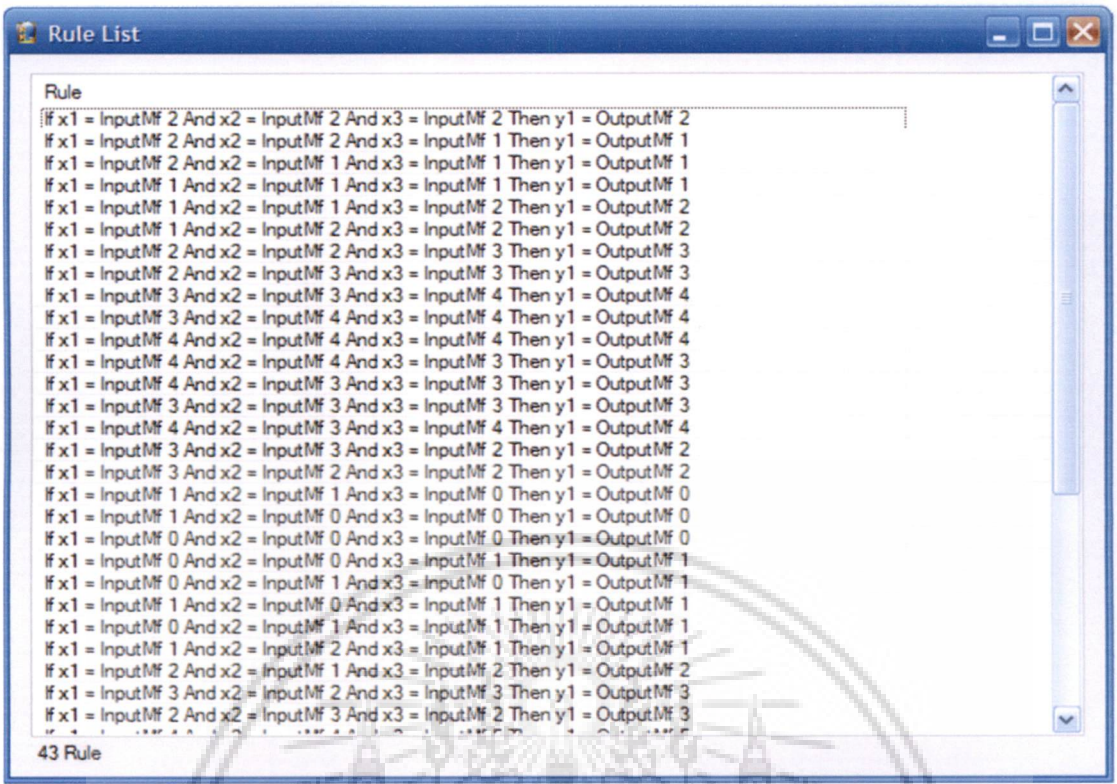


ภาพที่ 4.14 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 2



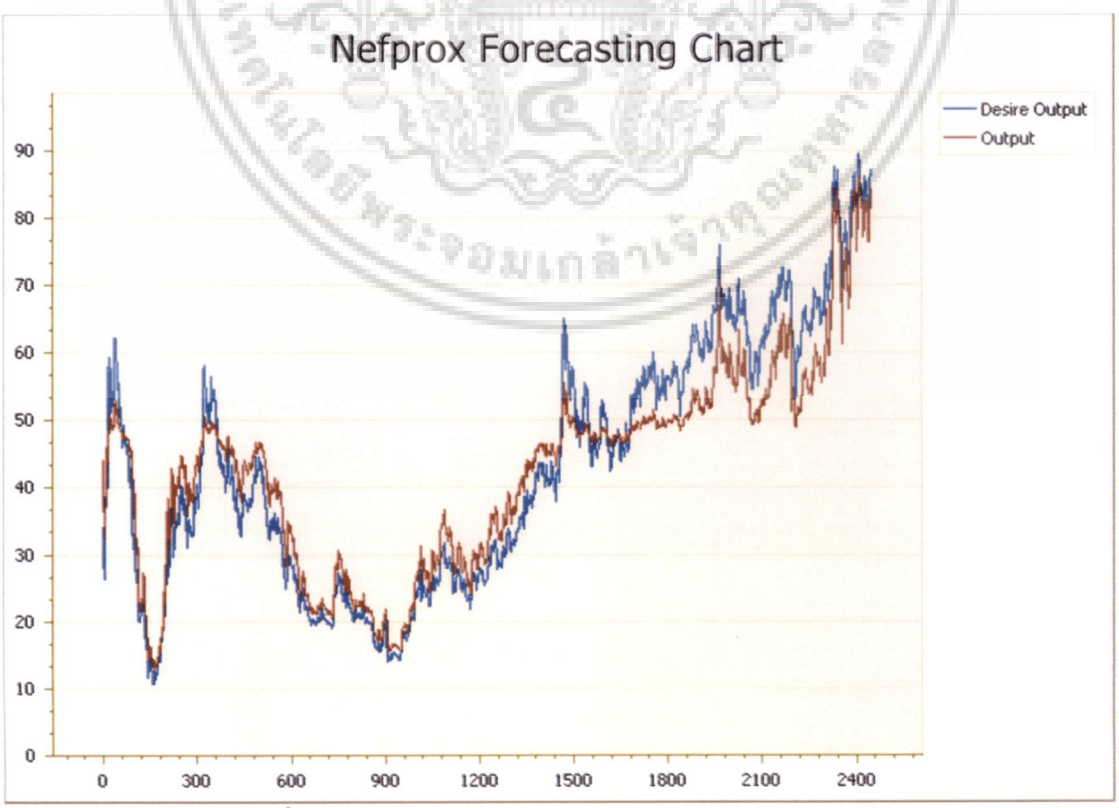
ภาพที่ 4.15 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



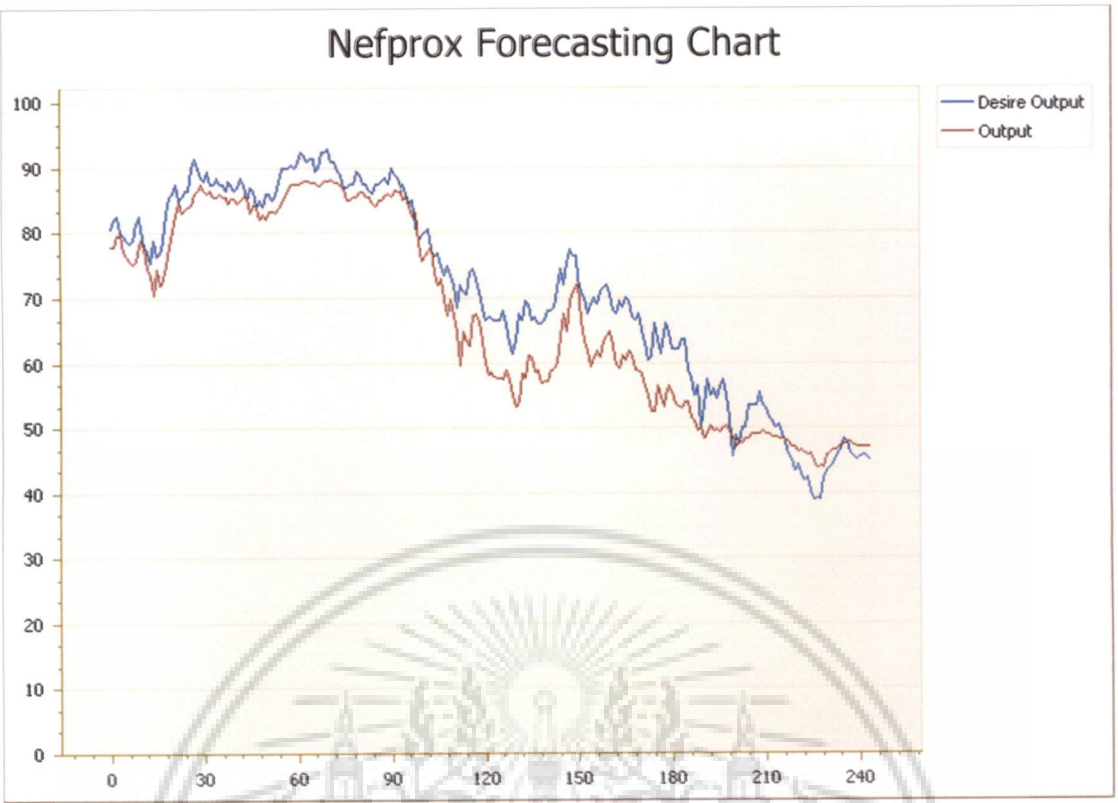
ภาพที่ 4.16 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 2

4.3.3 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 3

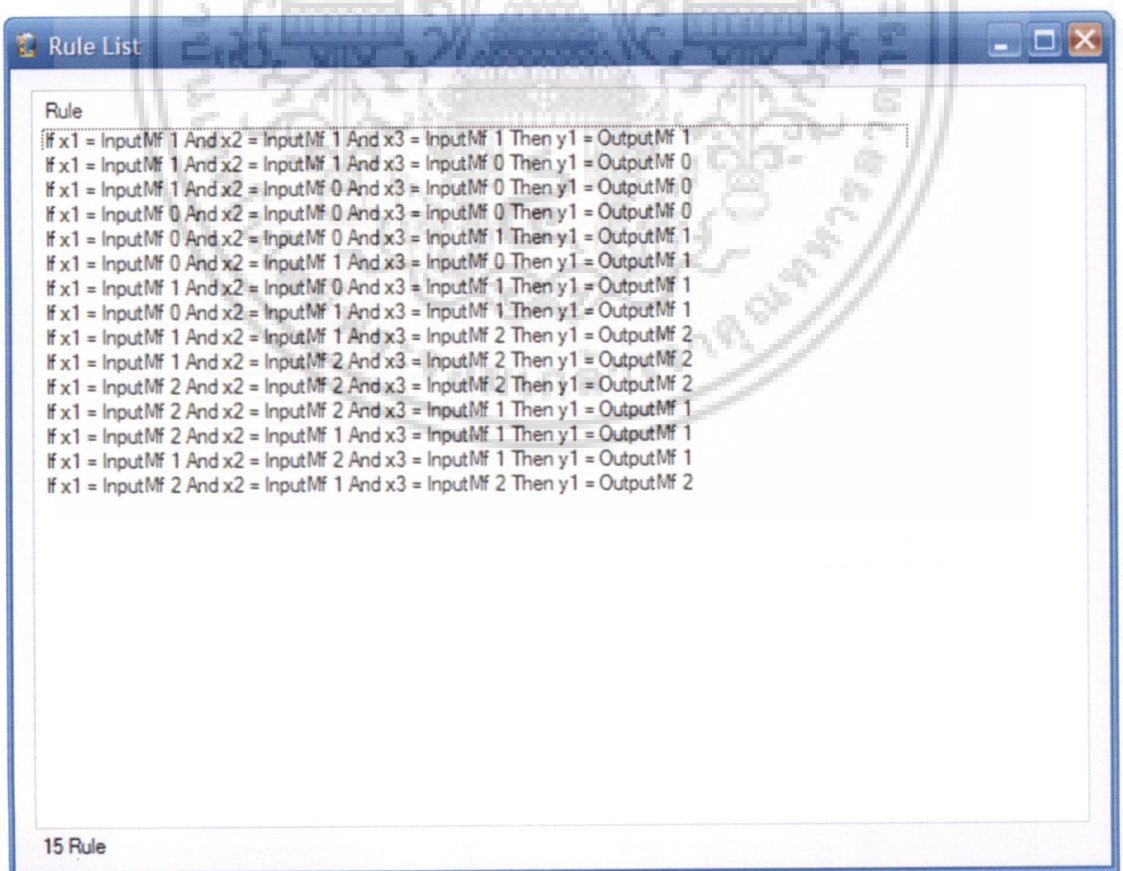


ภาพที่ 4.17 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



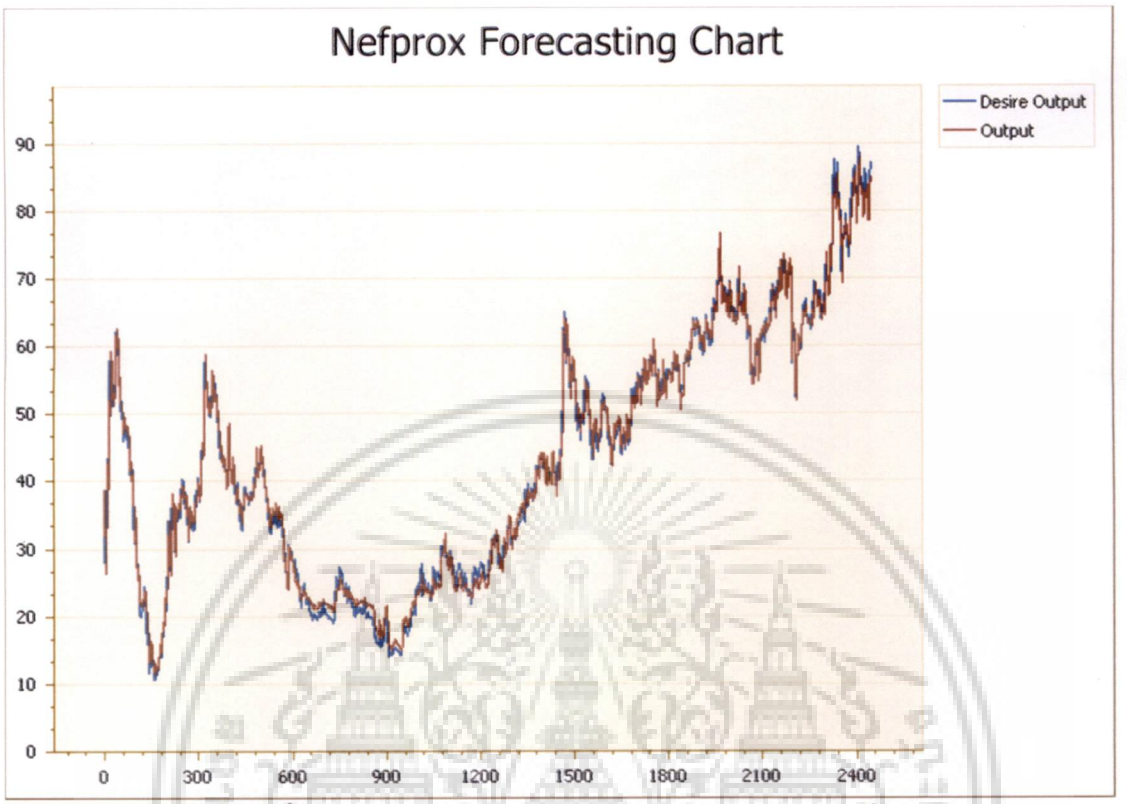
ภาพที่ 4.18 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 3



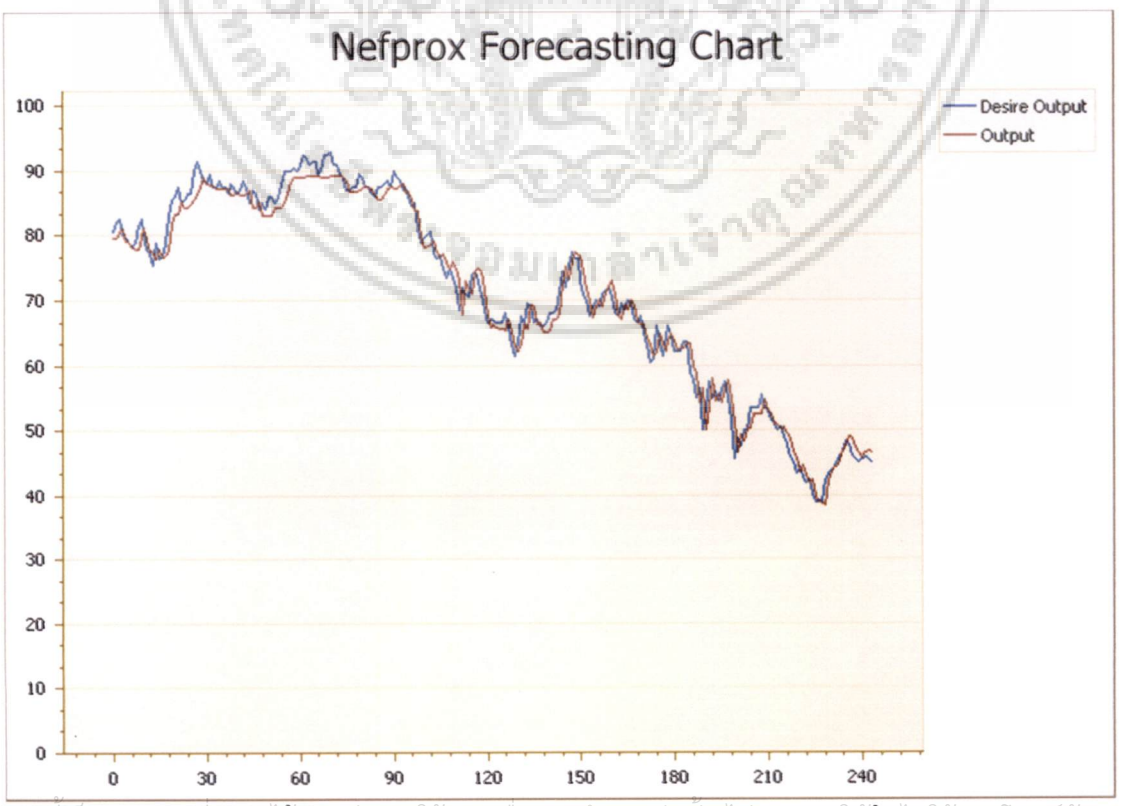
ภาพที่ 4.19 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 4

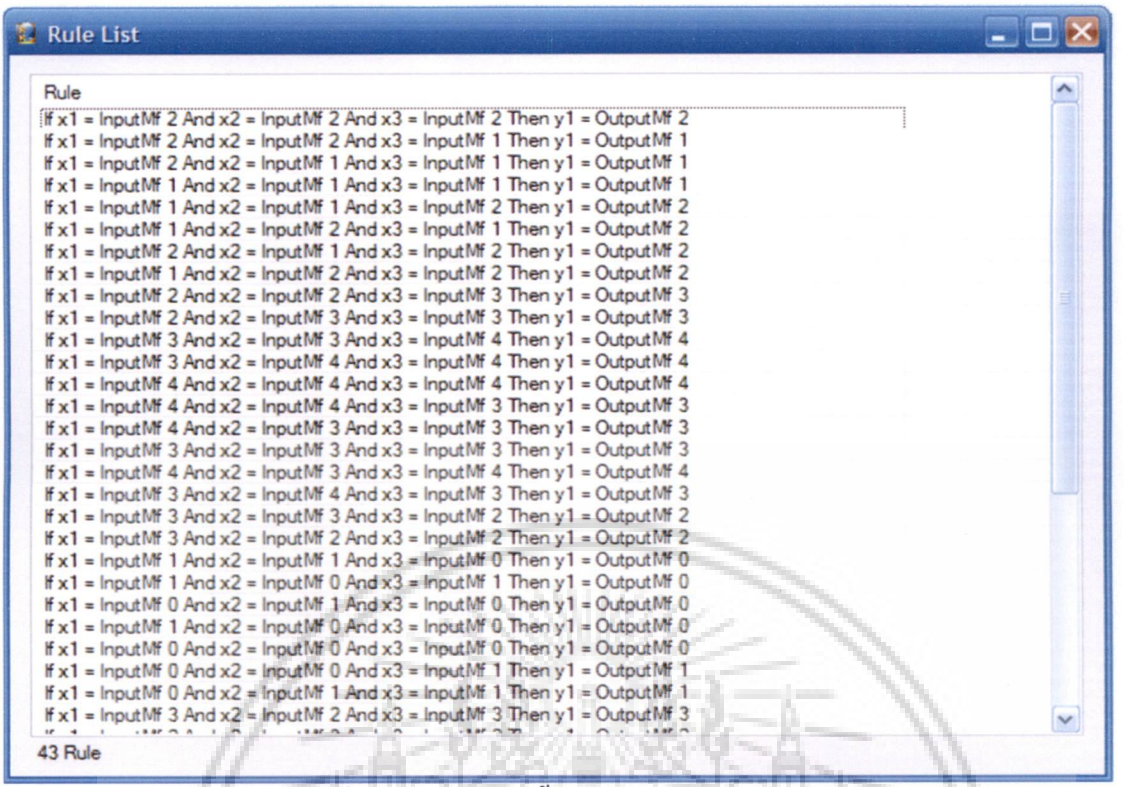


ภาพที่ 4.20 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 4



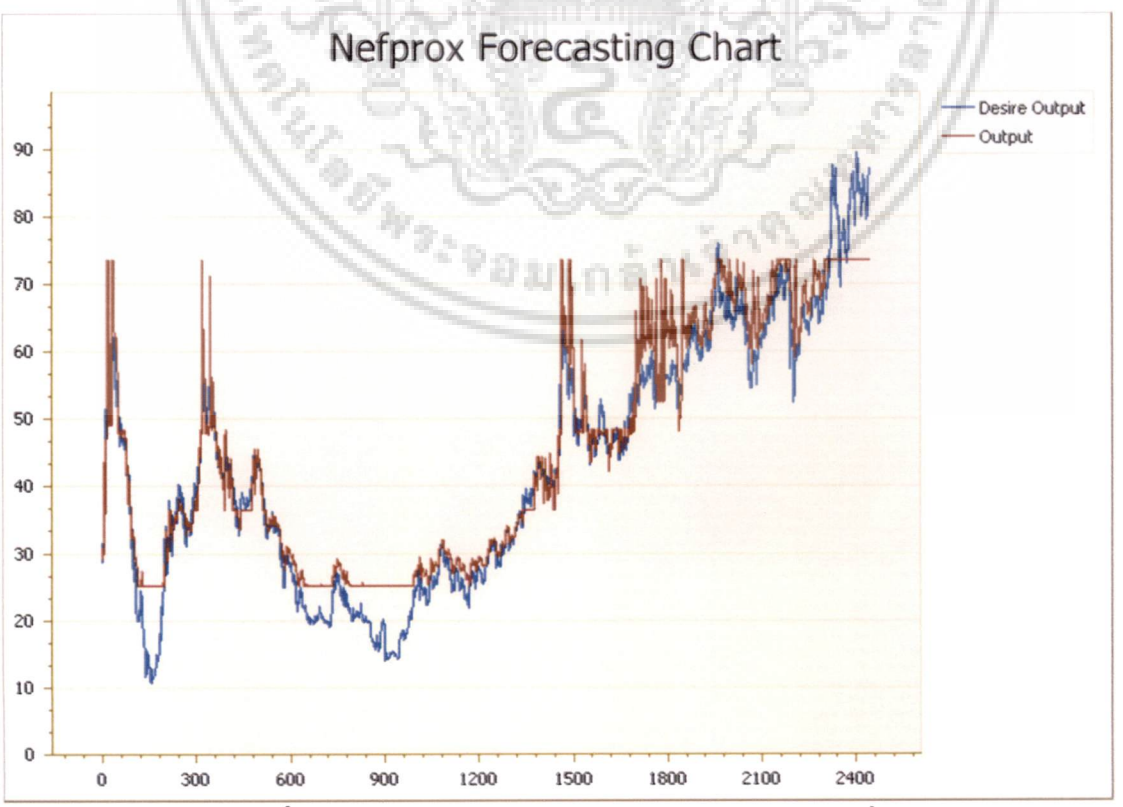
ภาพที่ 4.21 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



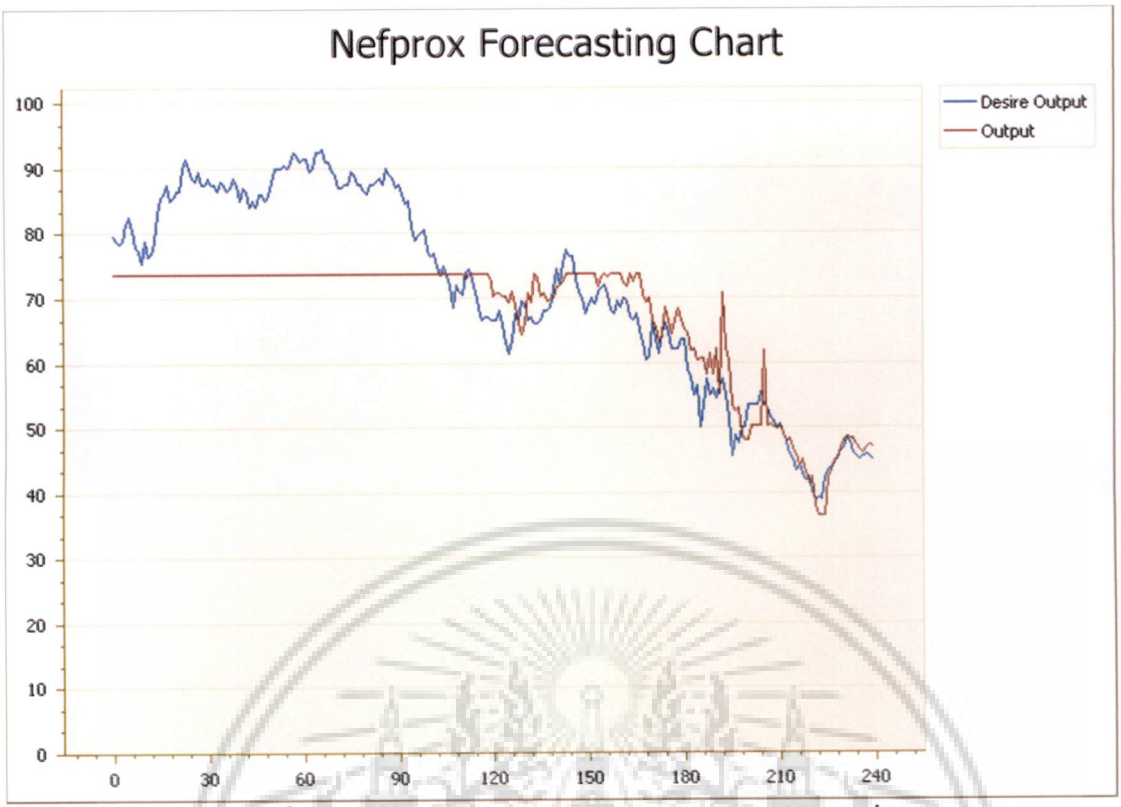
ภาพที่ 4.22 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 4

4.3.5 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 5

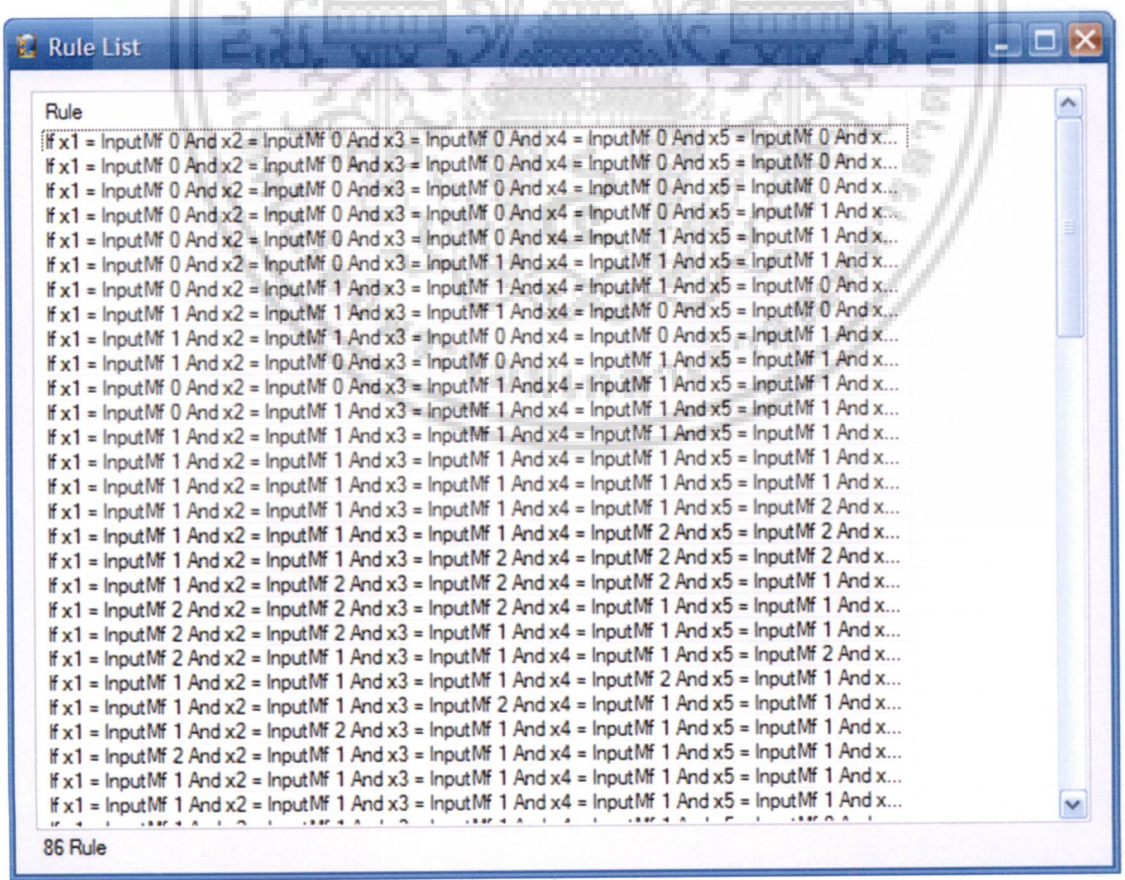


ภาพที่ 4.23 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



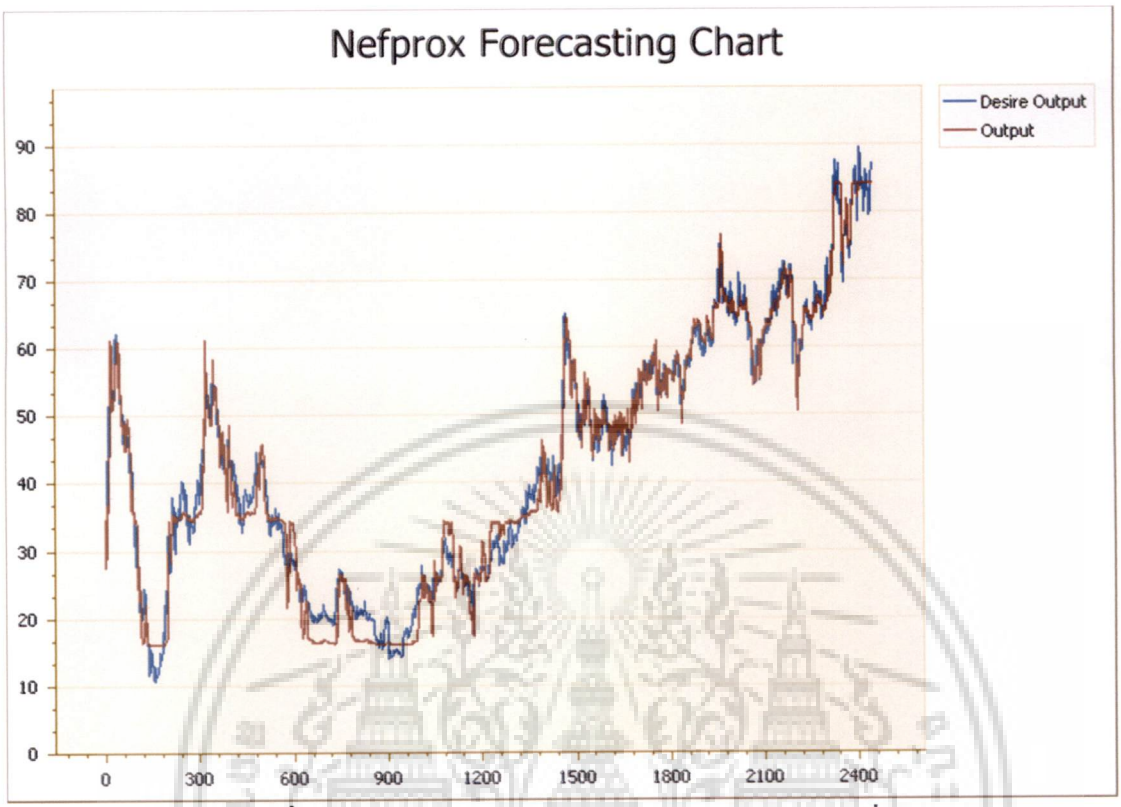
ภาพที่ 4.24 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 5



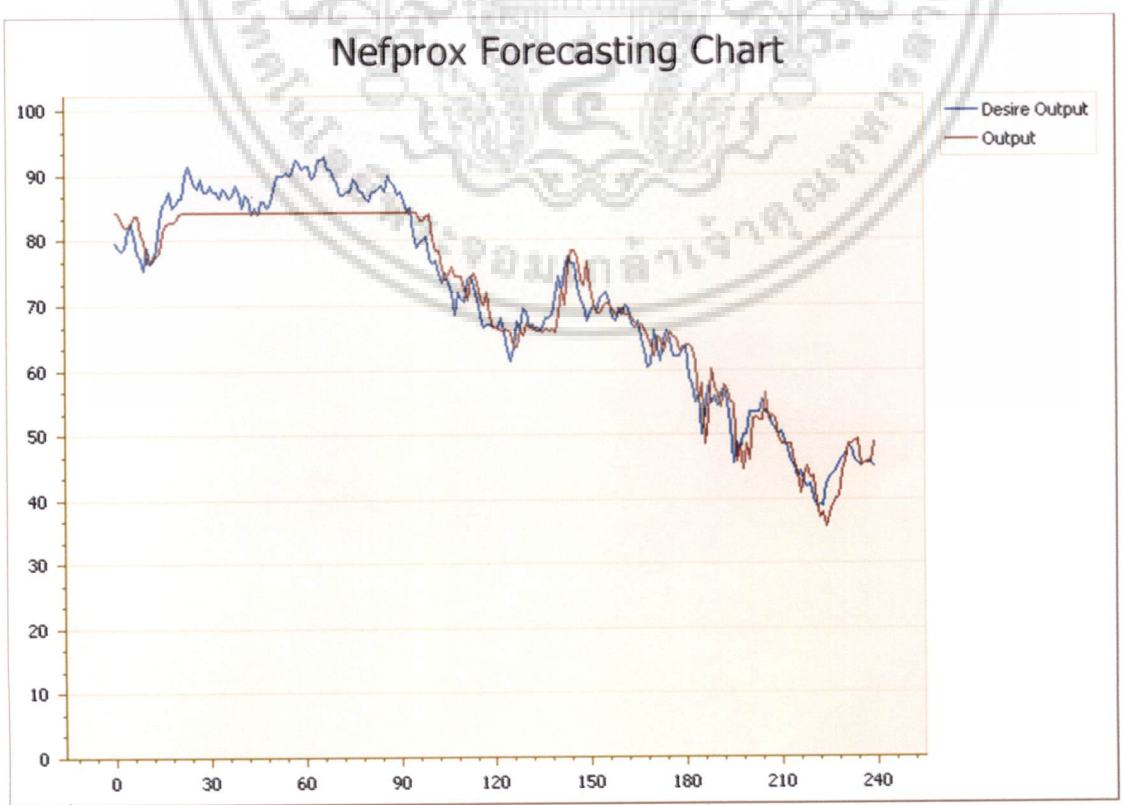
ภาพที่ 4.25 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 6

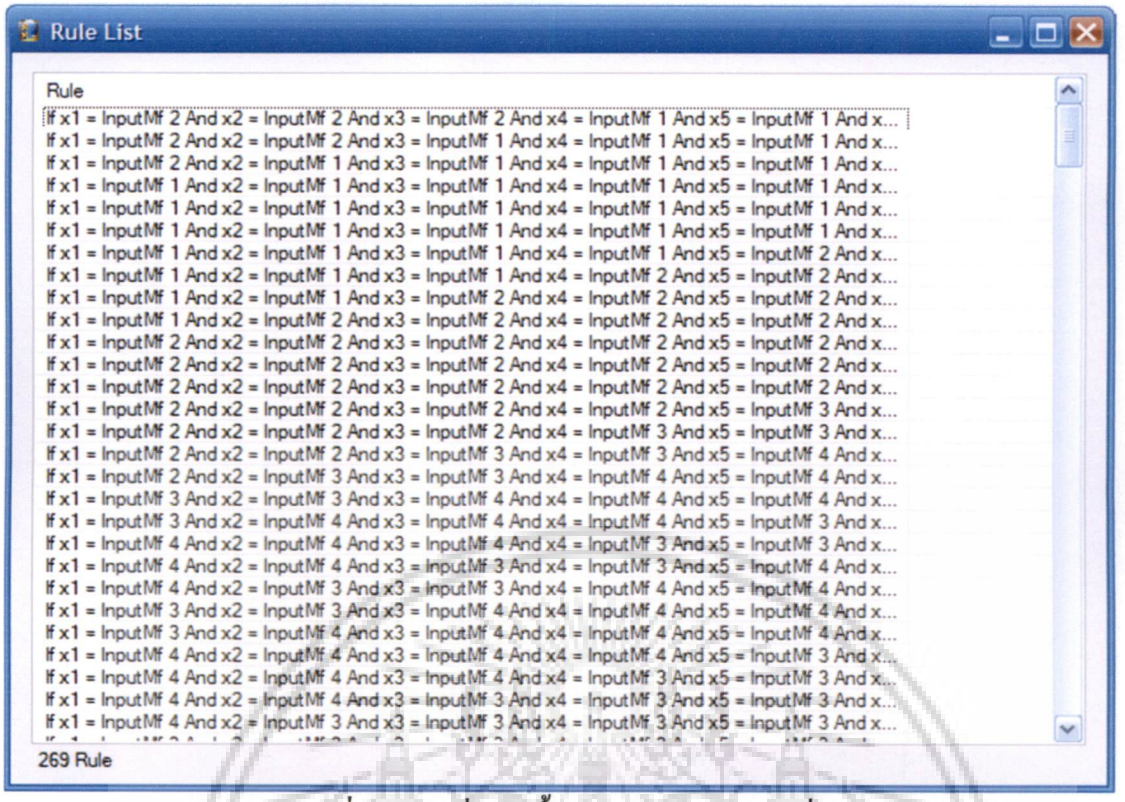


ภาพที่ 4.26 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 6



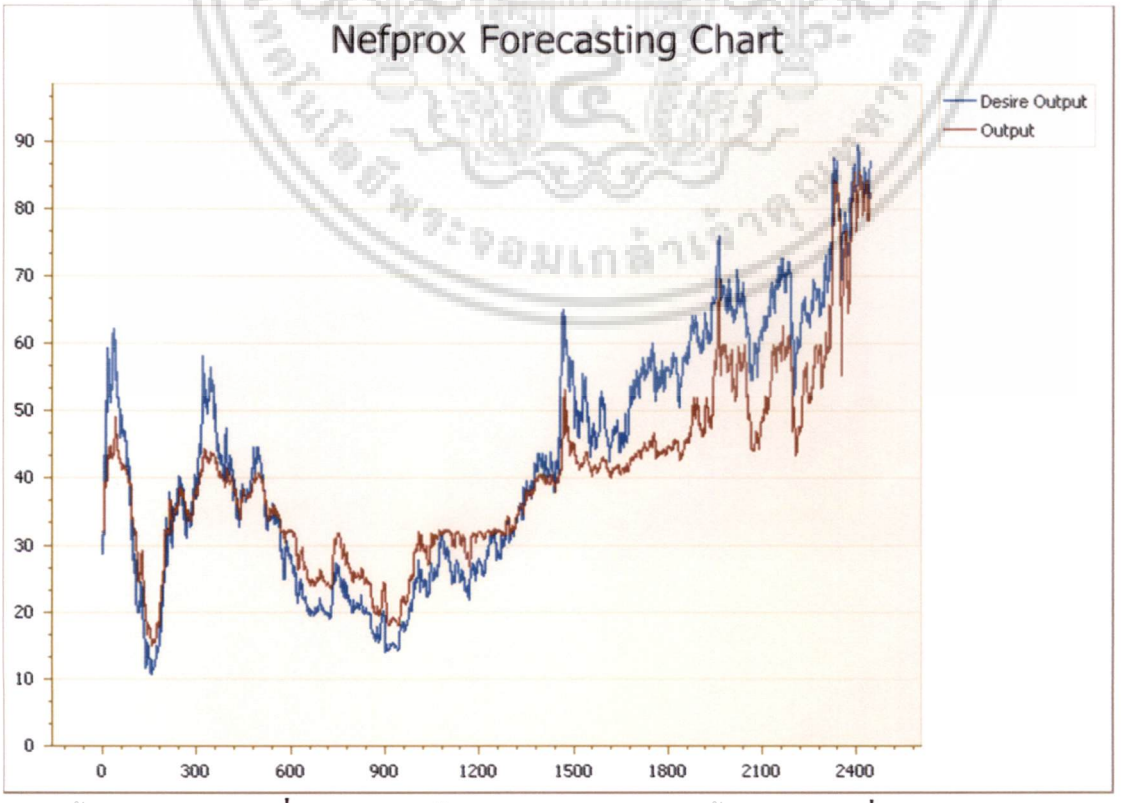
ภาพที่ 4.27 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



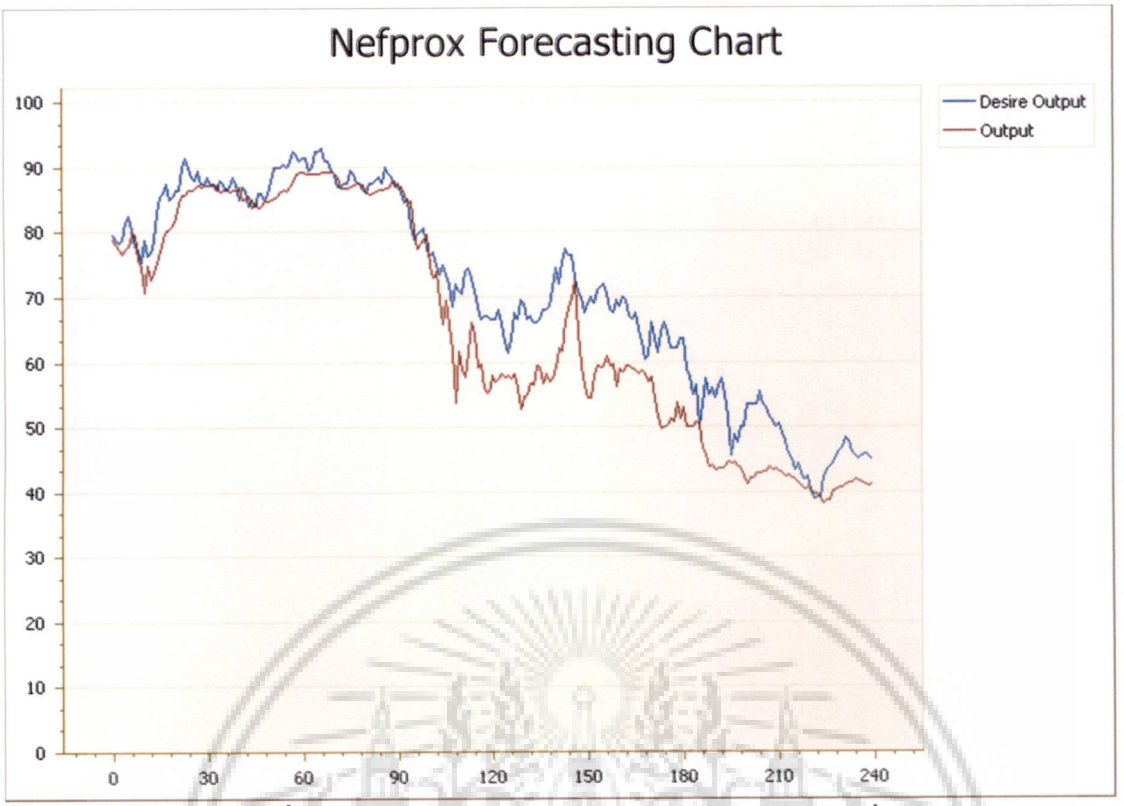
ภาพที่ 4.28 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 6

4.3.7 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 7

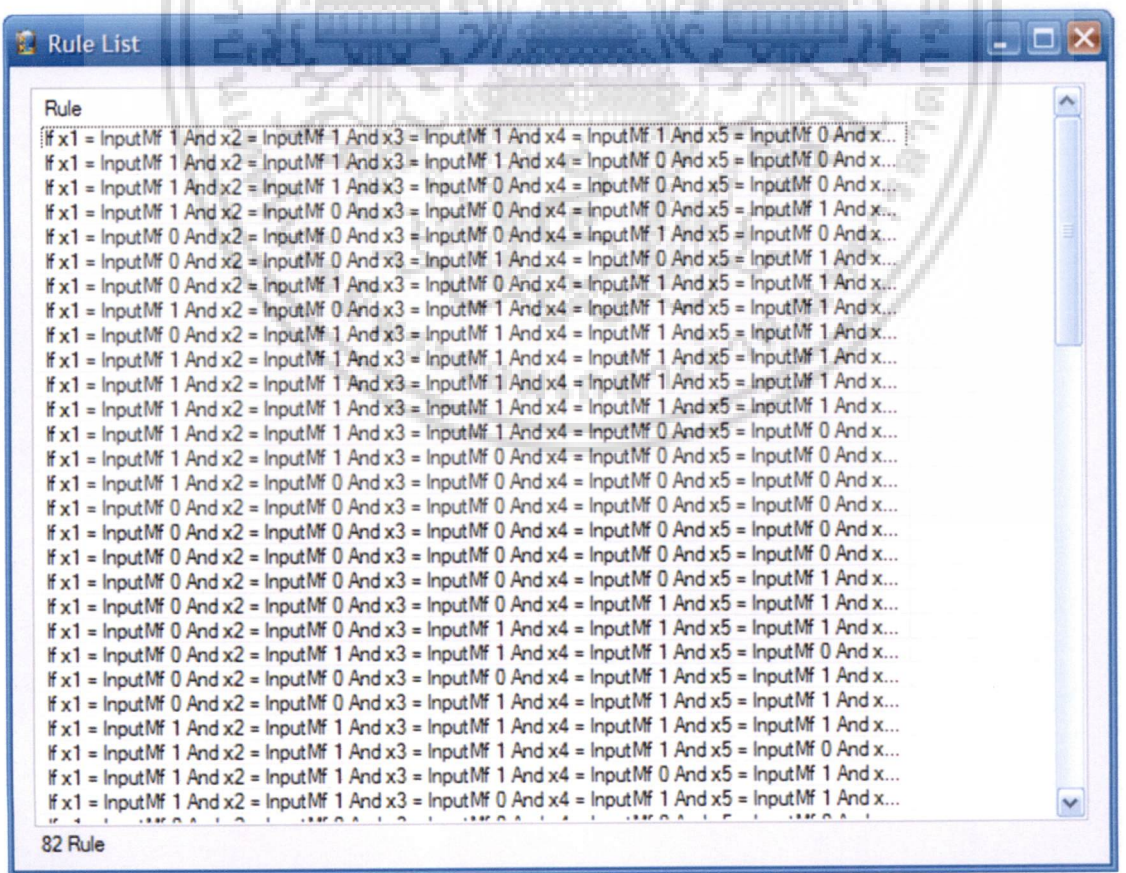


ภาพที่ 4.29 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



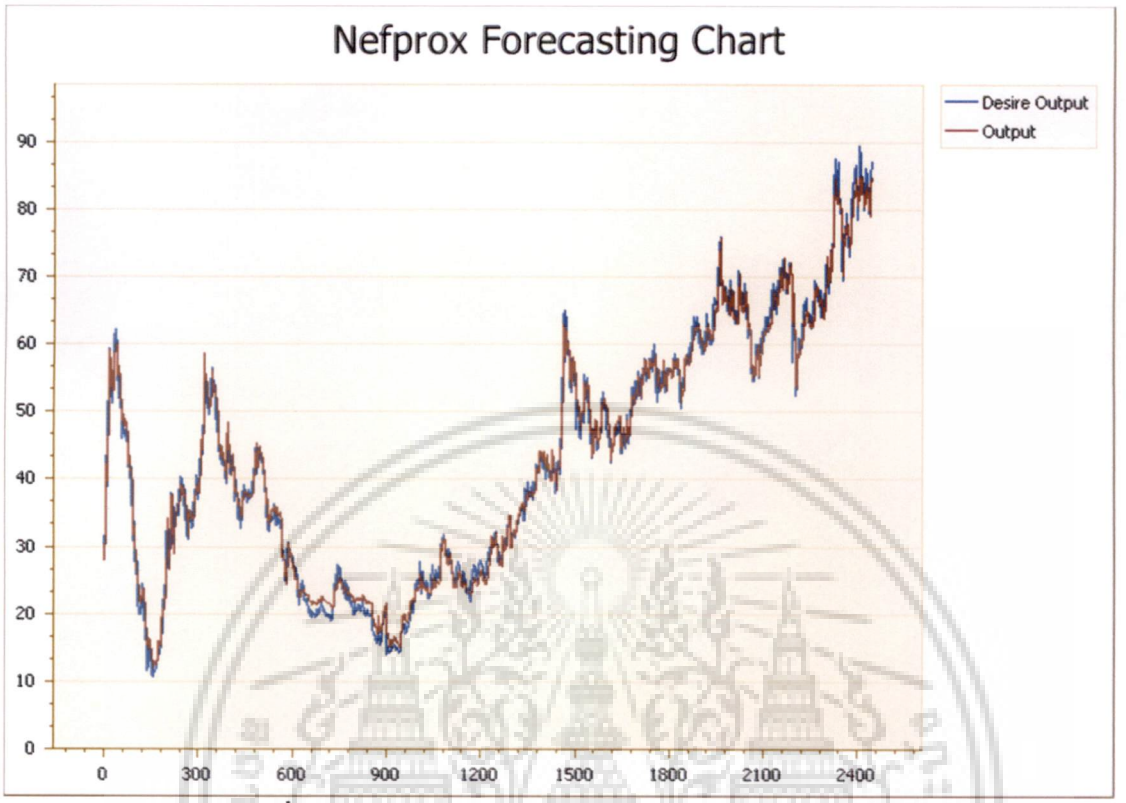
ภาพที่ 4.30 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 7



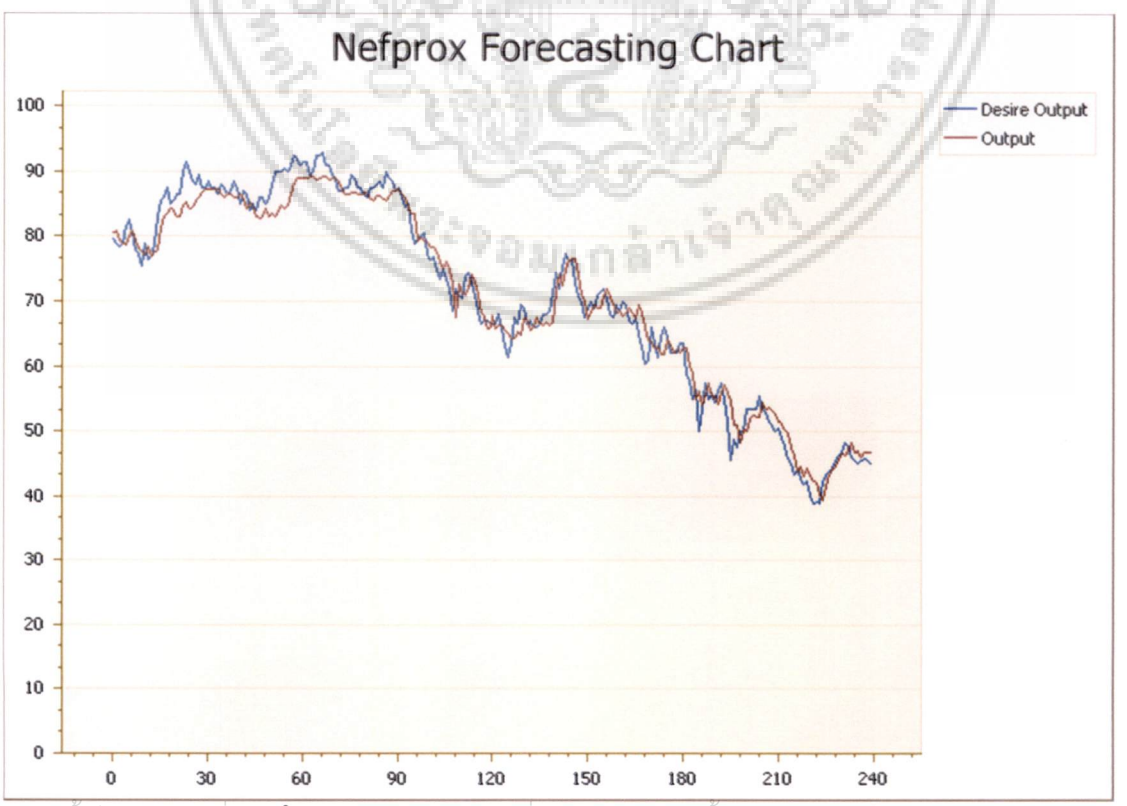
ภาพที่ 4.31 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 ผลการทดสอบแบบจำลองที่ 8

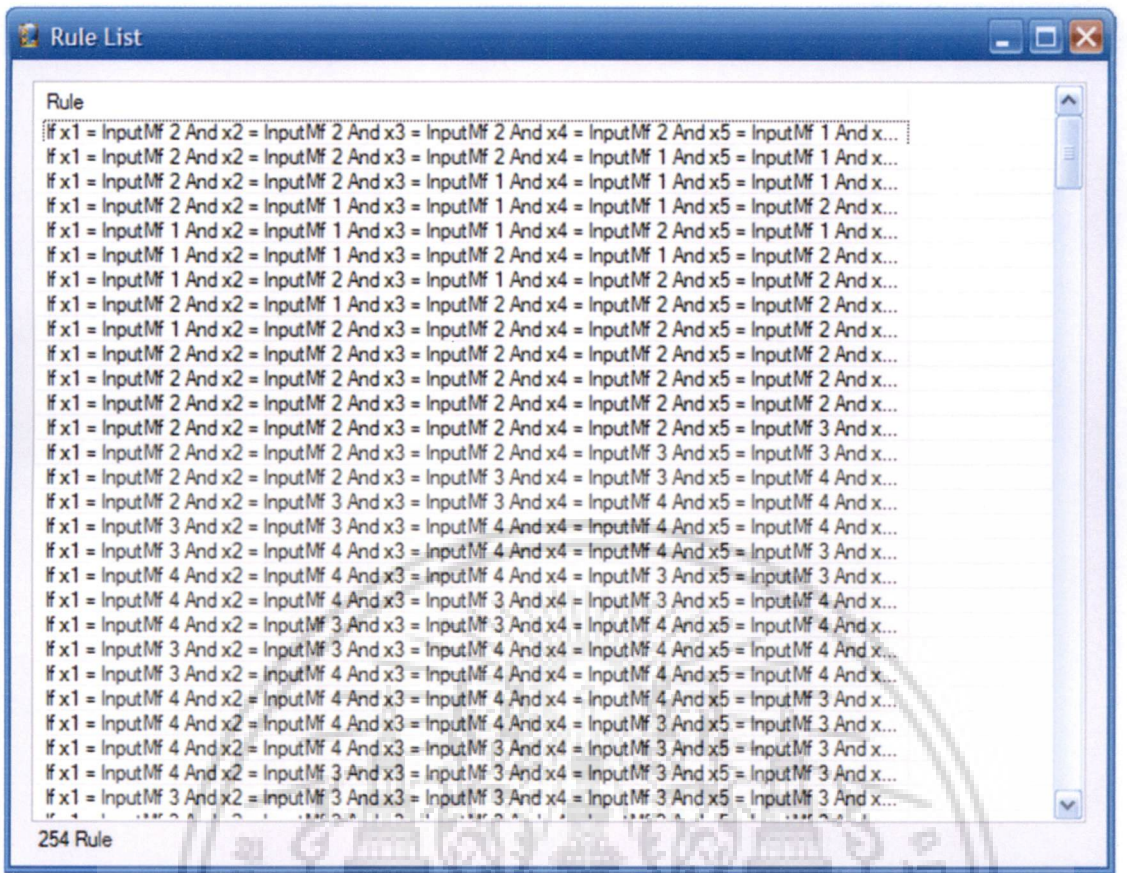


ภาพที่ 4.32 ผลการฝึกสอนโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 8



ภาพที่ 4.33 ผลการทดสอบโครงข่ายของแบบจำลองแบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.34 กฎที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองแบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการทำนายราคาหุ้นโดยใช้โครงข่ายนิวโรฟัซซีในโครงงานนี้ ผู้ศึกษาจะสรุปผลการศึกษาในประเด็นต่างๆดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลการทดลองแบบจำลอง

จากการทดสอบแบบจำลองทั้ง 8 แบบ โดยจะทำการเปรียบเทียบทีละคู่ โดยที่ผู้ศึกษาจะเปรียบเทียบผลลัพธ์ใน 3 ลักษณะคือ

1. เปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่จำนวนของตัวแปรภาษาต่างกัน
2. เปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน แต่ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกต่างกัน
3. เปรียบเทียบแบบจำลองที่มี จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่มีจำนวนโหนดของข้อมูลนำเข้าต่างกัน

จากการเปรียบเทียบใน 3 ลักษณะดังกล่าวจะสามารถกำหนดการเปรียบเทียบของแต่ละแบบจำลองได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่จำนวนของตัวแปรภาษาต่างกัน

เปรียบเทียบแบบจำลอง	แบบจำลองที่ชนะ
แบบจำลองที่ 1 กับ แบบจำลองที่ 2	2
แบบจำลองที่ 3 กับ แบบจำลองที่ 4	4
แบบจำลองที่ 5 กับ แบบจำลองที่ 6	6
แบบจำลองที่ 7 กับ แบบจำลองที่ 8	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีโหนดข้อมูลนำเข้าจำนวนเท่ากัน จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน แต่ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกต่างกัน

เปรียบเทียบแบบจำลอง	แบบจำลองที่ชนะ
แบบจำลองที่ 1 กับ แบบจำลองที่ 3	3
แบบจำลองที่ 2 กับ แบบจำลองที่ 4	4
แบบจำลองที่ 5 กับ แบบจำลองที่ 7	7
แบบจำลองที่ 6 กับ แบบจำลองที่ 8	8

ตารางที่ 5.3 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองที่มี จำนวนของตัวแปรภาษาเท่ากัน ประเภทของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกชนิดเดียว แต่มีจำนวนโหนดของข้อมูลนำเข้าต่างกัน

เปรียบเทียบแบบจำลอง	แบบจำลองที่ชนะ
แบบจำลองที่ 1 กับ แบบจำลองที่ 5	5
แบบจำลองที่ 2 กับ แบบจำลองที่ 6	2
แบบจำลองที่ 3 กับ แบบจำลองที่ 7	3
แบบจำลองที่ 4 กับ แบบจำลองที่ 8	4

จากตารางการเปรียบเทียบทั้ง 3 ลักษณะสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบของแต่ละแบบจำลองออกมาในรูปแบบของคะแนน ซึ่งแบบจำลองที่ชนะจากการเปรียบเทียบจะนับเป็น 1 คะแนน โดยผลจะแสดงดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 5.4 ผลคะแนนการเปรียบเทียบใน 3 ลักษณะ

แบบจำลองที่	คะแนนการชนะ
1	0
2	2
3	2
4	3
5	1
6	1
7	1
8	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองแบบที่ 4 เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสังเกตุได้จากกราฟจะพบว่าแบบจำลองแบบที่ 4 สามารถพยากรณ์ราคาหุ้นออกมาได้ใกล้เคียงกับราคาหุ้นจริงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่นๆ จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองแบบที่ 4 นั้นมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่สุดจาก 8 แบบจำลองที่ผู้ศึกษาได้ทดลอง

ซึ่งจากการผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองต่างๆ ทำผู้ศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่เหมาะกับการพยากรณ์ราคาหุ้นมากที่สุดคือ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบระฆังคำ่ (GAUSSIAN) เพราะจากการเปรียบเทียบผลตามตางรางที่ 5.2 จะพบว่าแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเป็นแบบจำลองที่ใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบระฆังคำ่ (GAUSSIAN) ทั้งหมด
2. จำนวนของตัวแปรภาษาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพยากรณ์ราคาหุ้น เพราะจากการทดลองตามผลในตารางที่ 5.1 นั้นแบบจำลองที่มีจำนวนตัวแปรภาษาเยอะกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากกว่า
3. จำนวนโหนดข้อมูลนำเข้าไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่การที่แบบจำลองมีจำนวนโหนดข้อลมูลนำเข้าเยอะนั้นจะส่งผลในเรื่องของความเร็วในการฝึกสอน เพราะการที่มีจำนวนโหนดข้อมูลนำเข้าเยอะยิ่งส่งผลให้มีการสร้างกฎมากขึ้นเยอะเกินความจำเป็น และยังทำให้แบบจำลองนั้นๆยึดติดกับข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนจนมากเกินไปทำให้เมื่อนำไปพยากรณ์แล้วทำให้ผลการพยากรณ์นั้นถูกต้องน้อยลง

5.1.2 โครงข่ายนิวโรฟัซซี

โครงข่ายนิวโรฟัซซีเป็นการนำฟัซซีลอจิก และนิวรอนเนทเวิร์คมาทำงานร่วมกันจึงทำให้เป็นโครงข่ายที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่มีคำตอบตายตัว และมีความสามารถในการสร้างกฎขึ้นเองจากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน และยังมีความสามารถในการเรียนรู้ปรับตัวไปตามสถานการณ์ต่างๆจึงทำให้เป็นโครงข่ายที่ทำงานได้ประสิทธิภาพมากกว่า ฟัซซีลอจิก และนิวรอนเนทเวิร์ค ดังนั้นโครงข่ายนิวโรฟัซซีจึงเหมาะกับการนำมาใช้แก้ปัญหาในด้านของการพยากรณ์ราคาหุ้น เพราะด้วยการเคลื่อนไหวขึ้นลงของราคาหุ้นนั้นไม่มีรูปแบบตายตัวหรือไม่มีกฎเกณฑ์มาเป็นตัวกำหนดการเคลื่อนไหวของราคาหุ้น จึงต้องใช้โครงข่ายนิวโรฟัซซีเรียนรู้ โดยที่โครงข่ายนิวโรฟัซซีเรียนรู้รูปแบบการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นจากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนเพื่อสร้างรูปกฎและรูปแบบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ ซึ่งจากผลการทดลองการพยากรณ์ราคาหุ้นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าโครงข่ายนิวโรฟัซซีสามารถที่จะพยากรณ์ราคาได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับราคาหุ้นที่เกิดขึ้จริง โดยเฉพาะการทำนายแนวโน้มการเคลื่อนไหวขึ้นลงของราคาหุ้น

5.1.3 แอปพลิเคชั่น

ในส่วนของแอปพลิเคชั่นพัฒนาขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยี C#.NET ทำให้ได้แอปพลิเคชั่นที่น่าใช้งาน เพราะ C#.NET มีเครื่องมือที่เพียบพร้อม และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นได้เป็นอย่างดี บวกกับการออกแบบแอปพลิเคชั่นที่เน้นไปในทางด้านการใช้งานที่ต้องใช้งานได้ง่ายเพื่อเป็นประโยชน์ในการใช้งานมากกว่า ทั้งนี้การแสดงผลลัพธ์ของแอปพลิเคชั่นจะอยู่ในรูปแบบของกราฟแสดงการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง เพื่อความสะดวกในการตีความผลลัพธ์ของผู้ใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้ศึกษาจะขอนำเสนอข้อเสนอแนะในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะด้านโครงข่ายนิวโรฟัซซี

ในการศึกษาการพยากรณ์ราคาหุ้นในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพียงเฉพาะปัจจัยทางด้านราคาหุ้นเพียงปัจจัยเดียว ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะมีปัจจัยในหลายด้านที่มีอิทธิพลส่งผลให้ราคาหุ้นเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการที่จะเพิ่มปัจจัยต่างๆเข้าไปเป็นตัวแปรต่อราคาในโครงข่ายอาจจะทำให้การพยากรณ์ราคาหุ้นมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะด้านแอปพลิเคชั่น

โดยหลักแล้วแอพลิเคชั่นนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพยากรณ์ราคาหุ้นเป็นหลัก แต่โครงข่ายนิวโรฟัซซีนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ในด้านอื่นได้อีก ผู้ศึกษาจึงเห็นว่าสามารถที่จะปรับปรุงแอปพลิเคชั่นให้รองรับการใช้งานในด้านอื่นได้ด้วย โดยการปรับปรุงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน อีกทั้งอาจเพื่ออัลกอริทึมแบบอื่นเข้าไปอีกเพื่อให้แอปพลิเคชั่นมีความสามารถมากขึ้น และเพิ่มเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานด้านการจัดการข้อมูลเข้าเพื่อให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชั่นมีความสะดวกมากขึ้นในการจัดการข้อมูลต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พยุง สีสัจ. 2551. เอกสารประกอบการเรียนการสอนเรื่อง **"fuzzy system and neural network"** มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารพระนครเหนือ.

พัชรี สมนึก. 2545. สัมมนา **"ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบฟัซซี"** มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พุธพงษ์ พงษ์ธรรมรักษ์. 2547. สัมมนา **"ทฤษฎีฟัซซีลอจิก"** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อังคณา รัตติทิวาพาณิชย์. 2547. วิทยานิพนธ์ **"การจัดกลุ่มรูปแบบโดยใช้อัลกอริทึมแบบนิวโร-ฟัซซี"** มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

J. S. Jang. May 1993 **"ANFIS: Adaptive-network based fuzzy inference Systems"** IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics.

Detlef Nauck and Rudolf Kruse. 1998. **"Neuro-Fuzzy Approach to Obtain Interpretable Fuzzy Systems for Function Approximation"** IEEE Transactions on Systems.

Negnevitsky, M. 2002. **"Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems"** Addison Wesley Harlow England.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายบัญชา พันสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527
ที่อยู่	9/1 ม.6 ต.สองคลอง อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130
ประวัติการศึกษา	2549 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ คณะบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ.2549 – 2551 บริษัท ไทยอาซาฮี

พ.ศ.2553 – 2554 บริษัท คิวเอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้