

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบพยากรณ์ราคายางพาราโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมและ  
ฟัซซีลอจิก

RUBBER PRICE FORECASTING USING NEURUL NETWORK AND  
FUZZY LOGIC

โดย



T131427



กท.  
๖๙๑๖  
๒๕๕๕

เลขหมู่.....**131427**  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....**2**..สิ.ย..2557

b. ๗๒๖๑๐๖๑๑  
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาระดับ 2  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**RUBBER PRICE FORECASTING USING NEURUL NETWORK AND  
FUZZY LOGIC**



**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE  
REQUIREMENTS OF THE COURSE  
INDEPENDENT STUDY 2  
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ 2012



**COPYRIGHT 2012**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAB**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบพยากรณ์ราคาขายพาราโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมและพีชชีลอจิก
นักศึกษา	นางสาว เวฬุพันธ์ จริงจิตร
รหัสนักศึกษา	52660518
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2555
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้แนะนำเสนอการพยากรณ์ราคาขายพารา โดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม แบ่งการเรียนรู้ของระบบเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน ซึ่งนำเอาขั้นตอนวิธีเชิงกรรมพันธ์มาช่วยเพื่อค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่ดีที่สุด โดยไม่ต้องอาศัยความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ส่วนการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 2 คือ การนำกฎเงื่อนไขพื้นฐานที่ได้จากขั้นแรกมาฝึกหัดระบบนิวโรฟัซซี เพื่อปรับค่าน้ำหนักให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับผลลัพธ์เป้าหมาย โดยการทดลองในการศึกษาอิสระนี้ใช้ข้อมูลทดลอง 1 ชุด คือราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 จำนวน 140 ข้อมูล มาเปรียบเทียบผลกับ การพยากรณ์ที่ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ ผลการทดลองพบว่า การพยากรณ์ด้วยเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีความแม่นยำมากกว่า การพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และใช้เวลาในการเรียนรู้สั้นกว่าอย่างเห็นได้ชัด

<b>Title</b>	Rubber Price Forecasting Using Neural Network and Fuzzy Logic
<b>Student</b>	Miss Weluphan Chingchit
<b>Student ID.</b>	52660518
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Information Technology
<b>Major</b>	Information System Technology
<b>Academic Year</b>	2012
<b>Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Arit Thammano

## ABSTRACT

This independent study proposes rubber price forecasting using Neuro-fuzzy technique and Genetic Algorithm. The learning processes of the proposed system are divided into 2 phases. Phase 1 of the learning process is to generate system's rule base. Genetic Algorithm is used to find the best system's rule base without the knowledge of experts. Phase 2 of the learning process uses the rule base derived from phase 1 for Neuro-fuzzy training. By doing so, System weights are adjusted to get the results nearby with the target results. The experiments in this independent study use 1 time series of Rubber Smoked Sheet grade 3 (RSS3) 140 data and the results of the proposed system are compared against the forecasting using back-propagation neural networks (BPNN) technique. The results show that the forecasting using Neuro-fuzzy technique and Genetic Algorithm is more accurate than the forecasting using back-propagation neural networks technique and obviously takes more time to learn.

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. อาริต ธรรมโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการศึกษาศาสตร์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาข้อชี้แนะและความช่วยเหลือจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำให้แก่ข้าพเจ้าตลอดการศึกษาที่ผ่านมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำการศึกษาอิสระฉบับนี้ได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณเจ้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ได้ให้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก และคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและคำปรึกษา เสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบุพการี บุคคลในครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนทุกๆ เรื่อง ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น หรือผู้ที่ทำการศึกษาไม่มากก็น้อย

เวฬุพันธ์ จริงจิตร

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ข้อยกเว้นและขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	3
1.6 การจัดเรียงหัวข้อในการเรียบเรียงโครงการ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 อนุกรมเวลา.....	5
2.2 เทคนิคการพยากรณ์.....	6
2.3 โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ.....	7
2.4 ทฤษฎีพีชคณิตและระบบพีชคณิต.....	14
2.5 ระบบนิเวศน์ไฟฟ้า.....	21
2.6 ทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึม.....	23
2.7 บทวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 การประยุกต์	
3.1 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับเทคนิคนิเวศน์ไฟฟ้า.....	30
3.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 1 การค้นหากฎพื้นฐานให้กับระบบนิเวศน์ไฟฟ้า.....	30
3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 2 การค้นหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับระบบนิเวศน์ไฟฟ้า.....	41
บทที่ 4 วิธีการดำเนินการ	
4.1 การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 การออกแบบอัลกอริทึม.....	44
4.3 การวางแผนและออกแบบหน้าจอสำหรับโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา.....	50
4.4 การพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา.....	52
4.5 การทำสอบโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา.....	52
บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน	
5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา.....	55
5.2 ผลการทดสอบโปรแกรมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์.....	63
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	64
6.2 สรุปผลการทดลอง.....	64
6.3 ข้อจำกัด.....	65
6.4 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....	6
2.2 โครงข่ายประสาททฤษฎี.....	8
2.3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม.....	8
2.4 Log-Sigmoid function .....	10
2.5 รูปแบบ Back-propagation neural network.....	11
2.6 ตรรกะแบบจริงเท็จ (บูลีนลอจิก) กับตรรกะแบบฟัซซี (ฟัซซีลอจิก).....	14
2.7 ตัวอย่างเซตแบบฉบับ.....	15
2.8 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซตผู้ที่ไม่แต่งงาน.....	15
2.9 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตทวินัยและเซตแบบฟัซซี.....	16
2.10 กราฟของแต่ละชนิดฟังก์ชันสามเหลี่ยม.....	17
2.11 กราฟของฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู.....	18
2.12 กราฟของฟังก์ชันเกาส์เซียน.....	18
2.13 ยูเนียนของฟัซซีเซต A และ B .....	18
2.14 Intersection ของฟัซซีเซต A และ B.....	19
2.15 Complement ของฟัซซีเซต A.....	19
2.16 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี.....	20
2.17 โครงสร้างของระบบนิวโรฟัซซี.....	21
2.18 วิธีอนุมานแบบ Mamdani (Max-Min) .....	22
2.19 แผนภาพกระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม.....	24
2.20 การแทนคำตอบของปัญหาด้วยโครโมโซมแบบ Binary Bit String.....	24
2.21 แบบจำลองการหมุนวงล้อ.....	25
3.1 โครงสร้างของโครโมโซมที่ใช้ในการทำงาน.....	30
4.1 หน้าจอสำหรับการฝึกสอนและการเรียนรู้ระบบแบบนิวโรฟัซซี.....	50

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 หน้าจอสำหรับการฝึกสอนและการเรียนรู้ระบบแบบโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ...51	
4.3 หน้าจอสำหรับการพยากรณ์.....51	
4.4 รูปแบบข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ.....53	
5.1 การเลือกเทคนิคที่จะใช้พยากรณ์.....56	
5.2 การเตรียมข้อมูล.....56	
5.3 รูปแบบข้อมูลนำเข้าระบบ.....57	
5.4 การเลือกไฟล์เข้าสู่ระบบ.....57	
5.5 ข้อมูลหลังการนอร์มอลไลเซชันแล้ว.....58	
5.6 หน้าหลักของการฝึกสอนและการทดสอบระบบ.....58	
5.7 กราฟเปรียบเทียบผลที่ได้จากการฝึกสอนระบบ..... 60	
5.8 ไฟล์รูปแบบการฝึกสอน.....61	
5.9 กราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการทดสอบระบบ.....61	
5.10 การพยากรณ์ราคาขายพารา.....62	

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธุรกิจการซื้อขายยางพาราเป็นธุรกิจหนึ่งที่มีคนเป็นจำนวนมากให้ความสนใจ เนื่องจากยางพาราเป็นสินค้าเกษตรที่ทำรายได้จากการส่งออกให้กับไทยในแต่ละปีเป็นอย่างมาก เช่น ปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางธรรมชาติ ปี พ.ศ 2555 ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน มีปริมาณถึง 1,465,106,494 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 145,537,143,335 บาท และจากภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันมีความผันผวนตลอดเวลาอันเนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่น สถานการณ์เศรษฐกิจโลก ราคาน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงค่าเงิน อัตราดอกเบี้ย ภาวะการเมืองทั้งภายนอกและภายในประเทศ เป็นต้น ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการลงทุนทำให้มีความเสี่ยงเกิดขึ้น ดังนั้นนักลงทุนจึงหาวิธีการที่จะลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นนั้น การพยากรณ์จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงด้านราคาสินค้า และเพราะการพยากรณ์เป็นการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในบางครั้งค่าพยากรณ์ก็อาจใกล้เคียงหรือถูกต้อง ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูล

เทคนิคการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันมีหลายเทคนิคด้วยกัน แต่ละเทคนิคก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป อย่างเช่น เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มีรูปแบบการพยากรณ์เป็นลักษณะกล่องดำ (Black Box) มีจุดเด่นด้านการเรียนรู้จากข้อมูล สามารถปรับแต่งความรู้ที่ซ่อนอยู่ภายในเครือข่ายที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่หนาแน่น ส่งผ่านข้อมูลที่จะประมวลผลจากอินพุต ไปยังเอาต์พุตแบบขนาน การประมวลผลของโครงข่ายประสาทเทียมจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมมีรูปแบบการพยากรณ์เป็นลักษณะกล่องดำ จึงมีข้อเสียในการตีความหาเหตุผล ไม่สามารถอธิบายการได้มาของเอาต์พุตที่ปรากฏจากโครงข่าย และอีกเทคนิคก็คือ ระบบฟัซซี โดยฟัซซีลอจิกมีข้อดีในเรื่องการมีเหตุผลเชิงตรรกะ โครงสร้างของระบบฟัซซีสามารถเข้าใจได้ เนื่องจากสามารถตีความได้ในรูป If-Then และนอกจากนั้นฟัซซีลอจิกยังช่วยในการตัดสินใจที่คลุมเครือที่ยอมให้การตัดสินใจเป็นแบบบางส่วน ไม่ใช่ผิดหรือถูกเพียงสองสถานะ แต่ระบบฟัซซีก็มีข้อเสียคือ ไม่มีกระบวนการเรียนรู้ในการปรับแต่ง โครงสร้างซึ่งกฎเงื่อนไขพื้นฐานและตัวแปรต่างๆ ในตัวระบบเอง โดยโครงสร้างของระบบจะถูกกำหนดโดยผู้มีความรู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับการพยากรณ์ราคายางพารา ที่สามารถเรียนรู้และค้น โครงสร้างที่เหมาะสมกับข้อมูลที่จะพยากรณ์ได้เอง โดยอาศัยข้อมูลราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางพาราในอดีต ไม่ต้องอาศัยความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ โดยจะนำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ (Back-Propagation Neural Networks: BPNN) เทคนิคนิวโรฟัซซี (Neuro-Fuzzy) และ เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) ซึ่งมีจุดเด่นในด้านการค้นหาจุดที่เหมาะสมที่สุดมาช่วยในการค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ราคายางพาราให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ประยุกต์ใช้หลักการโครงข่ายประสาทเทียม และหลักการฟัซซีลอจิก
- 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมพยากรณ์ราคายางพาราซึ่งมีลักษณะข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และเทคนิคนิวโรฟัซซี ที่ใช้หลักการของเจเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการ ค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน
- 3) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำของ โปรแกรมการพยากรณ์ราคา ยางพาราที่สร้างขึ้นจากทั้ง 2 เทคนิค

## 1.3 ข้อยกเว้นและขอบเขตของการศึกษา

- 1) ศึกษาทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ ฟัซซีลอจิกและระบบฟัซซีและหลักการของเจเนติกอัลกอริทึม
- 2) พัฒนาโปรแกรมพยากรณ์ราคายางพาราโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึมในการค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน
- 3) ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบจะต้องอยู่ในรูปแบบของ Text File
- 4) ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนระบบและทดสอบระบบเป็นข้อมูลแบบ offline โดยใช้ข้อมูลราคา ยางพาราแผ่นรมควันชั้น 3 ของไทยเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2544 ถึง เดือน สิงหาคม ปีพ.ศ. 2555 จำนวนทั้งหมด 140 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาและจัดทำโครงการงานนี้ต่อตัวผู้พัฒนาระบบ

- 1) ได้ศึกษาและเข้าใจกระบวนการการพยากรณ์ข้อมูล โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และเทคนิคนิวโรฟิวส์ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม
- 2) ได้ศึกษาและเข้าใจการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์รายทางพารา

## 1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนด จึงได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานไว้ ดังนี้

- 1) ศึกษาทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ ทฤษฎีฟิวส์ลอคจิกและเจเนติกอัลกอริทึม
- 2) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตามหลักการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ
- 3) ทดสอบการใช้งาน โปรแกรมตามหลักการ โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับเพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการแก้ไข
- 4) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตามหลักการทำงานแบบนิวโรฟิวส์ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม
- 5) ทดสอบการใช้งาน โปรแกรมตามหลักการทำงานแบบนิวโรฟิวส์ร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการแก้ไข
- 6) เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และสรุปผลการทดลอง
- 7) เรียบเรียงเอกสารประกอบการศึกษา

## 1.6 การจัดเรียงหัวข้อในการเรียบเรียงโครงการงาน

โครงการฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน กล่าวคือ

- 1) บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของการศึกษา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ข้อจำกัดและขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา รวมถึงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน
- 2) บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์รายทางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) บทที่ 3 กล่าวถึงการประยุกต์เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับเทคนิคนิวโรฟัซซี
- 4) บทที่ 4 กล่าวถึงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานต่างๆ
- 5) บทที่ 5 กล่าวถึงผลการดำเนินงานในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมพยากรณ์ราคา  
ยางพารา
- 6) บทที่ 6 กล่าวถึงบทสรุปของผลการทดลองและข้อเสนอแนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 อนุกรมเวลา (Time Series)

อนุกรมเวลา คือ กลุ่มของข้อมูลที่เก็บรวบรวมในช่วงระยะเวลาที่เท่ากันและต่อเนื่องกัน อาจจะเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี จะเรียกว่า ข้อมูลอนุกรมเวลา ตัวอย่างเช่น ยอดเงินฝากกรายไตรมาสของธนาคารแห่งหนึ่ง ยอดขายสินค้ารายวันของร้านค้าแห่งหนึ่ง จำนวนคนว่างงานในแต่ละปี

การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นการศึกษาลักษณะธรรมชาติของข้อมูล ซึ่งเป็นการศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับเวลา โดยข้อมูลจะเป็นตัวแปรตาม และเวลาจะเป็นตัวแปรอิสระ รูปแบบของอนุกรมเวลาอาจอยู่ในรูปแบบการคูณหรือรูปแบบการบวก และนำรูปแบบของอนุกรมเวลาไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ค่าข้อมูลในอนาคต ประโยชน์ของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานหลายๆด้าน เพื่อประเมินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและธุรกิจที่ผ่านมาเพื่อการวางแผนกิจกรรมในอนาคต เช่น ห้างสรรพสินค้าเก็บข้อมูลการขายสินค้าในแต่ละวันเพื่อวางแผนการขายและเก็บสต็อกสินค้า หน่วยงานทางการศึกษาเก็บข้อมูลอัตราค่าจ้างของอาจารย์เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการเพิ่มหรือลดอัตราค่าจ้างของอาจารย์ โรงงานผลิตเก็บรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมได้ในช่วงระยะเวลาที่เท่ากันจะมีค่าเปลี่ยนแปลงซึ่งจะเป็นตัวแปรตาม ส่วนระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงจะเป็นตัวแปรอิสระ สาเหตุที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเปลี่ยนแปลงจะเรียกว่า ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Components of a time series) ซึ่งจะประกอบด้วยสาเหตุ 4 ชนิด ดังนี้

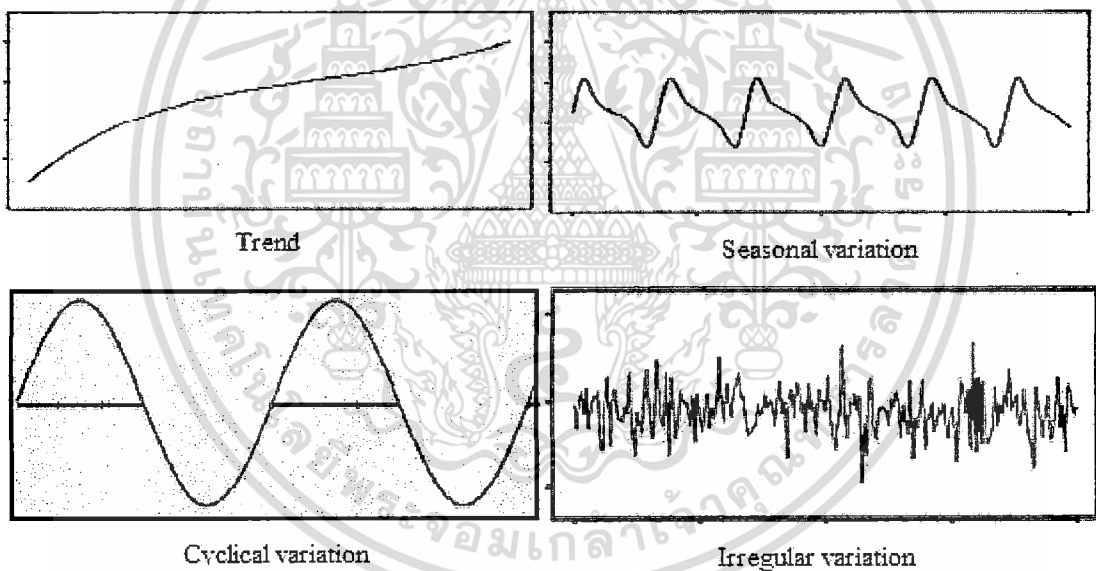
**2.1.1 แนวโน้ม (Trend)** เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเปลี่ยนแปลงในระยะเวลายาวมากกว่าหนึ่งปี การเปลี่ยนแปลงอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง การเปลี่ยนแปลงอาจจะเป็นไปอย่างรวดเร็วหรือช้าๆ ลักษณะแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอาจจะเป็นเชิงเส้น เส้นโค้งพาราโบลาหรือเส้นโค้งเอ็กโปเนนเชียล ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงของยอดขายเครื่องคอมพิวเตอร์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงของดอกเบี้ยเงินฝากซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

**2.1.2 การแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal variation)** เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ อาจจะเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายไตรมาส เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเรียกช่วงระยะเวลาที่ว่า ฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน ในรอบของช่วงเวลาที่ไม่เกินหนึ่งปี ค่าที่วัดการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เรียกว่า ดัชนีฤดูกาล โดยค่านี้จะถูกนำไปใช้ในการพยากรณ์ตามรูปแบบต่างๆ ต่อไป

**2.1.3 การแปรผันตามวัฏจักร (Cyclical variation)** เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงซ้ำๆกัน ในช่วงระยะเวลาที่ยาวนานกว่าการแปรผันตามฤดูกาล ช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ตัวอย่างเช่น ปริมาณการซื้อขายที่ดินในช่วงภาวะเศรษฐกิจเฟื่องฟูปริมาณการซื้อขายสูงมาก เมื่อสภาวะเศรษฐกิจถดถอยปริมาณการซื้อขายลดลง ปริมาณการซื้อขายที่ดินขึ้นๆลงๆเป็นวัฏจักรที่มีระยะเวลามากกว่า10 ปี

**2.1.4 การแปรผันผิดปกติ (Irregular variation)** เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเปลี่ยนแปลงขึ้นและลง ในช่วงระยะเวลาที่ไม่แน่นอน มักเกิดในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งเกิดจากเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนได้ล่วงหน้า ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์น้ำท่วมพื้นที่ทำสวนผักทำให้ผักมีราคาสูงขึ้น เหตุการณ์สงครามในประเทศผลิตน้ำมันทำให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกสูงขึ้น เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

## 2.2 เทคนิคการพยากรณ์

โดยทั่วไปจะแบ่งเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecast) และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative forecast)

**2.2.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ** เป็นการพยากรณ์ที่ไม่ใช้ข้อมูลย้อนหลัง จะพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ เช่น ลางสังหรณ์ ประสบการณ์ ความชำนาญ ตลอดจนระบบต่างๆ ที่มีคุณค่าเพื่อนำไปสู่การพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ** เป็นการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์และสถิติแบบต่างๆ มาสร้างเป็นตัวแบบ (Model) ด้วยการใช้ข้อมูลในอดีตหรือข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันมาทำการพยากรณ์ค่าของข้อมูลชุดนั้นในอนาคต สามารถแบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ๆคือ

- 1) **เทคนิคการพยากรณ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series models)** ตัวแบบประเภทนี้มีสมมติฐานอยู่ที่ว่า ที่มาของค่าพยากรณ์จะมาจากชุดข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในอดีตเป็นสำคัญ ซึ่งตัวแบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อค้นหารูปแบบในชุดข้อมูลที่ผ่านมา โดยไม่พิจารณาตัวแปรอื่นๆ แต่จะทำการแยกข้อมูลอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนๆ แล้วทำการวิเคราะห์แต่ละส่วนเช่น การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Averages Analysis) เป็นต้น
- 2) **เทคนิคการพยากรณ์เชิงความสัมพันธ์ของตัวแปร (Causal model or associative model)** ตัวแบบประเภทนี้จะพิจารณาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสิ่งที่ต้องการพยากรณ์ ดังนั้น ในตัวแบบของการพยากรณ์แบบนี้จะรวบรวมตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการพยากรณ์ไว้ในตัวแบบ เพื่อที่จะบอกว่าตัวแบบหรือปัจจัยเหล่านั้นจะสามารถอธิบายค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไรตัวแบบประเภทนี้มักจะใช้หลักการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis)

## 2.3 โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ (Back-Propagation Neural Networks)

### 2.3.1 หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม

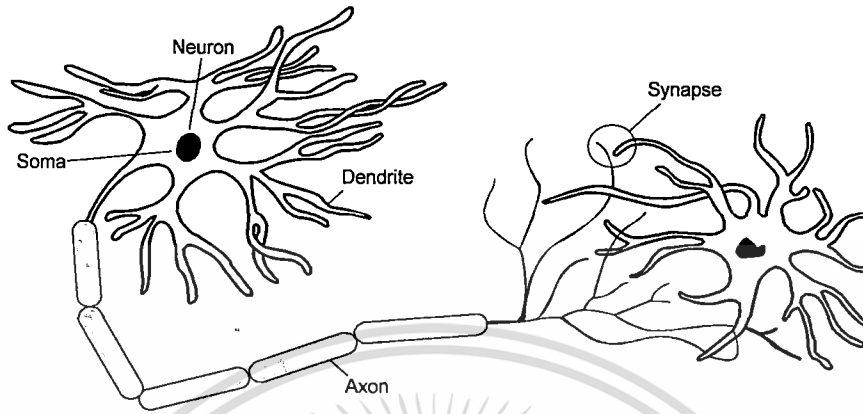
โครงข่ายประสาทเทียม เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานมาจากการสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป (Pattern Recognition) และการอุปมาความรู้ (Knowledge Deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์

สมองมนุษย์ประกอบด้วยกลุ่มของเซลล์ประสาทที่เชื่อมต่อกันอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งถูกเรียกว่า เซลล์ประสาท (Neuron) โดยเซลล์ประสาทรุ่นนั้นประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

- 1) **ปลายประสาท (Dendrite)** ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลและป้อนข้อมูลเข้าไปให้กับตัวเซลล์ โดยส่งข้อมูลเป็นคลื่นไฟฟ้า
- 2) **ตัวเซลล์ (Soma)** ทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูล หรือจัดเก็บข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามา จากนั้นทำการคำนวณและประมวลผล เสร็จแล้วส่งผลลัพธ์นั้นไปยังแกนประสาทนำออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) แกนประสาทนำออก (Axon) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล นำไปแสดงเป็นผลลัพธ์ตามต้องการ

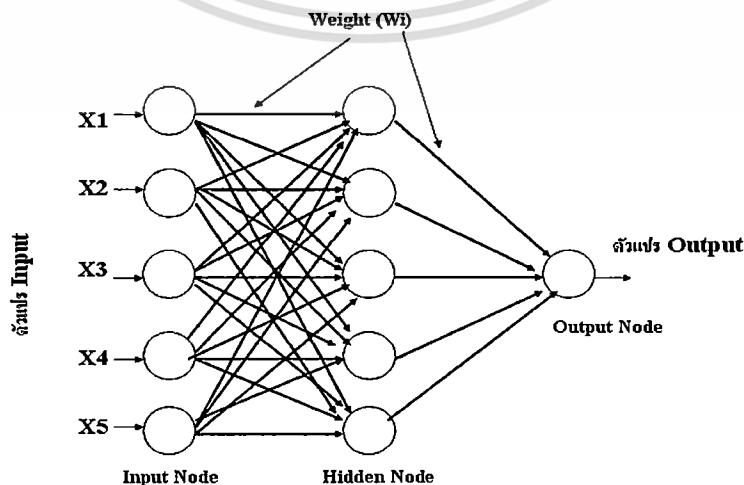


รูปที่ 2.2 โครงข่ายประสาทมนุษย์

ในแต่ละเซลล์ประสาทจะเชื่อมต่อกัน ณ จุดประสานประสาท (Synapses) โดยจะส่งสัญญาณประสาทแพร่จากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอื่นด้วยปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า สารเคมีถูกปล่อยจากจุดประสานประสาททำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับไฟฟ้าภายในเซลล์ เมื่อระดับไฟฟ้าภายในเซลล์เพิ่มถึงระดับสูงสุดแล้วทำให้เกิดการสั้นสะเทือนในเซลล์ แล้วจึงถูกส่งออกไปผ่านทางแกนประสาทนำออก การสั้นสะเทือนนั้นกระจายไปจนถึงจุดประสานประสาท ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับการสั้นสะเทือน

### 2.3.2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม มีโครงสร้างคล้ายกับสมองของมนุษย์แต่มีเส้นประสาทน้อยกว่า ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลักประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

### 1) หน่วยประมวลผลข้อมูล (Processing units) หรือ โหนด

โดยแต่ละโหนดสามารถมีอินพุตได้หลายค่า แต่มีเอาต์พุตได้เพียงค่าเดียว โดยสามารถจำแนกโหนด ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้

- ชั้นอินพุต (Input node : X) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกเข้ามา โดยจำนวนโหนดในชั้นนี้จะมีค่าเท่ากับจำนวนอินพุตที่รับเข้ามา ซึ่งอินพุตที่รับเข้ามานี้อาจเป็นค่าปกติหรือถูกปรับให้เป็นค่าที่อยู่ระหว่าง [0,1] หรือ [-1,1] ตามรูปแบบของโครงข่าย
- ชั้นซ่อน (Hidden node ) เป็นชั้นที่อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นอินพุตกับชั้นเอาต์พุต ทำหน้าที่รับและแปลงข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลต่อไปยังชั้นเอาต์พุต สามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น ตามความเหมาะสมของงานแต่ละงาน
- ชั้นเอาต์พุต (Output node : Y) เป็นชั้นที่ส่งค่าที่ได้จากการคำนวณและปรับค่าความผิดพลาด แล้วแสดงเป็นผลลัพธ์ออกนอกโครงข่ายตามต้องการ

### 2) ค่าน้ำหนัก (Weight)

เป็นค่าที่ใช้บอกว่าอินพุตที่เข้ามามีความสำคัญมากน้อยแค่ไหน ถ้าการเชื่อมต้อมีค่าน้ำหนักมาก อินพุตที่เข้ามามีความสำคัญมาก แต่ถ้าการเชื่อมต้อมีค่าน้ำหนักน้อย อินพุตที่เข้ามามีความสำคัญน้อย โดยค่าน้ำหนักนี้สามารถมีค่าเป็นจำนวนบวก หรือจำนวนลบก็ได้

### 3) ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function)

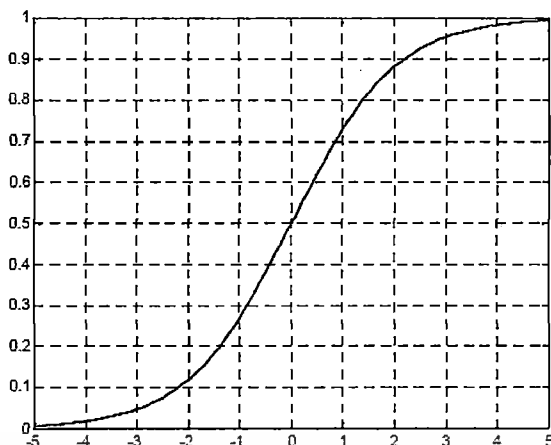
ฟังก์ชันถ่ายโอนมีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกัน เช่น ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบจำกัดแข็ง (Hard-limit step function) ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบจำกัดแข็งสมมาตร (Symmetric hard-limit function) ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear function) ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบลอคซิกมอยด์ (Log-Sigmoid function) ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบไฮเพอร์บอริกแทนเจนต์ซิกมอยด์ หรือแทนซิกมอยด์ (Hyperbolic tangent sigmoid function) และอื่น ๆ ฟังก์ชันถ่ายโอนที่ได้รับความนิยมคือ ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบลอคซิกมอยด์ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$f(n) = 1/(1 + \exp^{(-n)}) \quad (2.1)$$

โดยค่าที่ได้จากฟังก์ชันถ่ายโอนแบบลอคซิกมอยด์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 จากนั้นแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศในด้านต่างๆ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 Log-Sigmoid function

### 2.3.3 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบด้วยกัน คือการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) และการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)

#### 1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน

รูปแบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอนเริ่มด้วยการส่งสิ่งเร้าที่ใช้ในการสอนเข้าไปเป็นอินพุตในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมคำนวณหาค่าออกมาเป็นเอาต์พุต ซึ่งค่าเอาต์พุตที่หาได้ (Actual output) ออกมาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ (Target output) ซึ่งผู้สอน (Teacher) จะเป็นผู้สร้างขึ้น หากเอาต์พุตทั้งสองมีความแตกต่างกัน นั่นคือมีความคลาดเคลื่อน (Error) เกิดขึ้น ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณการปรับแต่งค่าน้ำหนัก (Weight) ต่างๆ ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนลงให้เหลือน้อยที่สุด โดยการปรับแต่งค่าน้ำหนักโดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนนี้ จะขึ้นอยู่กับกฎการเรียนรู้หรือขั้นตอนการคำนวณซึ่งเรียกว่า อัลกอริทึม (Algorithm) ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละอัลกอริทึมจะมีคุณลักษณะและสมรรถนะแตกต่างกัน วิธีการส่วนใหญ่ของการเรียนรู้แบบมีผู้สอนนี้จะดัดแปลงมาจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของเทคนิคการหาค่าเหมาะสม (Optimization technique)

#### 2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนั้น ไม่จำเป็นต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูลตัวอย่างในระหว่างการเรียนรู้ โครงข่ายประสาทเทียมจะได้รับข้อมูลกระตุ้นในรูปแบบต่างๆ และจะทำการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ เหล่านั้นเองตามต้องการ ผลตอบของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้ จะเป็นการระบุกลุ่มของข้อมูลที่ใส่เข้าไป โดยจะอิงกับวิธีการจัดกลุ่มซึ่งได้เรียนรู้จากข้อมูลที่โครงข่ายเคยพบมา เนื่องจากขั้นตอนการเรียนรู้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

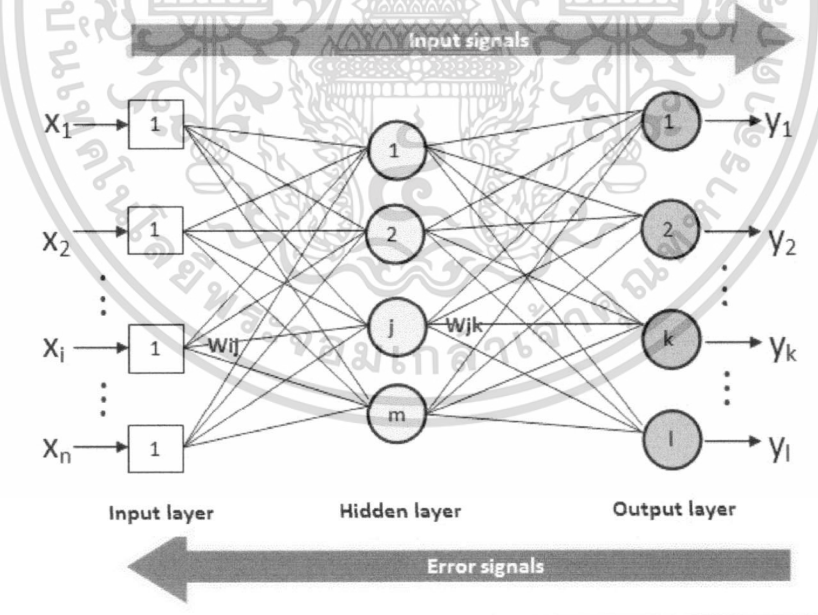
ไม่มีผู้สอนนี้จะมีการระบุกลุ่มของข้อมูลตัวอย่างก่อน เมื่อตัดสินใจได้แล้วว่า ข้อมูลใหม่มีลักษณะที่ควรจัดรวมเข้ากลุ่มใด หรืออาจถือเป็นกลุ่มใหม่ก็ได้ในกรณีที่เห็นว่าไม่ควรจัดเข้ากลุ่มใดเลย หลังจากนั้น จึงมีการปรับคุณลักษณะของกลุ่ม โดยการนำลักษณะของข้อมูลใหม่นี้มาช่วยกำหนดแนวทางการจัดด้วย ในการตัดสินใจว่าข้อมูลใหม่นี้ควรจัดรวมเข้ากลุ่มใด ในโครงข่ายประสาทเทียมบางชนิดอาจจะใช้วิธีการแข่งขันกันของกลุ่มต่างๆ ว่ากลุ่มใดควรได้ข้อมูลดังกล่าวไป การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะถูกเรียกว่า การเรียนรู้แบบแข่งขันกัน (Competitive Learning)

### 2.3.4 ทฤษฎีการแพร่ย้อนกลับ (Back propagation Algorithm)

การแพร่ย้อนกลับ เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทวิธีหนึ่ง เพื่อหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งแล้วนำมาปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้อาจขึ้นกับความแตกต่างของผลลัพธ์ที่คำนวณได้กับค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ

#### ขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายด้วยวิธีการแพร่ย้อนกลับ

ขั้นตอนในการแพร่ย้อนกลับ ที่นำมาสอนให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้นั้น จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นรับข้อมูล ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์ซึ่งมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 2.5 รูปแบบ Back-propagation neural network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

$i,j,k$  คือ โหนดในชั้นรับข้อมูล ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

$W_{ji}$  คือ ค่าน้ำหนักสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง โหนด  $i$  ในชั้นรับข้อมูล กับ โหนด  $j$  ในชั้นซ่อน

$W_{kj}$  คือ ค่าน้ำหนักสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง โหนด  $j$  ในชั้นซ่อน กับ โหนด  $k$  ในชั้นผลลัพธ์

- 1) กำหนดค่าน้ำหนักและขอบเขตของโครงข่ายโดยวิธีการกำหนดให้เป็นแบบสุ่มในช่วง  $[0,1]$
- 2) นำค่าอินพุต  $X_1(p), X_2(p), \dots, X_n(p)$  และค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ  $Y_{d,1}(p), Y_{d,2}(p), \dots, Y_{d,n}(p)$  มาทำการ

- คำนวณหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นซ่อน ตามสมการ

$$\text{out}_j = f(\text{sum}_j) \quad (2.2)$$

$$\text{sum}_j = \sum_{i=1}^n W_{ij} X_{pi} \quad (2.3)$$

เมื่อ  $n$  คือ จำนวนอินพุตโหนดในชั้นรับข้อมูล

$X_{pi}$  คือ ค่า Input Pattern ชุดที่  $p$  และค่าของข้อมูล  $i$  แลใช้ Sigmoid เป็น Activation function โดย

$$f(\text{sum}_j) = \frac{1}{1 + e^{-\text{sum}_j}} \quad (2.4)$$

- คำนวณผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเอาต์พุต

$$\text{out}_k = f(\text{sum}_k) \quad (2.5)$$

$$\text{sum}_k = \sum_{j=1}^m W_{kj} \text{out}_j \quad (2.6)$$

เมื่อ  $m$  คือ จำนวน Hidden node ในชั้นซ่อน และ ใช้ Sigmoid เป็น Activation function โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f(\text{sum}_k) = \frac{1}{1+e^{-\text{sum}_k}} \quad (2.7)$$

- 3) ทำการปรับค่าน้ำหนักโดยนำค่าความผิดพลาดกับค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น มาคำนวณหาค่าความผิดพลาดในชั้นผลลัพธ์ตามสมการ

$$e_k(p) = Y_{d,k}(p) - \text{out}_k(p) \quad (2.8)$$

- ปรับค่าน้ำหนักที่ชั้นผลลัพธ์ตามสมการ

$$W_{kj}(p+1) = W_{kj}(p) + \eta(Y_k(p) - \text{out}_k(p)) \text{out}_k(p)(1 - \text{out}_k(p)) \text{out}_j(p) \quad (2.9)$$

เมื่อ  $\eta$  คือ อัตราการเรียนรู้ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

- ปรับค่าน้ำหนักที่ชั้นซ่อนตามสมการ

$$W_{ji}(p+1) = W_{ji}(p) + \eta \sum_k (Y_k(p) - \text{out}_k(p)) \text{out}_k(p)(1 - \text{out}_k(p)) W_{kj}(p) \text{out}_j(p)(1 - \text{out}_j(p)) X_i(p) \quad (2.10)$$

- 4) ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 ซ้ำ โดยใช้ข้อมูลชุดที่  $p+1$  จนกระทั่งค่าผลรวมความผิดพลาดเป็นไปตามที่ต้องการ

### 2.3.5 ความผิดพลาดของการพยากรณ์

ความแม่นยำถูกต้องจากการพยากรณ์ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพยากรณ์ โดยความถูกต้องขึ้นอยู่กับผลต่างของค่าที่เกิดขึ้นในการพยากรณ์ โดยเกิดจากค่าผลลัพธ์ที่ต้องการลบกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ถ้าผลต่างกันนี้ไม่มีความต่างกันมากนัก ถือว่าตัวแบบนั้นมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลนั้นๆ แต่ถ้าผลต่างนั้นมีความต่างกันมาก ถือว่าตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์นั้นไม่เหมาะสม จึงควรทำการปรับเปลี่ยนตัวแบบพยากรณ์ให้เหมาะสมก่อนที่จะนำค่าไปใช้งาน

ค่าสถิติที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ที่นิยมใช้กันมากคือ

- 1) SSE (Sum Square Error) โดย

$$SSE = (\sum_{t=1}^n e_t^2) \quad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) MSE (Mean Square Error) โดย

$$\text{MSE} = (\sum_{t=1}^n e_t^2)/n \quad (2.12)$$

3) RMSE (Root Mean Square Error) โดย

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (2.13)$$

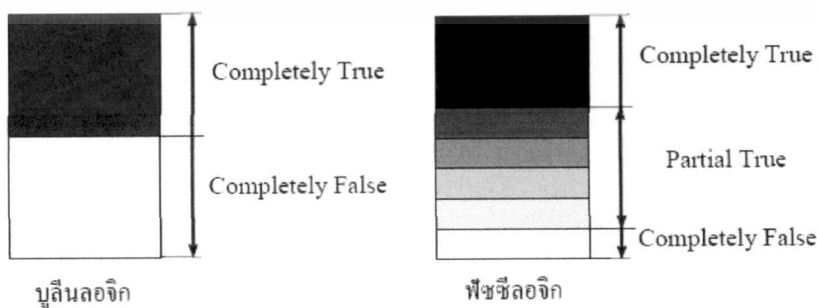
เมื่อ  $n$  คือจำนวนชุดข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

$e$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละครั้ง

## 2.4 ทฤษฎีฟัซซีเซตและระบบฟัซซี

### 2.4.1 พื้นฐานแนวคิดแบบฟัซซี

ตรรกะแบบฟัซซี (Fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในได้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely true) กับเท็จ (Completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตรรกะแบบจริงเท็จ (บูลีนลอจิก) กับตรรกะแบบฟัซซี (ฟัซซีลอจิก)

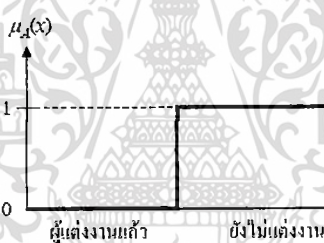
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.2 เซตแบบฉบับหรือแบบดั้งเดิม (Classical set)

ในเซตแบบฉบับ (Classical set) หรือเซตทวินัย (Crisp set) เป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1  $\{0, 1\}$  เท่านั้น เซตในทฤษฎีเซตแบบฉบับจะมีขอบเขตแบบแข็ง (Sharp boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตที่ตัดขาดจากกันแบบทันทีทันใด เซตแบบฉบับมีการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกตามแนวคิดเลขฐานสอง โดยที่ตัวแปรหนึ่ง ๆ จะมีค่าความเป็นสมาชิกเพียงสองค่า คือ 0 ไม่เป็นสมาชิก และ 1 เป็นสมาชิก ตัวอย่างเช่น เซตของกลุ่มแต่งงาน จะสามารถบอกได้ว่าอย่างแน่ชัดว่าเป็นกลุ่มผู้แต่งงานหรือไม่แต่งงาน



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างเซตแบบฉบับ



รูปที่ 2.8 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซตผู้ที่ไม่แต่งงาน

รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างของเซตย่อยสองเซต คือเซตของผู้ที่แต่งงานและเซตของผู้ที่ไม่แต่งงาน จะเห็นได้ว่าคนหนึ่งคนจะเป็นสมาชิกภาพได้เพียงเซตเดียวเท่านั้น แต่งานหรือไม่แต่งงาน ในภาพที่ 2.8 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตผู้ที่ไม่แต่งงาน จากภาพจะเห็นได้ว่า ผู้ที่แต่งงานแล้วจะมีค่าความเป็นสมาชิกในเซตของผู้ที่ไม่แต่งงานเป็น 0 ส่วนผู้ที่ไม่แต่งงานมีค่าความเป็นสมาชิกภาพของเซตผู้ที่ไม่แต่งงานเป็น 1 ค่าความเป็นสมาชิกของทั้งสองเซตจะตัดขาดจากกันอย่างทันทีทันใดรูปแบบคณิตศาสตร์ของเซตแบบฉบับมีรูปดังนี้

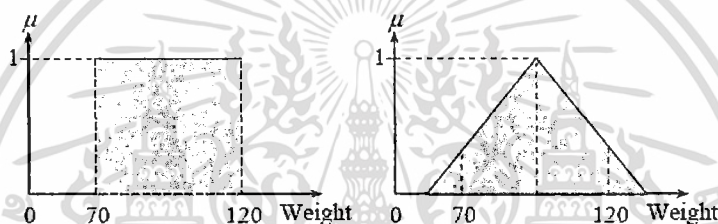
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (2.14)$$

เมื่อ  $A$  เป็นเซตแบบฉบับหรือเซตแบบทวินัย  $x$  เป็นสมาชิกในเซต  $\mu_A$  เป็นค่าความเป็นสมาชิกในเซต และ  $\mu_A(x)$  เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซต  $A$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 ฟัซซีเซต (Fuzzy Set)

ฟัซซีเซต เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบ ทฤษฎีฟัซซีเซตจะครอบคลุมทฤษฎีเซตแบบฉบับ โดยฟัซซีเซตยอมให้มีค่าความเป็นสมาชิกของเซตระหว่าง 0 และ 1 ในโลกแห่งความเป็นจริงเซตไม่ใช่มีเฉพาะเซตแบบฉบับเท่านั้น จะมีเซตแบบฟัซซีด้วย ฟัซซีเซตจะมีขอบเขตแบบฟัซซี ไม่ใช่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใดจากขาวเป็นดำ ตัวอย่างเช่น เซตของกลุ่มแต่งงานที่มีความสุข จะเห็นได้ว่าสมาชิกในเซตนี้จะไม่มีเฉพาะคู่แต่งงานที่มีความสุขระดับเดียวกันหมด บางคู่จะมีความสุขมาก บางคู่มีความสุขน้อย แตกต่างกันไป การใช้เซตแบบดั้งเดิมจึงไม่เหมาะสม ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความอ้วน นิยามคำว่าคนอ้วนในเซตทวินัยอาจกำหนดเป็นคนที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 70 ถึง 120 กิโลกรัม โดยนิยามแบบฟัซซีเซตอาจกำหนดเป็นคนที่มีความอ้วนประมาณ 80 กิโลกรัม ซึ่งเป็นการให้นิยามที่ไม่แสดงถึงขอบเขตที่แน่นอน



รูปที่ 2.9 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตทวินัยและเซตแบบฟัซซี

### 2.4.4 นิยามของฟัซซีเซต

กำหนด ให้  $X$  เป็นเซตที่ไม่ว่าง ฟัซซีเซต  $A$  สามารถแสดงลักษณะเฉพาะได้จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1] \quad (2.15)$$

เมื่อ  $\mu_A(x)$  สามารถตีความเป็นค่าของความเป็นสมาชิกภาพของตัวประกอบ  $x$  ในฟัซซีเซต สำหรับแต่ละ ฟัซซีเซต สามารถเขียนเป็นเซตของกลุ่มได้

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (2.16)$$

เมื่อ  $A$  หมายถึงฟัซซีเซต  $A$

$x$  หมายถึง สมาชิกของเซต (Set membership)

$\mu_A(x)$  หมายถึง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function)  $\mu_A(x)$

บางครั้งแทนด้วย  $A(x)$

$X$  หมายถึง เอกภพสัมพัทธ์ (Universe) หรือประชากร

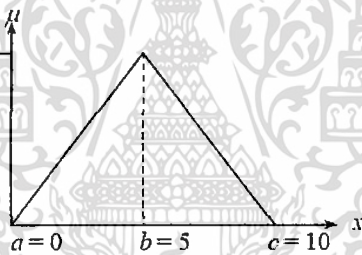
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยเริ่มจากการแทนที่กับตัวแทนที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นส่วนที่สำคัญต่อคุณสมบัติหรือการดำเนินการของฟัซซี เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด เช่น

- ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular membership function)

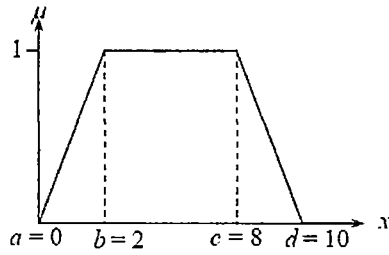
$$triangular(x : a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x > c \end{cases} \tag{2.17}$$



รูปที่ 2.10 กราฟของแต่ละชนิดฟังก์ชันสามเหลี่ยม

- ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal membership function)

$$trapezoidal(x : a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \\ 1 & b \leq x < c \\ (d-x)/(d-c) & c \leq x < d \\ 0 & x \geq d \end{cases} \tag{2.18}$$

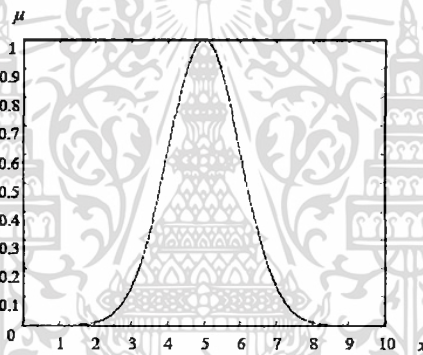


รูปที่ 2.11 กราฟของฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู

- ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian membership function)

$$gaussian(x : m, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

(2.19)



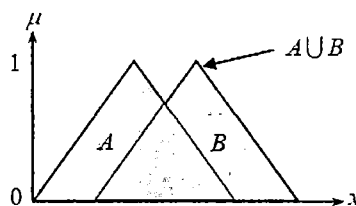
รูปที่ 2.12 กราฟของฟังก์ชันเกาส์เซียน

### 2.4.6 การดำเนินการทางฟัซซีเซต (Operations of Fuzzy Set)

การดำเนินการของฟัซซีเซตมีคุณสมบัติเหมือนกับเซตแบบดั้งเดิม มีการดำเนินการ (Operation) คือ Union, Intersection และ Complement

- ยูเนียน (Union) ของฟัซซีเซต จะเป็น OR operation ในสมการที่ (2.20) และรูปที่ 2.13

$$\begin{aligned} \mu_{A \cup B}(x) &= \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \\ &= \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \end{aligned} \tag{2.20}$$

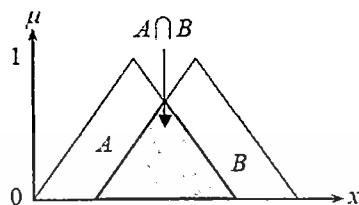


รูปที่ 2.13 ยูเนียนของฟัซซีเซต A และ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัย ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินเตอร์เซกชัน (Intersection) ของฟัซซีเซต จะเป็น AND operation ในสมการที่ (2.21) และรูปที่ 2.14

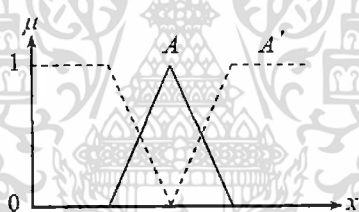
$$\begin{aligned}\mu_{A \cap B}(x) &= \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \\ &= \min(\mu_A(x), \mu_B(x))\end{aligned}\quad (2.21)$$



รูปที่ 2.14 Intersection ของฟัซซีเซต A และ B

- คอมพลิเมนต์ (Complement) ของฟัซซีเซต ในสมการที่ (2.22) และภาพที่ 2.15

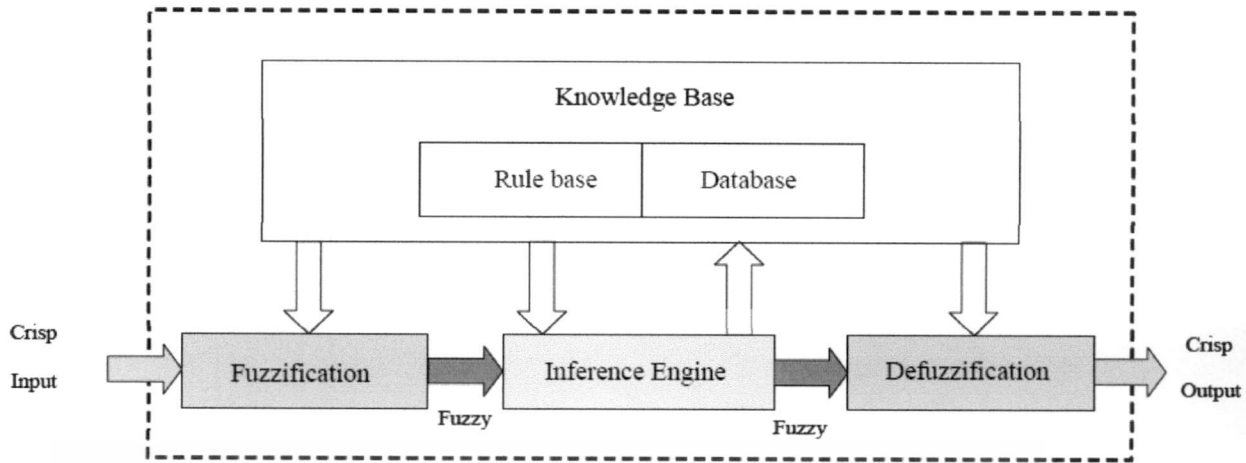
$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.22)$$



รูปที่ 2.15 Complement ของฟัซซีเซต A

#### 2.4.7 ระบบฟัซซี

ระบบฟัซซีมีโครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนดังนี้ ดังรูปที่ 2.16

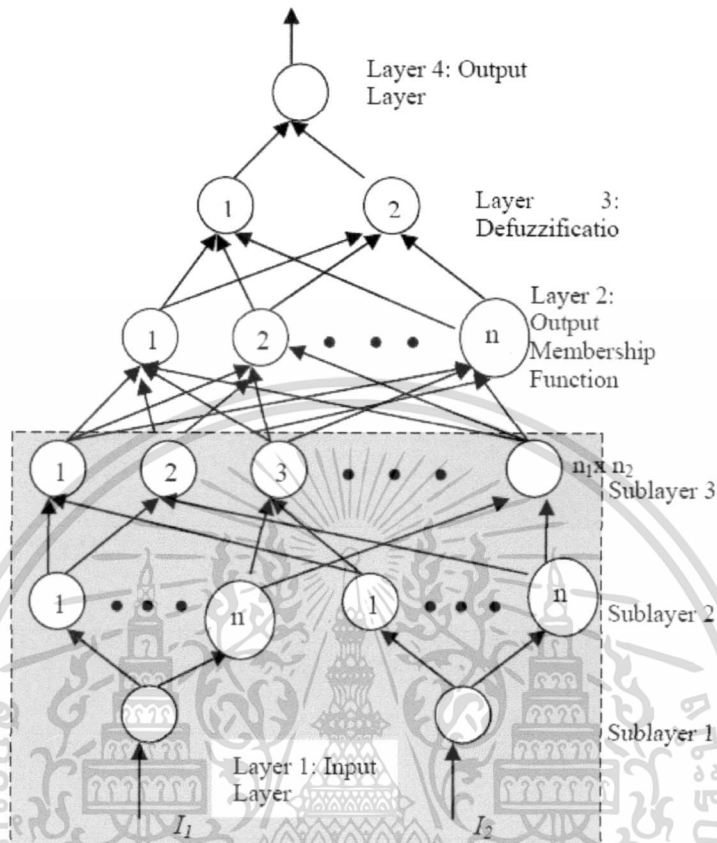


รูปที่ 2.16 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี

- 1) การแปลงอินพุตทั่วไป เปลี่ยนเป็นการอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี (Fuzzification) หรือในรูปแบบเซตฟัซซี หรือ เรียกว่าเป็นตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variable)
- 2) ฐานความรู้ (Knowledge base) เป็นส่วนที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในการควบคุม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ฐานกฎ (Rule base) และฐานข้อมูล (Database)
  - ฐานกฎ (Rule base) ส่วนของการกำหนดวิธีการควบคุม ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบกฎเชิงภาษา (Linguistic rule)
  - ฐานข้อมูล (Database) เป็นการจัดเตรียมข้อมูลส่วนที่จำเป็น ได้แก่ ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และพารามิเตอร์ต่างๆ
- 3) เครื่องอนุมานหรือการตีความ (Inference Engine) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎ เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผล เหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการ ของการตีความเพื่อหาคำตอบ
- 4) การแปลงเอาต์พุตให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Defuzzification) เป็นการทำการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฟัซซีให้เป็นค่าที่สรุปผลหรือค่าการควบคุมระบบ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ระบบนิเวศน์

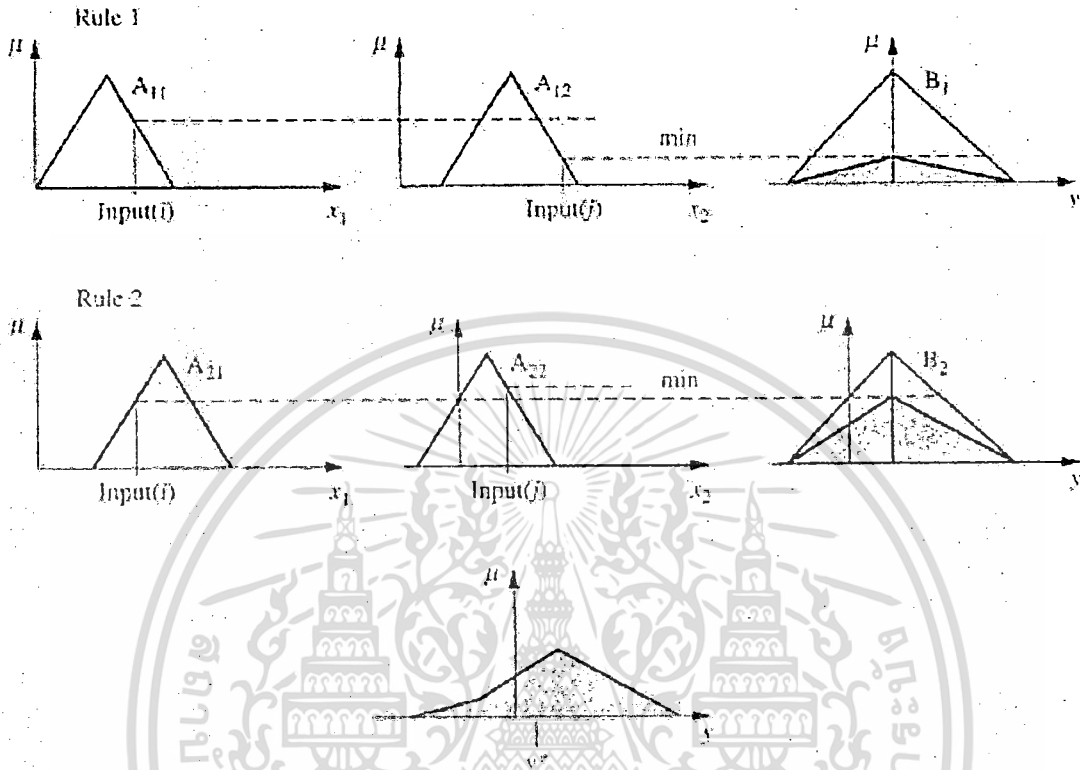


รูปที่ 2.17 โครงสร้างของระบบนิเวศน์

- 1) ขั้นตอนที่ 1 Fuzzification การแปลงอินพุตทั่วไป ให้อยู่ในรูปของอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี โดย Sublayer 1 คือ โหนดของอินพุต Sublayer 2 คือ โหนดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของแต่ละฟัซซี โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของแต่ละฟัซซีจะมีรูปร่างเป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู
- 2) ขั้นตอนที่ 2 Rule evaluation นำอินพุตที่เป็นค่าฟัซซีจาก Sublayer 2 มาผ่านกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี ซึ่งคือโหนดใน Sublayer 3 โดยถ้ากฎเงื่อนไขฟัซซีมีหลายเงื่อนไขจะมีการนำตัวดำเนินการในฟัซซี (เช่น AND หรือ OR) มาใช้เพื่อให้ได้เอาต์พุตเพียงเอาต์พุตเดียว เพื่อให้ได้ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกฟัซซีเซตใหม่
- 3) ขั้นตอนที่ 3 Aggregation กระบวนการรวมเอาเอาต์พุต ที่ได้จากกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีทั้งหมด คือกระบวนการใน Layer 2 โดยนำฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีอยู่ในฟัซซีเซต

ต่างๆของกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีเซตทั้งหมด ให้อยู่ในฟัซซีเซตเดียวกันผลรวมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตหาได้โดยการใช้วิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ต่ำสุด (max-min composition)



รูปที่ 2.18 วิธีอนุมานแบบ Mamdani (Max-Min)

- 4) ขั้นตอนที่ 4 Defuzzification กระบวนการแปลงแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฟัซซีให้เป็นค่าที่ต้องการ คือ กระบวนการใน Layer 3 และ Layer 4 โดยวิธีที่นำมาหาเอาต์พุตที่เป็นค่าปกติคือ วิธีการหาจุดกึ่งกลาง (Central of Area: COA) เป็นวิธีการเฉลี่ยผลที่ได้จากการตีความหาเหตุที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ค่าที่ได้จะคำนวณจุดกึ่งกลางโดยรวมจะหาได้จากการประมาณค่าจากสมการ ดังสมการ 2.23

$$COA = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i X_i}{\sum_{i=1}^N \mu_i} \tag{2.23}$$

โดยสมการ ได้กำหนดค่าของสมการดังนี้

- COA แทน ค่าของจุดกึ่งกลางของพื้นที่เอาต์พุตทั้งหมด (Central of Area)
- N แทน ค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\mu_i$	แทน	ระดับความเป็นสมาชิกในเซตฟัซซีตำแหน่งที่ $i$
$X_i$	แทน	ค่าฟัซซีของเอาต์พุตในเซตฟัซซีตำแหน่งที่ $i$

## 2.6 ทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึม

### 2.6.1 หลักการของเจเนติกอัลกอริทึม

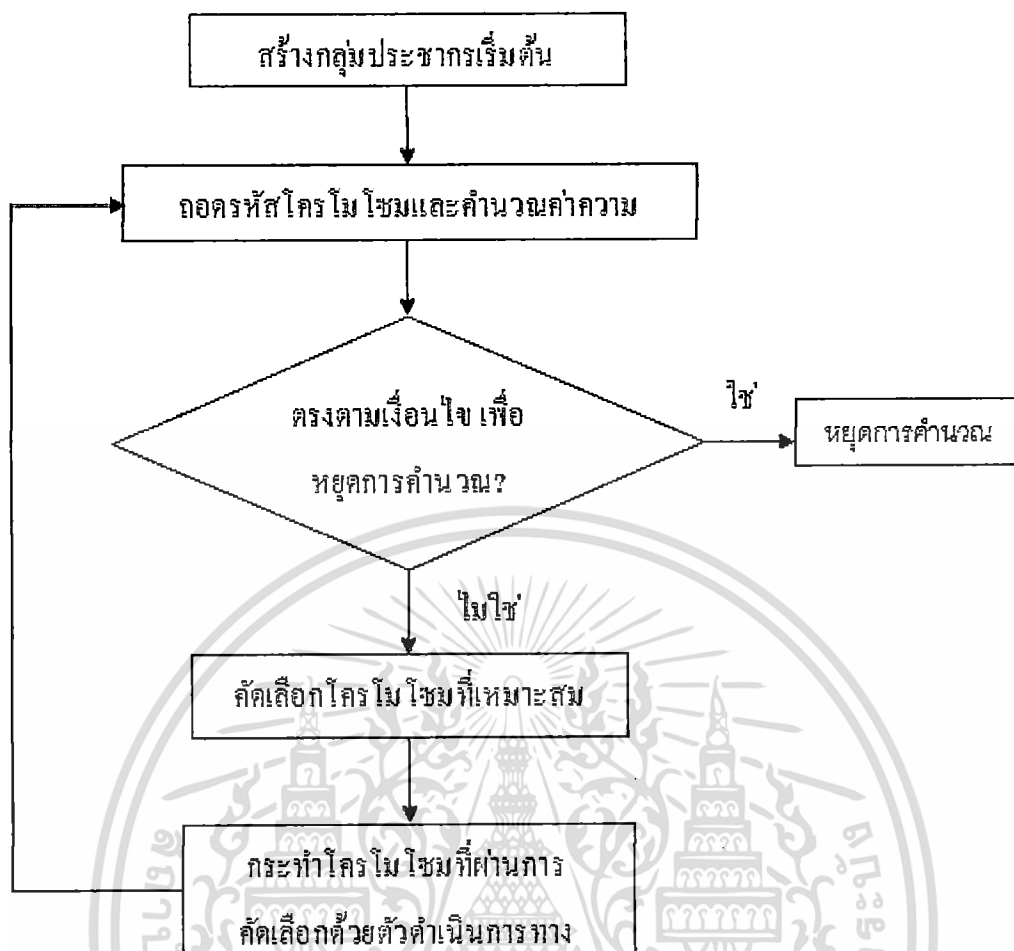
เจเนติกอัลกอริทึมถูกคิดค้นโดยจอห์น ฮอลแลนด์ (John Holland) ในปี 1975 เป็นวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) หรือการค้นหา (Search) หาคำตอบหรือข้อแก้ปัญหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละปัญหา โดยการเลียนแบบวิธีการวิวัฒนาการ (Evolution) ของสิ่งมีชีวิตในโลก อิงจากแนวคิดการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแกร่งที่สุด การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงกรรมพันธุ์นี้จะนำไปในลักษณะของการหาคำตอบแบบคู่ขนาน จะผ่านการแปลงเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นในรุ่นถัดไป การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคำตอบหรือสมาชิกภายในประชากร (Population) หนึ่งนั้นจะมีการถ่ายทอดคุณลักษณะที่ดี หรือคำตอบที่มีคุณลักษณะดีจะมีอยู่หลายคำตอบด้วยกัน ซึ่งจะนำไปสู่สมาชิกของประชากรที่มีลักษณะดีที่สุด (Fittest Individual)

### 2.6.2 ขั้นตอนในการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

กระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมสามารถอธิบายได้ดังรูปภาพที่ 2.23 และเขียนอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- 1) สร้างกลุ่มของโครโมโซมซึ่งเป็นประชากร (Population) เริ่มต้นโดยการสุ่ม
- 2) ถอดรหัสโครโมโซมทุกโครโมโซมเพื่อให้ได้ตัวแปรจริงของปัญหา
- 3) นำตัวแปรจริงของปัญหาที่ได้มาคำนวณค่าวัตถุประสงค์ของแต่ละโครโมโซมในประชากร
- 4) คำนวณหาค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ของโครโมโซมจากค่าวัตถุประสงค์
- 5) สร้างประชากรชุดใหม่จากประชากรชุดเก่าด้วยการคัดเลือก (Selection) โดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสม
- 6) นำประชากรที่ผ่านการคัดเลือกมากระทำด้วยตัวดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operators) อันได้แก่ การผสมข้ามพันธุ์ (Crossing Over) และการกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นต้น
- 7) กลับไปทำตามขั้นที่ 2 ถึง 6 จนกระทั่งเข้าสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการหรือเท่ากับจำนวนรอบของการทำซ้ำที่กำหนดไว้ ซึ่งจำนวนหนึ่งรอบจากขั้นที่ 2 ถึง 6 เรียกว่าหนึ่งรุ่นของการคำนวณ (Generation)

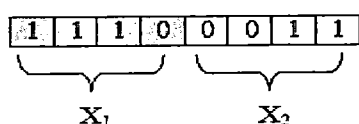
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แผนภาพกระบวนการเงินดิกอัลกอริทึม

จากกระบวนการข้างต้นจะเห็นว่ากระบวนการหลักๆ ของเงินดิกอัลกอริทึมมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome Coding) การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Evaluation) การคัดเลือก (Selection) การผสมข้ามพันธุกรรม (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะอธิบายรายละเอียดดังนี้

- 1) การเข้ารหัสโครโมโซม โดยทั่วไปรูปแบบของรหัสที่ใช้มักจะอยู่ในรูปของเลขฐานสอง ซึ่งโครโมโซมที่ใช้แทนคำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาประกอบไปด้วยเซตของบิต 0 หรือ 1 ส่วนความยาวของโครโมโซมจะถูกกำหนดตามความต้องการซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา โดยตัวอย่างของโครโมโซมที่เป็นเลขฐานสองแสดงดังรูปภาพที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การแทนคำตอบของปัญหาด้วยโครโมโซมแบบ Binary Bit String

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) การประเมินความเหมาะสม ขั้นตอนนี้จะทำการคัดเลือกตัวที่มีความเหมาะสม (Fitness) ที่ จะสืบพันธุ์ให้ได้ตัวที่ดีกว่าเดิมในรุ่นต่อไปไว้เป็นตัวที่จะอยู่รอดได้ไปเป็นตัวพ่อแม่ ซึ่งก็ จะต้องมีการสร้างฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness function) ขึ้นมาให้เหมาะสมกับปัญหา เพื่อให้สามารถคัดเลือกตัวที่เหมาะสมที่จะสืบพันธุ์ต่อไปอย่างถูกต้อง
- 3) การคัดเลือก เจเนติกอัลกอริทึมจะทำงาน โดยการสนับสนุนให้โครโมโซมที่มีความ เหมาะสมสามารถสืบทอดไปยังรุ่นต่อไปของการคำนวณ โดยใช้กระบวนการคัดเลือก โดย โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกไปเป็นประชากรรุ่นใหม่ มากกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย เทคนิคของการคัดเลือกที่นิยมใช้อย่างหนึ่ง คือ การคัดเลือกชนิดวงล้อรูเล็ต (Roulette Wheel Selection) โดยวิธีการนี้จะทำการสร้างวง ล้อรูเล็ตขึ้น โดยแบ่งส่วนของแถบภายในวงล้อตามอัตราส่วนของค่าฟังก์ชันความ เหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวที่จะเลือก แล้วจึงสุ่มหมุนวงล้อว่าจะไปหยุดโดยตัวชี้ ตรงกับแถบของโครโมโซมใด โครโมโซมนั้นก็จะเป็นตัวที่ถูกเลือกไปอยู่ในประชากร ของรุ่นต่อไป ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แบบจำลองการหมุนวงล้อรูเล็ต

- 4) การผสมข้ามพันธุ์ เป็นการแบบสลับยีนกันระหว่างโครโมโซมของพ่อและแม่ ดังนั้นใน การสร้างตัวลูกแต่ละตัวจึงต้องการโครโมโซมพ่อแม่อย่างละตัวแล้วจึงทำการสลับยีนกัน เพื่อได้ลูกตัวใหม่ขึ้นมาโดยได้รับคุณสมบัติของพ่อแม่มาบางส่วนรวมกันขึ้นเป็น โครโมโซมตัวใหม่ โดยตำแหน่งและจำนวนยีนที่จะทำการสลับนั้น สามารถกำหนดได้ แล้วแต่ปัญหา ทำให้ได้การผสมข้ามพันธุ์ แบบต่างๆ ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Single Point Crossover กำหนดตำแหน่งที่จะทำการสลับยีนส์ไว้เพียงตำแหน่งเดียวแล้วทำการสลับ ดังตัวอย่าง

$$11001011 + 11011111 = 11001111$$

- Two Point Crossover กำหนดตำแหน่งที่จะทำการสลับ 2 ตำแหน่ง ดังตัวอย่าง

$$11001011 + 11011111 = 11011111$$

- Uniformly Crossover ทำการสุ่มเลือกตำแหน่งและความยาวของยีนที่จะทำการสลับดังตัวอย่าง

$$11001011 + 11011101 = 11011111$$

- 5) การกลายพันธุ์เป็นการ operate กับยีนส์ภายในโครโมโซมเพียงตัวเดียวเพื่อให้ได้โครโมโซมลูกออกมา โดยการทำให้ Bit Inversion Mutation คือทำการกลับค่าตัวเลขแต่ละบิตที่เลือกไว้ (สำหรับโครโมโซมแบบตัวเลขไบนารี) ดังตัวอย่าง

$$11001001 \Rightarrow 10001001$$

## 2.7 บทวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ชีวิน กันทาอ้าย : การพยากรณ์ราคาของพาราโดยวิธีอาร์มา

ศึกษาการพยากรณ์ราคาของแผ่นรมควันชั้น 1 (RSS1) และราคาของแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ซึ่งเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ปี 2538-2546 รวมทั้งสิ้น 108 ข้อมูล โดยใช้แบบจำลองอาร์มา (ARIMA) ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS1 และแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS3 มีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ราคาในอนาคต โดยที่ราคาในอนาคตของ RSS1 ระหว่างเดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2547 คือราคา 52.05 50.94 และ 51.85 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางพารา เพื่อการวางแผนและการตัดสินใจทางธุรกิจต่อไป

การพยากรณ์โดยวิธีอาร์มานั้น ไม่มีลักษณะศาสตร์ที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ กล่าวคือไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการกำหนดว่าแบบจำลองใดจะเป็นแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ได้ดีที่สุด ดังนั้นสำหรับผู้สนใจใช้วิธีอาร์มาในการพยากรณ์ นอกจากจะต้องพิจารณาค่าทางสถิติแล้วจะต้องมีวิจารณญาณ ตลอดจนประสบการณ์ความชำนาญของผู้ศึกษาเองด้วย

## สุวิมล ทองนอก : การพยากรณ์ราคาในระยะสั้นของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย

ศึกษาสถานการณ์การซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย และพยากรณ์ราคาในระยะสั้นของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลราคาแบบรายวันและรายสัปดาห์ของสัญญาส่งมอบเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม 2550 และมกราคม 2551 ด้วยวิธี Holt-Winters no seasonal และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Single exponential smoothing) ซึ่งทั้ง 2 วิธีเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ จึงถูกนำมาใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ จากนั้นจึงทำการเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมกับข้อมูล โดยพิจารณาจากค่าสถิติความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่มีค่าต่ำที่สุด ได้แก่ ค่า root mean square error (RMSE)

สำหรับการพยากรณ์ราคาสัญญาล่วงหน้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ทั้ง 3 สัญญา ด้วยวิธี Holt-Winters no seasonal และ Single exponential smoothing ใช้ข้อมูลรายวันและข้อมูลรายสัปดาห์ จากการประมาณค่าพบว่า การวิเคราะห์โดยวิธี Holt-Winters no seasonal ให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (RMSE) ต่ำกว่าวิธี Single exponential smoothing ทั้งกรณีที่ใช้ข้อมูลรายวันและรายสัปดาห์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองจากการพยากรณ์ด้วยวิธี Holt-Winters no seasonal มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้มากกว่า

**พนิดา ยืนยงสวัสดิ์ และพยุง มีสังข์ : การพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาในโรงพยาบาลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม**

ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ยาที่ถูกเก็บไว้ในลักษณะของอนุกรมเวลา (Time Series) สำหรับทำการสอน (Training) โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed Forward หลายชั้น การเรียนรู้แบบมีการควบคุม (Supervised Learning)

ผลที่ได้คือ การพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาแบบรายวันมีความถูกต้องมากกว่า เนื่องจากข้อมูลรายวันเป็นข้อมูลที่มีความถี่และความละเอียดกว่าข้อมูลรายสัปดาห์ ซึ่งการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา โดยใช้วิธีการกำหนดความกว้างของหน้าต่าง และใช้เทคนิคการเลื่อนหน้าต่าง (Sliding Window) โดยมีการจัดรูปแบบข้อมูล หรือการซ้อนทับของหน้าต่าง จะช่วยให้ข้อมูลมีความเป็นเชิงเส้นมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลยามีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น เหมาะกับการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ ซึ่งข้อดีของโครงข่ายประสาทเทียมคือ มีความยืดหยุ่นสามารถพยากรณ์ได้ทั้งข้อมูลที่เป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีการเรียนรู้ที่เลียนแบบสมองของมนุษย์ และมีการปรับปรุงการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองเพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาดที่น้อยลง แต่ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในการสร้างแบบจำลอง เช่น ฟังก์ชันส่งต่อ อัลกอริทึมที่ใช้ในการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการเรียนรู้ จำนวนข้อมูล จำนวนรอบในการสอน และค่าความคลาดผิดพลาดเป้าหมายที่จะให้โครงข่ายเรียนรู้ไปจนถึงเป้าหมาย แต่ข้อเสียของโครงข่ายประสาทเทียมคือ ไม่สามารถที่จะอธิบายกระบวนการทำงานด้วยเหตุผลได้

**บุษรา ลิ้มพิพัฒนางกูร :** การพยากรณ์โอกาสการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ เปรียบเทียบกับวิธีทางระบบโครงข่ายประสาทเทียม (กรณีศึกษานักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ)

ศึกษาการพยากรณ์โอกาสในการสำเร็จการศึกษาโดยใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อเลือกลักษณะ (Feature) ที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้ในการพยากรณ์ด้วยเครือข่ายประสาทเทียม (GA/ANN) โดยทดสอบทั้งเจเนติกอัลกอริทึมแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Genetic Algorithm: SGA) และเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi Objectives Genetic Algorithm: MGA) เปรียบเทียบกับเครือข่ายประสาทแบบทั่วไป (Artificial Neural Network: ANN)

จากการทดสอบพบว่า GA/ANN นั้นสามารถลดจำนวนลักษณะที่ใช้ในโมเดลได้อย่างชัดเจน โดย SGA/ANN สามารถลดจำนวน Feature ลดลง 42% และ MGA/ANN สามารถลดจำนวน Feature ลดลง 45% และเทคนิคที่เสนอนั้นยังให้ประสิทธิภาพการทำนายที่ใกล้เคียงกับการใช้เครือข่ายประสาทเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเทคนิค ANN กับ SGA/ANN และเทคนิค ANN กับ MGA/ANN โดยใช้ t-Test Paired Two Sample for Means โดยมีค่า P-Value=0.64 และ 0.98 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาเปรียบเทียบในแง่ของความผันผวนของผลทำนาย จะเห็นว่าเทคนิค ANN เพียงอย่างเดียว และเทคนิค MGA/ANN มีความคงตัวมากกว่าเทคนิค SGA/ANN

**ต้อง ศรีธิดา :** การคาดการณ์ราคาหุ้นระยะสั้นโดยวิธีการผสมผสานทำซ้ำตัวกรองความชัน การปรับตัวเข้าหา และการปรับตัวการเรียนรู้นิวรอลฟัซซี

ศึกษาเรื่องการคาดการณ์ราคาหุ้นแต่ละหุ้นแบบวันต่อวัน ด้วยการเรียนรู้จากข้อมูลในอดีต สำหรับการคาดการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ โดยพัฒนาจากแนวคิดของ SVR (Support Vector Regression) และ ANFIS (Adaptive Neuro-fuzzy Inference System) เพื่อนำข้อดีของแต่ละวิธีการมาส่งเสริมและลดข้อจำกัดของทั้งสองวิธี

โดยSVR ใช้หลักการจัดแบ่งประเภทการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดโดยรวม (Global Optimization) ส่งผลดีต่อการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการคาดการณ์ที่ให้รูปแบบเอาต์พุตสอดคล้องกับค่าจริง แต่มีข้อจำกัดกรณีค่าชดเชยค่าอินพุตไม่เหมาะสม เพื่อลดข้อจำกัดงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการ OCB (Output Component Base) วิธีการ ANFIS เป็นวิธีการปรับการเรียนรู้ได้ของฟัซซี ซึ่งเรียนรู้ได้รวดเร็วเมื่อกำหนดกฎของฟัซซีที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการออกแบบด้วยการปรับค่าที่ดีที่สุด

เฉพาะส่วน ทำให้เมื่อนำไปใช้ประมวลผลกับข้อมูลชุดทดสอบ อาจเกิดการแกว่งไกวของค่าเอาต์พุตได้

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการ OII (Output-Input-Iteration) เพื่อลดข้อจำกัดนี้ ระบบ NFSV (Neuro-Fuzzy with Support Vector Guideline System) สำหรับงานวิจัยที่พัฒนาขึ้นจึงใช้ทั้งวิธีการเสริมข้อดีของทั้ง OCB และ OII ร่วมกับวิธีการกรองและจัดรูปแบบข้อมูลสำหรับการประมวลผลที่เหมาะสม ทำให้ผลคาดการณ์ราคาหุ้นโดยรวมมีความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะการคาดการณ์ราคาเปิดและราคาต่ำสุดของหุ้นที่ได้เรียนรู้แต่ละหุ้นแบบแต่ละวัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## การประยุกต์

### 3.1 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับเทคนิคนิวโรฟัซซี

งานวิชาการศึกษานี้ได้นำเจเนติกอัลกอริทึม มาใช้ในการฝึกฝนระบบนิวโรฟัซซีที่ใช้ทำนายข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อหากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่เหมาะสมให้กับระบบ โดยมีขั้นตอนในการฝึกฝนระบบ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นช่วงการค้นหากฎพื้นฐานให้กับระบบนิวโรฟัซซี และ ขั้นตอนที่ 2 เป็นช่วงการฝึกหัดระบบแบบนิวโรฟัซซีเพื่อหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดให้กับระบบ

การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับเทคนิคนิวโรฟัซซีนั้นจะต้องมีการแปลงค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบนิวโรฟัซซี ให้อยู่ในรูปของโครโมโซมตามหลักการของเจเนติกอัลกอริทึม

### 3.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 1 การค้นหากฎพื้นฐานให้กับระบบนิวโรฟัซซี

การฝึกฝนในช่วงนี้มีจุดประสงค์เพื่อค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่เหมาะสมที่สุดให้กับระบบนิวโรฟัซซี โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมมาช่วย มีขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบดังนี้

1. กำหนดจำนวนประชากรเริ่มต้น (สมมติให้จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 10)
2. กำหนดโครงสร้างโครโมโซมให้อยู่ในรูปของกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี โดยให้สร้างโครโมโซมที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนประชากรเริ่มต้น โดยแต่ละโครโมโซมนั้นจะประกอบด้วยกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีจำนวน  $n$  ยีน (จำนวนยีน = จำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกยกกำลังจำนวนอินพุตที่ใช้ฝึกหัดในแต่ละครั้ง สมมติให้จำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเท่ากับ 3 และอินพุตเท่ากับ 2 ดังนั้นใน 1 โครโมโซมจะมียีนจำนวน 9 ยีน)

$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโครโมโซมที่ใช้ในการทำงาน

โดยในแต่ละยีนจะมีสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนฟัซซีเอาต์พุตของกฎ 1 กฎอยู่ ซึ่งลำดับของยีนในโครโมโซมต้องตรงกับลำดับของกฎในกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี ใช้สัญลักษณ์แทนดังตารางที่ 3.1

3. สุ่มเลือกสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนฟังก์ชันสมาชิก จากสัญลักษณ์ตัวเลขทั้งหมด สัญลักษณ์ที่สุ่มได้จะถูกกำหนดให้กับโครโมโซมที่ละยีน จนครบจำนวน 9 ยีน และจนครบตามจำนวนประชากรเริ่มต้นที่กำหนดไว้ข้างต้นเท่ากับ 10 โครโมโซม ดังตารางที่ 3.2 และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โครโมโซมพ่อแม่ตามจำนวนประชากรที่กำหนดไว้ข้างต้น (10 โครโมโซม) ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์แทนฟังก์ชันสมาชิกเอาต์พุต

ฟังก์ชันสมาชิก	แทนด้วยสัญลักษณ์
S	1
M	2
L	3

ตารางที่ 3.2 กฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีในแต่ละโครโมโซม

โครโมโซม (ตัวที่)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
1	1	1	1	2	3	3	2	1	3
2	1	3	3	2	1	1	3	2	2
3	2	2	1	3	3	1	1	1	1
4	1	3	3	3	1	1	2	1	2
5	2	2	2	1	3	1	1	3	1
6	3	3	2	3	1	2	2	1	2
7	1	2	2	3	3	3	2	1	1
8	2	1	1	1	2	2	3	3	3
9	3	2	3	3	2	1	1	1	2
10	2	1	1	2	1	3	3	2	1

4. คำนวณหาค่าความเหมาะสมของโครโมโซมพ่อแม่ออกมา โดยใช้กฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีซึ่งคำนวณได้จาก

- นำข้อมูลอินพุตที่ต้องการฝึกหัดมาหาค่าฟัซซีจากสมการที่ 2.17 และ 2.18
- นำค่าฟัซซีอินพุตแต่ละตัวที่ได้มาพิจารณาโดยผ่านกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีตามตารางที่ 3.2 จะได้ค่าฟัซซีเอาต์พุตออกมา
- ทำการหาค่าเอาต์พุตออกมา โดยในขั้นตอนนี้จะหาได้จากสมการที่ 2.23
- คำนวณหาค่า error จาก  $|\text{target}-\text{output}|$
- คำนวณหาค่า SSE จาก  $\text{SSE} = \text{SSE} + \text{error}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำนวณหาค่า  $MSE = SSE / \text{จำนวนชุดข้อมูลอินพุตทั้งหมด}$
- คำนวณหาค่า  $RMSE$  จาก  $\sqrt{MSE}$
- คำนวณหาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมซึ่งหาได้จาก  $1/RMSE$

**ตารางที่ 3.3** โครโมโซมพ่อแม่แต่ละตัว

โครโมโซม (ตัวที่)	โครโมโซม
1	111233213
2	133211322
3	221331111
4	133311212
5	222131131
6	332312212
7	122333211
8	211122333
9	323321112
10	211213321

**ตารางที่ 3.4** ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม

โครโมโซม (ตัวที่)	โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม
1	111233213	1.852895277
2	133211322	3.434743922
3	221331111	3.050700668
4	133311212	2.53729603
5	222131131	3.229198313
6	332312212	3.237889252
7	122333211	2.018496558
8	211122333	3.648846003
9	323321112	3.520600444
10	211213321	2.162893018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกโครโมโซมขึ้นมา 1 คู่ จากโครโมโซมพ่อแม่ ด้วยวิธีการเลือกแบบวงล้อรูเล็ต โดยให้ได้จำนวนคู่เท่ากับ จำนวนประชากรเริ่มต้น / 2 โดยวิธีการเลือกเป็นดังนี้
- หาผลรวมค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งหมดได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลรวมค่าความเหมาะสม

โครโมโซม (ตัวที่)	โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม
1	111233213	1.852895277
2	133211322	3.434743922
3	221331111	3.050700668
4	133311212	2.53729603
5	222131131	3.229198313
6	332312212	3.237889252
7	122333211	2.018496558
8	211122333	3.648846003
9	323321112	3.520600444
10	211213321	2.162893018
ผลรวมค่าความเหมาะสม		28.69355949

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หาค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความเหมาะสมแต่ละตัวได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัว

โครโมโซม (ตัวที่)	โครโมโซม	วิธีหาค่าความเหมาะสม (%)	ค่าความเหมาะสม (%)
1	111233213	$(1.852895277/28.69355949)*100$	6.457530228
2	133211322	$(3.434743922/28.69355949)*100$	11.97043512
3	221331111	$(3.050700668/28.69355949)*100$	10.63200496
4	133311212	$(2.53729603/28.69355949)*100$	8.8427371
5	222131131	$(3.229198313/28.69355949)*100$	11.25408758
6	332312212	$(3.237889252/28.69355949)*100$	11.28437639
7	122333211	$(2.018496558/28.69355949)*100$	7.03466769
8	211122333	$(3.648846003/28.69355949)*100$	12.71660285
9	323321112	$(3.520600444/28.69355949)*100$	12.26965391
10	211213321	$(2.162893018/28.69355949)*100$	7.537904174

- หาค่าความเหมาะสม (%) สะสมของโครโมโซมแต่ละตัวได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าความเหมาะสม (%) สะสมของโครโมโซมแต่ละตัว

โครโมโซม (ตัวที่)	โครโมโซม	วิธีหาค่าความเหมาะสม (%) สะสม	ค่าความเหมาะสม (%) สะสม
1	111233213	6.457530228	6.457530228
2	133211322	$6.457530228+11.97043512$	18.42796535
3	221331111	$18.42796535+10.63200496$	29.05997031
4	133311212	$29.05997031+8.8427371$	37.90270741
5	222131131	$37.90270741+11.25408758$	49.15679499
6	332312212	$49.15679499+11.28437639$	60.44117138
7	122333211	$60.44117138+7.03466769$	67.47583907
8	211122333	$67.47583907+12.71660285$	80.19244191
9	323321112	$80.19244191+12.26965391$	92.46209583
10	211213321	$92.46209583+7.537904174$	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหาทราบค่าความเหมาะสม (%) สะสมแล้ว จะทราบว่าโครโมโซมแต่ละตัวมีช่วงของโครโมโซมอยู่ช่วงใด ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ช่วงของโครโมโซมที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีวงล้อรูปสี่เหลี่ยม

โครโมโซม (ตัวที่)	ค่าความเหมาะสม (%) สะสม	ช่วงของโครโมโซม
1	9.16998386	0 - 6.457530228
2	19.95452904	6.457530229 - 18.42796535
3	27.60625104	18.42796536 - 29.05997031
4	36.29088513	29.05997032 - 37.90270741
5	45.94386902	37.90270742 - 49.15679499
6	55.3763305	49.15679500 - 60.44117138
7	65.48871779	60.44117139 - 67.47583907
8	76.2577051	67.47583908 - 80.19244191
9	88.74676388	80.19244192 - 92.46209583
10	100	92.46209584 - 100

เมื่อทราบช่วงของโครโมโซมแล้ว ทำการสุ่มเลือกโครโมโซมขึ้นมา โดยการสุ่มค่าระหว่าง 0 – 100 ค่าที่สุ่มได้จะไปตกอยู่ที่ช่วงของโครโมโซมตัวใดก็เลือกโครโมโซมตัวนั้นขึ้นมา ทำการสุ่ม 2 ครั้งเพื่อเลือกโครโมโซม 1 คู่ ถ้าโครโมโซมที่เลือกขึ้นมาซ้ำกับตัวแรก ให้ทำการสุ่มใหม่ ทำการสุ่มจนครบ จำนวนประชากรเริ่มต้น / 2 ( $10/2 = 5$  คู่) โดยผลการสุ่มจับคู่ได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 โครโมโซมที่ถูกเลือกเพื่อทำการครอสโอเวอร์ในรอบที่ 1

โครโมโซม (คู่ที่)	โครโมโซมที่ถูกเลือก (ตัวที่ 1)	โครโมโซมที่ถูกเลือก (ตัวที่ 2)
1	โครโมโซมตัวที่ 2(133211322)	โครโมโซมตัวที่ 7(122333211)
2	โครโมโซมตัวที่ 4(133311212)	โครโมโซมตัวที่ 5(222131131)
3	โครโมโซมตัวที่ 8(211122333)	โครโมโซมตัวที่ 1(111233213)
4	โครโมโซมตัวที่ 3(221331111)	โครโมโซมตัวที่ 10(211213321)
5	โครโมโซมตัวที่ 6(332312212)	โครโมโซมตัวที่ 9(323321112)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการครอสโอเวอร์โครโมโซมที่เลือกมาเพื่อให้ได้โครโมโซมใหม่ 1 คู่ โดยใช้วิธีครอสโอเวอร์แบบ 2 จุด โดยมีการสุ่มตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุด ให้กับการครอสโอเวอร์ และใช้ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการครอสโอเวอร์ ( $P_c$ ) = 0.80 ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการครอสโอเวอร์ที่สุ่มได้ของคู่ใดมีค่าน้อยกว่าค่า  $P_c$  จะได้รับการครอสโอเวอร์ (✓) แต่ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการครอสโอเวอร์ที่สุ่มได้ของคู่ใดมีค่ามากกว่าค่า  $P_c$  จะไม่ได้รับการครอสโอเวอร์ (✗) ตามตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การครอสโอเวอร์ของโครโมโซมในรอบที่ 1

ลำดับการสุ่ม (คู่ที่)	โครโมโซมที่ถูกลเลือกเพื่อครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการครอสโอเวอร์	การเกิดครอสโอเวอร์	ตำแหน่งการเกิดครอสโอเวอร์	
				ตำแหน่งเริ่มต้น	ตำแหน่งสิ้นสุด
1	ตัวที่ 2 (133211322) ตัวที่ 7 (122333211)	0.50059873	✓	1	5
2	ตัวที่ 4 (133311212) ตัวที่ 5 (222131131)	0.89002897	✗		
3	ตัวที่ 8 (211122333) ตัวที่ 1 (111233213)	0.92003176	✗		
4	ตัวที่ 3 (221331111) ตัวที่ 10 (211213321)	0.20496153	✓	3	9
5	ตัวที่ 6 (332312212) ตัวที่ 9 (323321112)	0.78034992	✓	2	7

- การครอสโอเวอร์ของโครโมโซมคู่ที่ 1

โครโมโซมตัวที่ 2	1	3	3	2	1	1	3	2	2
โครโมโซมตัวที่ 7	1	2	2	3	3	3	2	1	1



โครโมโซมใหม่ตัวที่ 1	1	2	2	3	3	1	3	2	2
โครโมโซมใหม่ตัวที่ 2	1	3	3	2	1	3	2	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาและใช้เพื่อประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เนื่องจากโครโมโซมคู่ที่ 2 ไม่เกิดการครอสโอเวอร์ ทำให้ได้โครโมโซมใหม่ตัวที่ 3 มีหน้าตาเหมือนโครโมโซมตัวที่ 4 และโครโมโซมใหม่ตัวที่ 4 มีหน้าตาเหมือนโครโมโซมตัวที่ 5
- จากโครโมโซมคู่ที่ 3 ไม่เกิดการครอสโอเวอร์ ทำให้ได้โครโมโซมใหม่ตัวที่ 5 มีหน้าตาเหมือนโครโมโซมตัวที่ 8 และโครโมโซมใหม่ตัวที่ 6 มีหน้าตาเหมือนโครโมโซมตัวที่ 1
- การครอสโอเวอร์ของโครโมโซมคู่ที่ 4

โครโมโซมตัวที่ 3	2	2	1	3	3	1	1	1	1
โครโมโซมตัวที่ 10	2	1	1	2	1	3	3	2	1



โครโมโซมใหม่ตัวที่ 7	2	2	1	2	1	3	3	2	1
โครโมโซมใหม่ตัวที่ 8	2	1	1	3	3	1	1	1	1

- การครอสโอเวอร์ของโครโมโซมคู่ที่ 5

โครโมโซมตัวที่ 6	3	3	2	3	1	2	2	1	2
โครโมโซมตัวที่ 9	3	2	3	3	2	1	1	1	2



โครโมโซมใหม่ตัวที่ 9	1	2	3	3	2	1	1	2	2
โครโมโซมใหม่ตัวที่ 10	1	3	2	3	1	2	2	1	1

- ตรวจสอบว่าทำการครอสโอเวอร์ครบตามจำนวนคู่ที่ได้ในข้อ 5 หรือไม่ ถ้าไม่ก็ให้วนทำข้อ 6 จนครบตามจำนวนคู่ที่ได้
- ทำการมิวเตชันโครโมโซมใหม่ที่ผ่านการครอสโอเวอร์แล้ว โดยจะทำการสุ่มหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการมิวเตชัน (Pm) และสุ่มหาค่าตำแหน่งที่จะทำการมิวเตชันให้กับโครโมโซม หลังจากนั้นจะทำการสุ่มค่ายีนใส่ลงในตำแหน่งที่จะให้เกิดการมิวเตชัน โดยใช้ค่า  $Pm = 0.05$  ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการมิวเตชันที่สุ่มได้ของโครโมโซมตัวใดมีค่าน้อยกว่าค่า Pm จะได้รับการมิวเตชัน (✓) แต่ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการมิวเตชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุ่มได้ของโครโมโซมตัวใด มีค่ามากกว่าค่า Pm จะไม่ได้รับการมิวเตชัน (x)  
 ดังตาราง ที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การมิวเตชันของโครโมโซมที่ผ่านการครอสโอเวอร์ในรอบที่ 1

ลำดับ (ตัวที่)	โครโมโซมใหม่	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการมิวเตชัน	การเกิดมิวเตชัน	ตำแหน่งการเกิดมิวเตชัน	ค่ายีนที่สุ่มได้
1	122331322	0.19300284	x		
2	133213211	0.00357021	✓	5	2
3	133311212	0.73901167	x		
4	222131131	0.95409212	x		
5	211122333	0.04905572	✓	3	3
6	111233213	0.09173275	x		
7	221213321	0.50328003	x		
8	211331111	0.37753085	x		
9	123321122	0.01905489	✓	8	1
10	132312211	0.73955231	x		

จะเห็นได้ว่า โครโมโซมใหม่ตัวที่เกิดมิวเตชันจะมีตัวที่ 2, 5, และ 9 ส่วนโครโมโซมตัวที่ 1, 3, 4, 6, 7, 8 และ 10 จะไม่เกิดการมิวเตชัน ดังนั้นจะได้โครโมโซมลูกดังตารางที่ 3.12

9. คำนวณหาค่าความเหมาะสมของโครโมโซมรุ่นลูกทั้งหมดตามข้อ 4 แล้วนำค่าความเหมาะสมที่ได้จากทั้งรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูกมาเรียงจากค่าความเหมาะสมมากไปยังค่าความเหมาะสมน้อย ตามตารางที่ 3.13 และตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.12 โครโมโซมลูกหลังการเกิดมิวเตชัน

ลำดับ (ตัวที่)	โครโมโซมใหม่	โครโมโซมลูก
1	122331322	122331322
2	133213211	133223211
3	133311212	133311212
4	222131131	222131131
5	211122333	213122333
6	111233213	111233213
7	221213321	221213321
8	211331111	211331111
9	123321122	123321112
10	132312211	132312211

ตารางที่ 3.13 ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมพ่อแม่กับโครโมโซมลูก

โครโมโซมพ่อแม่		โครโมโซมลูก	
โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม	โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม
111233213	1.852895277	122331322	5.065986819
133211322	3.434743922	133223211	2.024178189
221331111	3.050700668	133311212	5.040748446
133311212	2.53729603	222131131	2.024127593
222131131	3.229198313	213122333	4.145657278
332312212	3.237889252	111233213	2.021938458
122333211	2.018496558	221213321	3.649098932
211122333	3.648846003	211331111	2.086337422
323321112	3.520600444	123321112	4.152151413
211213321	2.162893018	132312211	2.088201116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 การเรียงลำดับโครโมโซมตามค่าความเหมาะสมจากค่ามากไปยังค่าน้อย

ลำดับ ที่	โครโมโซมทั้งหมด		โครโมโซมตามลำดับค่าความเหมาะสม	
	โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม	โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม
1	P <sub>1</sub> (111233213)	1.852895277	C <sub>1</sub> (122331322)	5.065986819
2	P <sub>2</sub> (133211322)	3.434743922	C <sub>3</sub> (133311212)	5.040748446
3	P <sub>3</sub> (221331111)	3.050700668	C <sub>9</sub> (123321112)	4.152151413
4	P <sub>4</sub> (133311212)	2.53729603	C <sub>5</sub> (213122333)	4.145657278
5	P <sub>5</sub> (222131131)	3.229198313	C <sub>7</sub> (221213321)	3.649098932
6	P <sub>6</sub> (332312212)	3.237889252	P <sub>8</sub> (211122333)	3.648846003
7	P <sub>7</sub> (122333211)	2.018496558	P <sub>9</sub> (323321112)	3.520600444
8	P <sub>8</sub> (211122333)	3.648846003	P <sub>2</sub> (133211322)	3.434743922
9	P <sub>9</sub> (323321112)	3.520600444	P <sub>6</sub> (332312212)	3.237889252
10	P <sub>10</sub> (211213321)	2.162893018	P <sub>5</sub> (222131131)	3.229198313
11	C <sub>1</sub> (122331322)	5.065986819	P <sub>3</sub> (221331111)	3.050700668
12	C <sub>2</sub> (133223211)	2.024178189	P <sub>4</sub> (133311212)	2.53729603
13	C <sub>3</sub> (133311212)	5.040748446	P <sub>10</sub> (211213321)	2.162893018
14	C <sub>4</sub> (222131131)	2.024127593	C <sub>10</sub> (132312211)	2.088201116
15	C <sub>5</sub> (213122333)	4.145657278	C <sub>8</sub> (211331111)	2.086337422
16	C <sub>6</sub> (111233213)	2.021938458	C <sub>2</sub> (133223211)	2.024178189
17	C <sub>7</sub> (221213321)	3.649098932	C <sub>4</sub> (222131131)	2.024127593
18	C <sub>8</sub> (211331111)	2.086337422	C <sub>6</sub> (111233213)	2.021938458
19	C <sub>9</sub> (123321112)	4.152151413	P <sub>7</sub> (122333211)	2.018496558
20	C <sub>10</sub> (132312211)	2.088201116	P <sub>1</sub> (111233213)	1.852895277

หมายเหตุ : P<sub>1</sub>- P<sub>10</sub> คือ โครโมโซมพ่อแม่ตัวที่ 1-10 , C<sub>1</sub>- C<sub>10</sub> คือ โครโมโซมลูกตัวที่ 1-10

10. ทำการเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากเรียงลงมาให้เท่ากับจำนวนประชากรเริ่มต้น นำโครโมโซมที่ได้รับเลือกมาเป็นโครโมโซมรุ่นพ่อแม่ ตามตารางที่ 3.15 จะเห็นว่าในรอบที่ 1 นี้โครโมโซมตัวที่ดีที่สุด คือ 122331322 ซึ่งมีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 5.065986819

ตารางที่ 3.15 โครโมโซมที่ได้รับเลือกมาเป็นโครโมโซมรุ่นพ่อแม่ในรอบที่ 1

โครโมโซม(ตัวที่)	โครโมโซมรุ่นพ่อแม่	ค่าความเหมาะสม
1	122331322	5.065986819
2	133311212	5.040748446
3	123321112	4.152151413
4	213122333	4.145657278
5	221213321	3.649098932
6	211122333	3.648846003
7	323321112	3.520600444
8	133211322	3.434743922
9	332312212	3.237889252
10	222131131	3.229198313

11. นำโครโมโซมรุ่นพ่อแม่ที่ได้จากข้อ 10 มาวนทำซ้ำจากข้อ 5-10 จนได้ค่าความเหมาะสมที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเป็นจำนวนครั้งที่กำหนด ทำให้ได้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด
12. นำโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด ที่ได้จากข้อ 11 มาใช้เป็นกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟิชชีในขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบในช่วงที่ 2 ต่อไป

### 3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 2 การค้นหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับระบบนิวโรฟิชชี

การฝึกฝนในช่วงนี้จะนำเอา กฎเงื่อนไขพื้นฐานฟิชชี ที่ได้จากขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 1 มาใช้ในการฝึกหัดระบบแบบนิวโรฟิชชี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลอินพุตที่ต้องการฝึกหัดมาหาค่าฟิชชีจากสมการที่ 2.17 และ 2.18
2. สุ่มค่าน้ำหนักที่มีค่าในช่วง  $[0, 1]$  เท่ากับจำนวนกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟิชชี
3. นำค่าฟิชชีอินพุตแต่ละตัวที่ได้มาพิจารณาโดยผ่านกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟิชชีที่ได้จากขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบช่วงที่ 1 จะได้ค่าฟิชชีเอาต์พุตออกมา
4. ทำการหาค่าเอาต์พุตออกมา โดยในขั้นตอนนี้จะหาได้จากสมการที่ 2.5 และ 2.6 แล้วใช้ Sigmoid เป็น Activation function ตามสมการที่ 2.7
5. ทำการปรับค่าน้ำหนักโดยนำค่าความผิดพลาดกับค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น มาคำนวณหาค่าความ

ผิดพลาดในชั้นผลลัพธ์ตามสมการที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปรับค่าน้ำหนักที่ขึ้นผลลัพธ์ตามสมการที่ 2.9
7. ทำขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 ซ้ำ โดยใช้ข้อมูลชุดที่  $p+1$  จนกระทั่งค่าผลรวมความผิดพลาดเป็นไปตามที่ต้องการ โดยใช้ค่า RMSE
8. ทำการจับเก็บค่าต่างๆที่ได้จากการฝึกหัดระบบ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบระบบต่อไป โดยเก็บค่าจำนวนอินพุตที่จะใช้ในการฝึกหัดระบบแต่ละรอบ กฎเงื่อนไขพื้นฐานพีชชี ค่าน้ำหนัก ค่าอัตราการเรียนรู้ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของชุดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้และการทดสอบระบบทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานในการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา โดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม ผู้พัฒนาได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ

- 1) ขั้นตอนการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ เทคนิคนิวโรฟัซซี และหลักการของเจเนติกอัลกอริทึม
- 2) ขั้นตอนการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับเทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม
- 3) ขั้นตอนการวางแผนและออกแบบหน้าจอสำหรับโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา
- 4) ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา
- 5) ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา
- 6) ขั้นตอนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์ราคาขางพารา ระหว่างโปรแกรมพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 เทคนิคและสรุปผล

#### 4.1 การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ เทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม

##### ● โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ

จากการศึกษาเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ พบว่าเป็นเทคนิคที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในหลายๆด้าน เช่น การพยากรณ์ข้อมูล (Data Forecasting) การรู้จำแบบ (Pattern Recognition) การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) การตรวจจับสัญญาณ (Remote Sensing) เป็นต้น การนำโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ มาแก้ปัญหาแต่ละแบบต้องมีการออกแบบโครงข่ายขึ้นมาเฉพาะสำหรับงานแต่ละงาน เนื่องจากรูปแบบของแต่ละโครงข่ายมีผลต่อการแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนกัน ปัญหาอย่างหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมคือไม่ทราบว่าจะควรกำหนดรูปแบบโครงสร้างโครงข่ายอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับปัญหา เพราะยังไม่มีทฤษฎีใดๆ ที่จะสามารถกำหนดจำนวน โหนดในชั้นซ่อนให้มีความแน่นอนและเหมาะสมได้ ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของโครงข่ายในด้านต่างๆ เช่น การใช้เวลาในการเรียนรู้ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่าย นอกจากนี้ยังต้องหาค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นที่เหมาะสม เพื่อให้โครงข่ายสามารถเรียนรู้กับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- **เทคนิคนิวโรฟฟซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม**

ส่วนเทคนิคนิวโรฟฟซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม เป็นเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์อย่างหนึ่ง โดยระบบนิวโรฟฟซีจะอาศัยโครงสร้างของระบบฟฟซีที่สามารถเข้าใจได้เนื่องจากสามารถตีความให้อยู่ในรูปแบบ If-Then ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของมนุษย์ แต่ระบบฟฟซีไม่มีกระบวนการเรียนรู้ในการปรับแต่งโครงสร้างกฎเงื่อนไขพื้นฐานและตัวแปรต่างๆ ในตัวระบบเอง โดยโครงสร้างของระบบจะถูกกำหนดโดยผู้มีความรู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ จึงใส่กระบวนการเรียนรู้เข้าไปโดยอาศัยหลักการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม และนำเจเนติกอัลกอริทึมที่มีจุดเด่นในด้านการหาจุดที่เหมาะสมที่ หรือจุดที่ดีที่สุด มาประยุกต์ใช้หากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่ดีที่สุด

## 4.2 การออกแบบอัลกอริทึม

### 4.2.1 อัลกอริทึมเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ

อัลกอริทึมเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับประกอบด้วยขั้นตอนกำหนดโครงสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและขั้นตอนการพยากรณ์ ดังนี้

#### 4.2.1.1 โครงสร้างแบบจำลอง

โครงข่ายของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับมีการแบ่งชั้นการทำงานออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

- 1) ชั้นอินพุต ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนอินพุตได้
- 2) ชั้นซ่อน อยู่ระหว่างชั้นอินพุตกับชั้นเอาต์พุต โดยจะมีเส้นเชื่อมต่อระหว่าง โหนดอินพุตและ โหนดเอาต์พุต และกำหนดค่าน้ำหนักให้กับเส้นเชื่อมทุกเส้น เมื่อข่ายงานเริ่มทำงาน จะมีการกำหนดค่าให้แก่โหนดอินพุต จากนั้น โหนดอินพุตจะส่งค่าที่ได้รับ ไปตามเส้นเชื่อมขาออก โดยที่ค่าที่ส่งออกไปจะถูกคูณกับค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อม โหนดในชั้นถัดไปจะรับค่าซึ่งเป็นผลรวมจากโหนดต่างๆ แล้วจึงคำนวณผลอย่างง่าย โดยทั่วไปจะใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ (sigmoid function) แล้วส่งค่าไปยังชั้นถัดไป
- 3) ชั้นเอาต์พุต มีจำนวนเอาต์พุตเพียง 1 โหนด เพราะต้องการค่าเอาต์พุตเพียงค่าเดียว

#### 4.2.1.2 การสร้างแบบจำลอง มี 4 ขั้นตอนคือ

- 1) การนำเข้าชุดข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ เป็นการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบทำการนอร์มอลไลเซชันแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่กำหนดนั้นเพื่อให้ข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนนั้น

สอดคล้องกับฟังก์ชันที่ใช้ในโครงข่าย โดยฟังก์ชันซิกมอยด์ ที่ใช้ในโครงข่ายนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องกำหนดให้ข้อมูลเป็นตัวเลขที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมการที่ใช้ในการแปลงข้อมูลมีดังนี้

$$\text{Normalize data} = \frac{[\text{data}-\text{min}]}{\text{max}-\text{min}} \times [\text{max}_s-\text{min}_s]+[\text{min}_s] \quad (4.1)$$

โดย max คือ ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด  
 Min คือ ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด  
 Max<sub>s</sub> คือ ค่าข้อมูลที่ต้องการให้มีค่ามากที่สุด  
 Min<sub>s</sub> คือ ค่าข้อมูลที่ต้องการให้มีค่าน้อยที่สุด

- 2) การการแบ่งข้อมูล เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน โครงข่ายกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โครงข่าย ทำการแบ่งข้อมูลโดยการกำหนดเปอร์เซ็นต์ในการแบ่ง
- 3) ขั้นตอนการเรียนรู้ เป็นการฝึกหัดระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นอัลกอริทึม ได้ดังนี้

Begin

Load input from file

Set parameter neural network

Random weight

Do Until the root mean square error less than the error tolerate (0.1) or the number of training cycle more than 1500

While not end of data train

While not end of input set

Set input vector to apply training input

Set target to apply training input

Forward propagation for generate output

Calculate error

Backward propagation for update error value

Update weight

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        End while
    End while
    Save weight and pattern to file
    Loop
End

```

- 4) ขั้นตอนการทดสอบระบบ เป็นการนำข้อมูลที่เตรียมไว้เพื่อทดสอบมาทำการทดสอบระบบ โดยสามารถเขียนเป็นอัลกอริทึม ได้ดังนี้

```

Begin
    Load pattern neural network
    Get input from file
    While not end of data test
        While not end of input set
            Set input vector to apply testing input
            Set target to apply testing input
            Forward propagation for generate output
            Calculate error
        End while
    End while
End

```

**4.2.1.3 การพยากรณ์ข้อมูล** เป็นการนำเข้าข้อมูลราคาขางพาราโดยผู้ใช้งานเพื่อการพยากรณ์ราคาโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นข้างต้น โดยสามารถเขียนเป็นอัลกอริทึม ได้ดังนี้

```

Begin
    Load pattern neural network
    Get input from user
    While not end of input data
        Set input vector to apply testing input
        Set target to apply testing input
        Forward propagation for generate output

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End while

Show actual output

End

#### 4.2.2 อัลกอริทึมเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม

อัลกอริทึมเทคนิคเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึมประกอบด้วยขั้นตอนกำหนดโครงสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและขั้นตอนการพยากรณ์ ดังนี้

##### 4.2.2.1 โครงสร้างแบบจำลองนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับมีการแบ่งชั้นการทำงานออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

- 1) ชั้นอินพุต ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนอินพุตได้
- 2) ชั้นฟัซซีฟายเออร์ ทำหน้าที่แปลงค่าอินพุตที่เป็นค่าปกติให้อยู่ในรูปของอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้ของแต่ละฟัซซีจะมีรูปร่างเป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมูผสมกับแบบสามเหลี่ยม
- 3) ชั้นกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซี มีลักษณะเป็นชุดของ Fuzzy IF-Then rule หลากหลายชุด ซึ่งได้ใช้เจเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน
- 4) ชั้นกลไกการอนุมานฟัซซี เป็นส่วนที่ทำการรวมเอาเอาต์พุต โดยนำฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่มีอยู่ในฟัซซีเซตต่างๆของกฎเงื่อนไขพื้นฐานฟัซซีเซตทั้งหมดให้รวมอยู่ในฟัซซีเซตเดียวกัน
- 5) ชั้นดีฟัซซีฟายเออร์ เป็นส่วนที่ทำการแปลงค่าเอาต์พุตที่เป็นค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ
- 6) ชั้นเอาต์พุตมีจำนวนเอาต์พุตเพียง 1 โหนด เพราะต้องการค่าเอาต์พุตเพียงค่าเดียว

##### 4.2.2.2 การสร้างแบบจำลอง มี 4 ขั้นตอน

- 1) ขั้นตอนการนำเข้าชุดข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ เป็นการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบทำการนอร์มอลไลเซชันแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ดังสมการที่ 3.1
- 2) การการแบ่งข้อมูล เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน โครงข่ายกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โครงข่าย ทำการแบ่งข้อมูลโดยการกำหนดเปอร์เซ็นต์ในการแบ่ง
- 3) ขั้นตอนการเรียนรู้ โดยจะแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการปรับเปลี่ยนทางกรรมพันธ์เพื่อหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน และการฝึกหัดระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นอัลกอริทึมได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนของการปรับเปลี่ยนทางกรรมพันธุ์เพื่อหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน

Begin

Random Initial Population

Set fitness function

Set parents chromosome

While not end of parents chromosome

Calculate fitness value of parents chromosome

End while

Do Until the number of the round of fitness value of old chromosome equal the fitness value of new chromosome equal the number of max round

Select pairs of population

Crossover chromosome

Mutation chromosome

Calculate fitness value of child chromosome

Compare fitness value of parent chromosome and child chromosome

Get Next Generation

Loop

Save best chromosome

End

- ส่วนการฝึกหัดระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

Begin

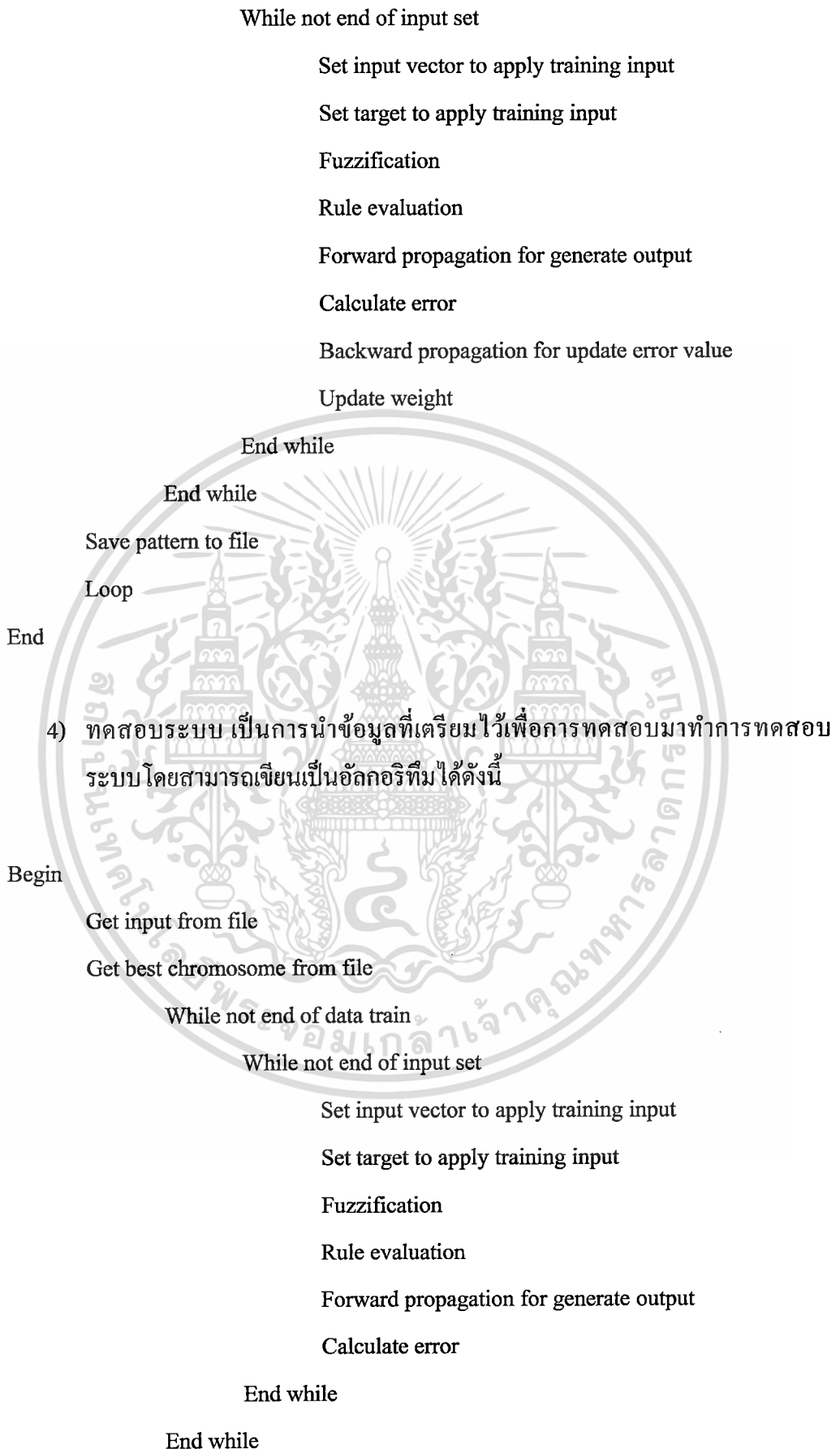
Get input from file

Get best chromosome

Do Until the root mean square error less than the error tolerate (0.1) or the number of training cycle more than 1500 rounds

While not end of data train

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

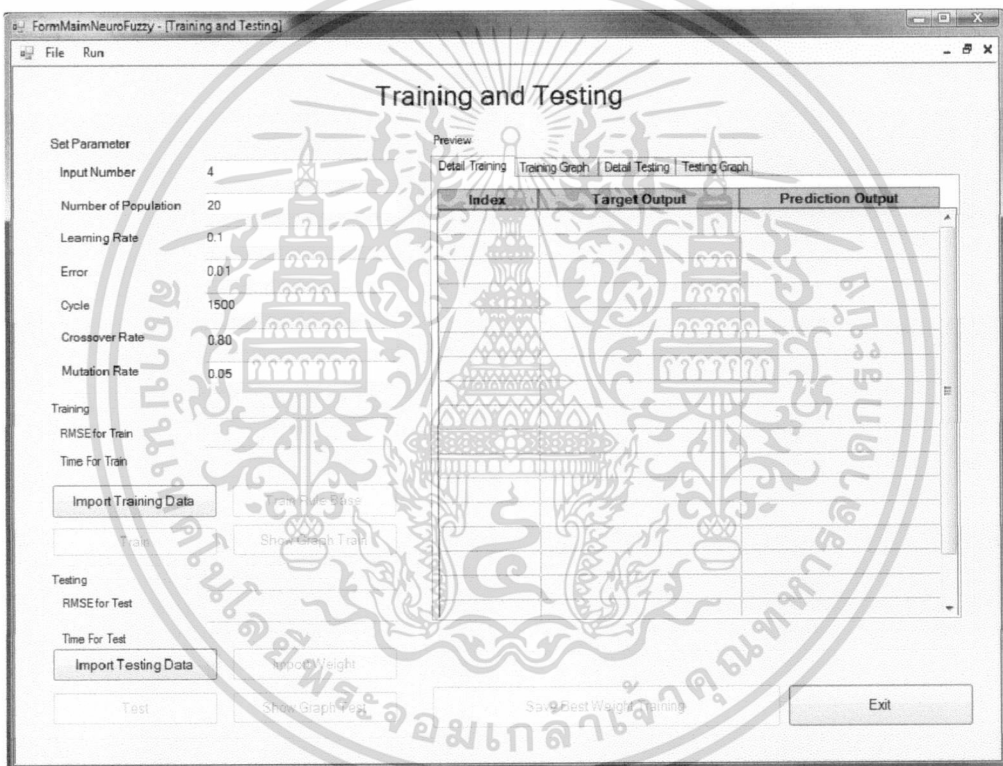


เอกสารนี้เป็น **End** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 การพยากรณ์ข้อมูล เป็นการนำเข้าข้อมูลราคาขางพาราโดยผู้ใช้งานเพื่อ การพยากรณ์ราคาโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นข้างต้น

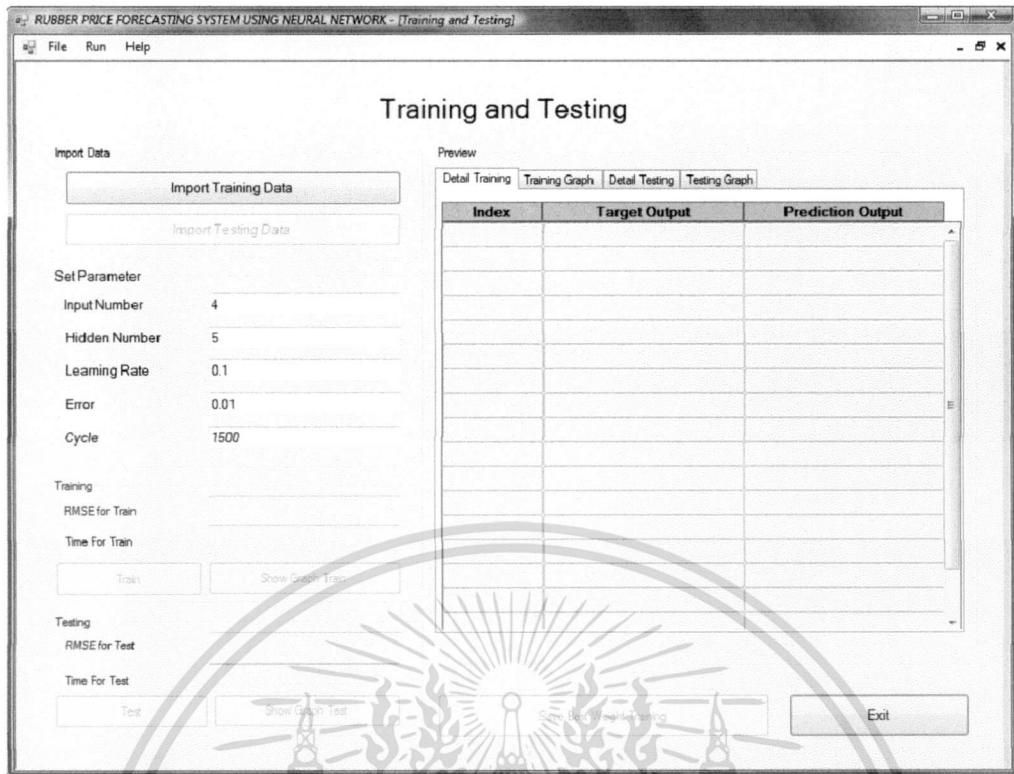
### 4.3 การวางแผนและออกแบบหน้าจอสำหรับโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา

จากขั้นตอนการศึกษาและการออกแบบอัลกอริทึม ผู้พัฒนาได้วางแผนและออกแบบ หน้าจอสำหรับ โปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพาราด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ กลับ และเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม โดยในส่วนของหน้าจอการพยากรณ์จะมีการ ใช้หน้าจอเดียวกันทั้งสองเทคนิค ให้มีส่วนประกอบหลักๆดังนี้

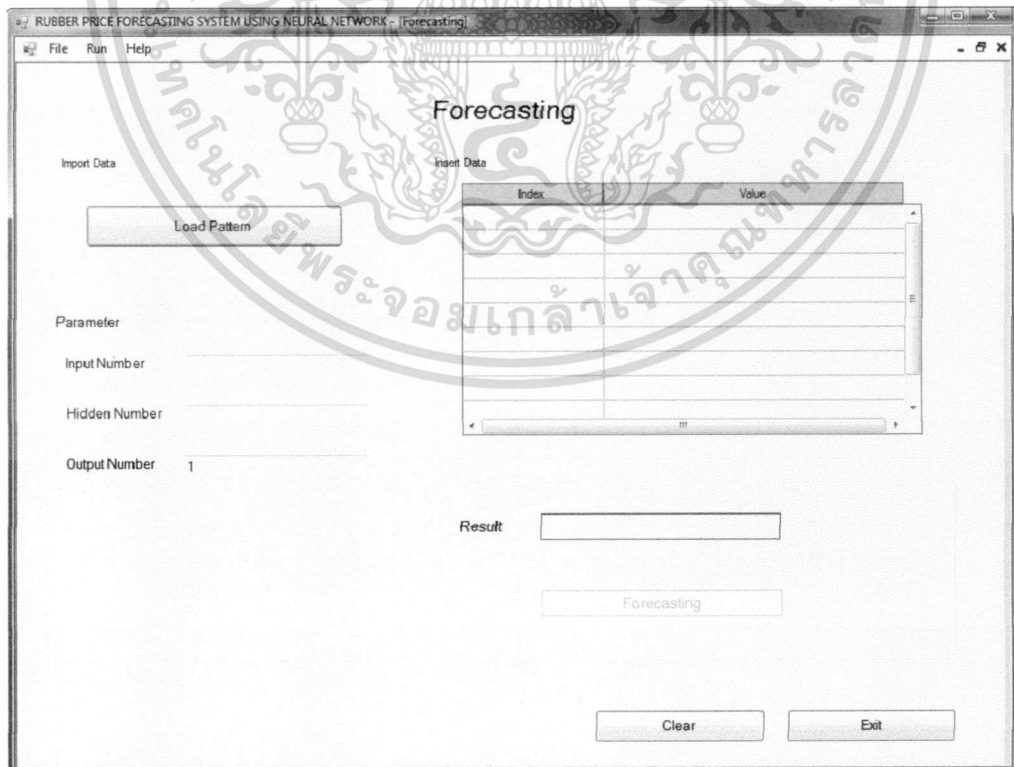


รูปที่ 4.1 หน้าจอสำหรับการฝึกสอนและการเรียนรู้ระบบแบบนิวโรฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าจอสำหรับการฝึกสอนและการเรียนรู้ระบบแบบโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ



รูปที่ 4.3 หน้าจอสำหรับการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.4 การพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขายพารา

เมื่อทำการวางแผนและออกแบบระบบแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขายพารา โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิกคอตเน็ต (Microsoft Visual Basic .net) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาโปรแกรม สามารถเขียนเป็นลำดับได้ดังนี้

### 4.4.1 ขั้นตอนการสร้างหน้าจอ

ทำการสร้างหน้าจอที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด รวมถึงการสร้างปุ่มควบคุมและเมนูต่างๆ สำหรับแต่ละหน้าจอ โดยยึดตามหลักที่ได้ออกแบบไว้

### 4.4.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ โดยยึดตามอัลกอริทึมที่ได้ ออกแบบไว้ แยกเป็น 2 โปรแกรม คือ โปรแกรมการพยากรณ์ราคาขายพาราด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขายพาราเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบมีดังนี้

#### 1) ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมมีคุณสมบัติดังนี้

- CPU : Intel(R) Core(TM)2 Duo T6500 2.10 GHz
- Hard disk : 250 GB
- RAM : 4 GB

#### 2) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนี้นี้

- Microsoft Windows Vista Home Premium Service Pack 2
- Microsoft Visual Studio 2010
- Visual Basic.net
- Microsoft Office Excel 2007
- Notepad

## 4.5 การทำสอบโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขายพารา

เมื่อทำการพัฒนาโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบความถูกต้องของระบบ โดยใช้ข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ และแบ่งการทดสอบเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

### 4.5.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม

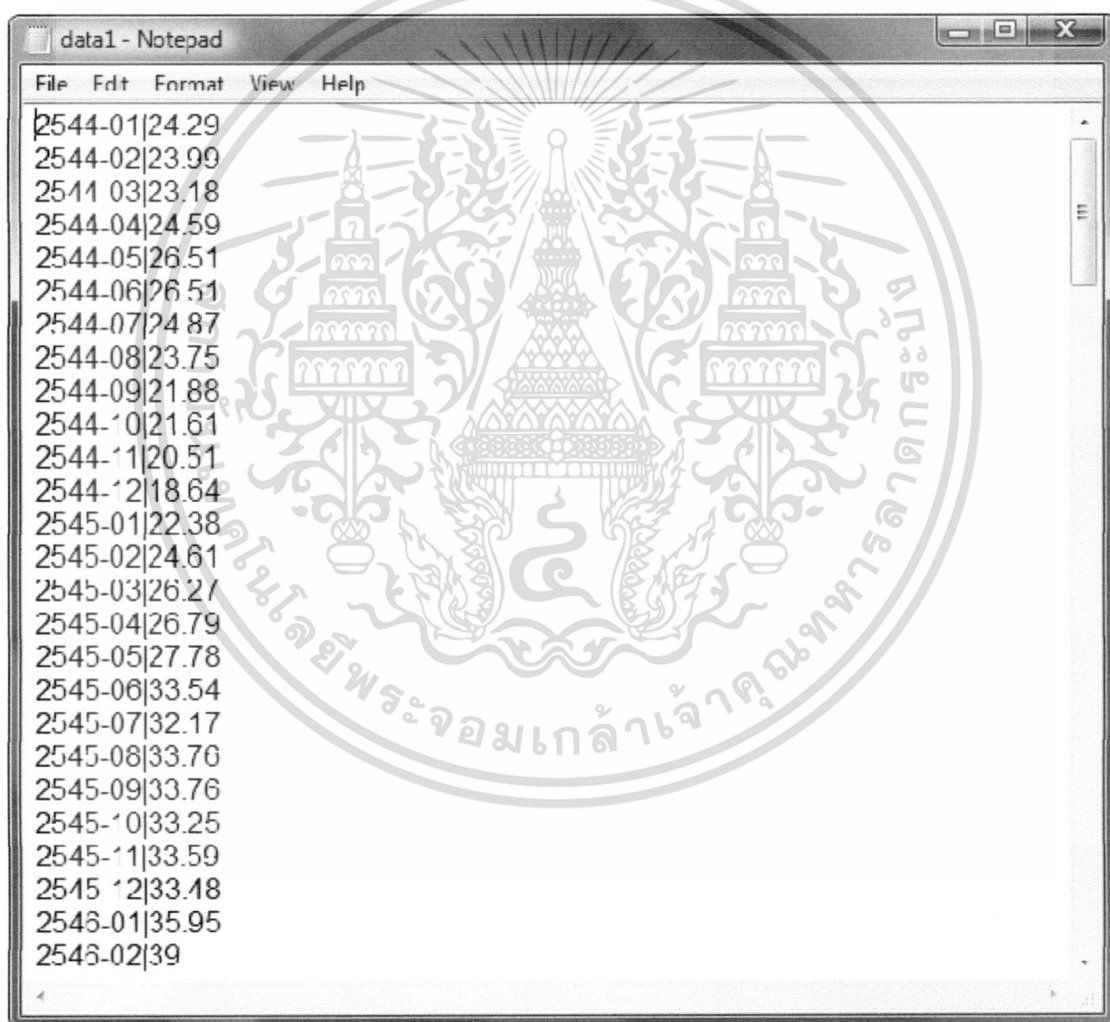
#### 1) ตรวจสอบลำดับการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ตรวจสอบการเชื่อมโยงระหว่างหน้าจอและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ
- 3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความที่แสดงในหน้าจอต่างๆ
- 4) ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ

#### 4.5.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม

ใช้ข้อมูลราคาขายพาราแผ่นรมควันชั้น 3 ของไทยเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2544 ถึงเดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2555 จำนวนทั้งหมด 140 ข้อมูล จากเว็บไซต์ของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง โดยจะนำมาเก็บไว้ใน file.txt โดยมีรูปแบบการจัดเก็บดังรูปที่ 4.4



Year-Month	Value
2544-01	24.29
2544-02	23.99
2544-03	23.18
2544-04	24.59
2544-05	26.51
2544-06	26.51
2544-07	24.87
2544-08	23.75
2544-09	21.88
2544-10	21.61
2544-11	20.51
2544-12	18.64
2545-01	22.38
2545-02	24.61
2545-03	26.27
2545-04	26.79
2545-05	27.78
2545-06	33.54
2545-07	32.17
2545-08	33.70
2545-09	33.76
2545-10	33.25
2545-11	33.59
2545-12	33.18
2546-01	35.95
2546-02	39

รูปที่ 4.4 รูปแบบข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5.3 การออกแบบการทดลอง

การทดสอบจะทำการกำหนดจำนวนรอบของการฝึกหัดระบบออกเป็น 1500 1000 และ 500 รอบ โดยมีข้อมูลเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน และจำนวนอินพุตที่เท่ากันคือ 4 อินพุต เพื่อเปรียบเทียบความเร็วในการฝึกหัดและความถูกต้องแม่นยำของผลที่ได้จากการพยากรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ผลการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา รวมถึงผลการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบ โปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพาราและผลการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงดังนี้

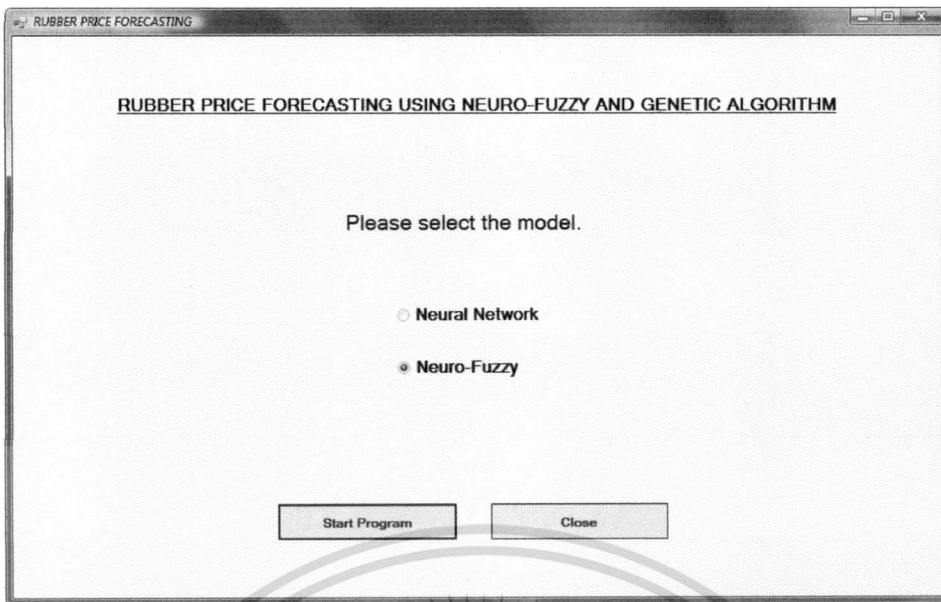
#### 5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการพยากรณ์ราคาขางพารา

โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 โมเดลหลัก คือ การพยากรณ์ราคาขางพาราโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และการพยากรณ์ราคาขางพาราโดยใช้เทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมเจเนติกอัลกอริทึม ทั้ง 2 เทคนิคนี้มีกระบวนการทำงานโดยรวมเหมือนกัน ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนการเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกสอนและการทดสอบ ส่วนการฝึกสอนระบบ ส่วนการทดสอบระบบ และส่วนการพยากรณ์ จึงขอแสดงหน้าจอการทำงานเพียงเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมเจเนติกอัลกอริทึม โดยสามารถแสดงหน้าจอส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

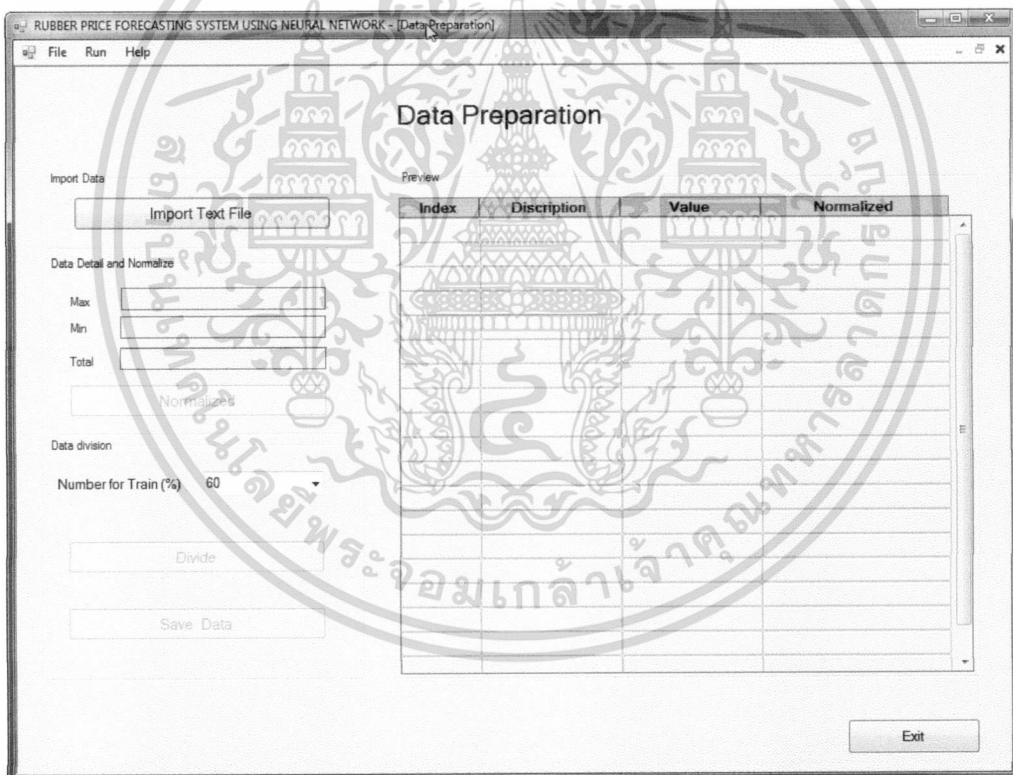
##### 5.1.1 ส่วนการเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกสอนและการทดสอบ

เมื่อเปิดโปรแกรมจะแสดงในส่วนหน้าต่างของโปรแกรม ซึ่งส่วนนี้จะเสมือนส่วนต้อนรับของโปรแกรมเพื่อให้สามารถเลือกที่จะพยากรณ์ราคาขางพาราโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม หรือใช้เทคนิคนิวโรฟัซซี แล้วเลือก Start Program เพื่อเข้าสู่การทำงานของระบบ หรือเลือก Close เพื่อออกจากระบบ ดังรูปที่ 5.1

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนการนำข้อมูลเข้าระบบ ส่วนการแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโครงข่าย และส่วนของการนอร์มอลไลเซชันข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม คือ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยโปรแกรมจะเริ่มการทำงานเมื่อ ผู้ใช้ทำการเลือก File -> Open จะพบกับหน้าจอ Data Preparation ดังรูปที่ 5.2



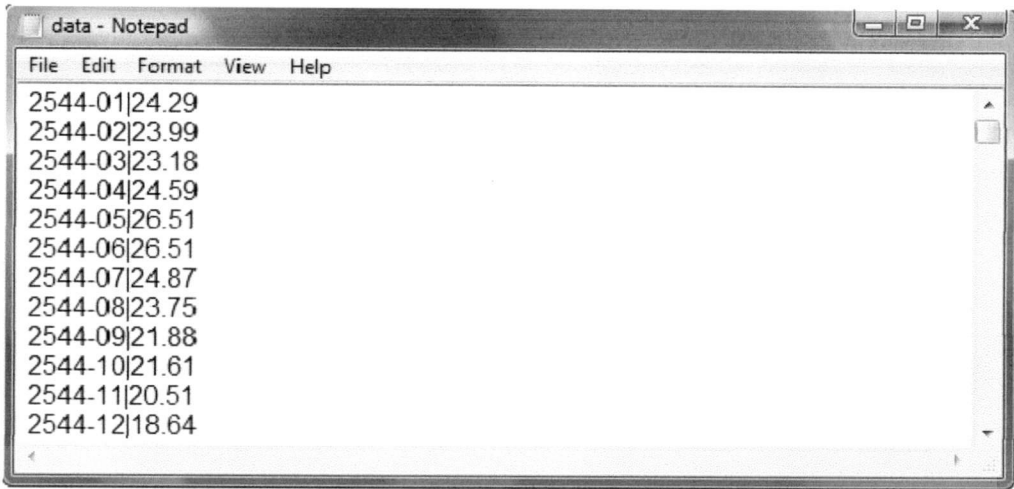
รูปที่ 5.1 การเลือกเทคนิคที่จะใช้พยากรณ์



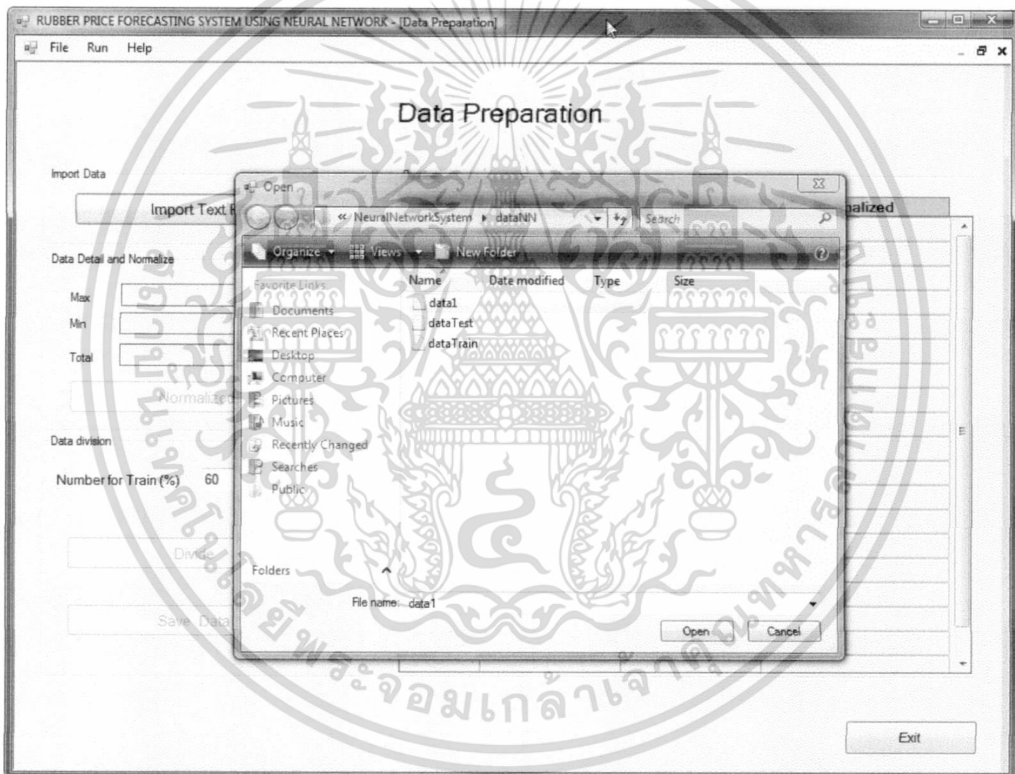
รูปที่ 5.2 การเตรียมข้อมูล

- 1) การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ คือนำเข้าข้อมูลโดยการโหลดข้อมูลที่เป็น file.txt ทำโดยการกดปุ่ม Import Text File โดยที่เท็กไฟล์นั้นจะอยู่ในรูปแบบของจำนวนราคาขางพารา ดังรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 รูปแบบข้อมูลนำเข้าระบบ



รูปที่ 5.4 การเลือกไฟล์เข้าสู่ระบบ

- 2) การนอร์มอลไลเซชันข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม เมื่อนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วจะทำการนอร์มอลไรซ์ข้อมูลโดยการคูณ Normalized
- 3) ส่วนการแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน โครงข่ายกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โครงข่าย ทำการแบ่งข้อมูลโดยการกำหนดเปอร์เซ็นต์ในการแบ่งข้อมูล แล้วคูณ Divide ระบบจะทำการแบ่งข้อมูลให้แล้วจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



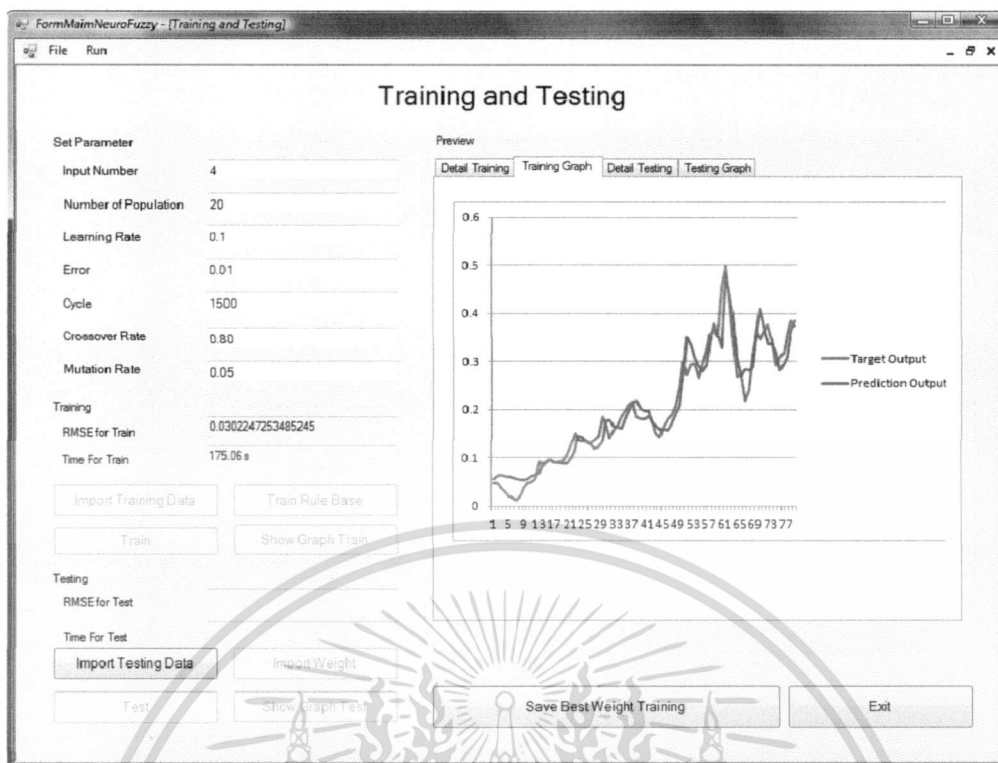
ในส่วนของการฝึกสอนระบบ การทำงานของระบบจะเริ่มจากการเลือกไฟล์สำหรับการฝึกสอน โครงข่ายที่ได้จากการแบ่งก่อนหน้าเข้าสู่ระบบ โดยขั้นตอนการฝึกสอนมีดังนี้

- 1) เลือกไฟล์ข้อมูลที่จะใช้ในการฝึกสอน โครงข่าย โดยการกดปุ่ม Import Training Data กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับโครงข่าย ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนด มีดังนี้

Input number	คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดชั้นอินพุต
Number of Population	คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดชั้นซ่อน
Learning rate	คือ ค่าพารามิเตอร์นี้มีผลต่อการเรียนรู้ของระบบ โดยจะเซตค่าเริ่มต้นไว้ที่ 0.1
Error	คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อให้ระบบหยุดเมื่อ error มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด โดยจะเซตค่าเริ่มต้นไว้ที่ 0.01
Cycle	คือ ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ระบบทำงานกี่รอบเมื่อครบรอบระบบจะหยุดการฝึกสอน โดยระบบจะกำหนดค่าเริ่มต้นไว้ที่ 1500 รอบ
Crossover Rate	อัตราการคลอสโอเวอร์ เป็นอัตราที่จะเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง 2 โครโมโซม โดยกำหนดค่าไว้ที่ 0.80
Mutation Rate	อัตราการมิวเตชัน เป็นอัตราที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยการแก้ไขข้อมูลบางส่วนในแต่ละโครโมโซม กำหนดค่าไว้ที่ 0.05

- 2) เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับระบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการฝึกสอนระบบเพื่อหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน โดยการกดปุ่ม Train Rule Base โดยขั้นตอนนี้ระบบจะใช้เจเนติกอัลกอริทึมช่วยในการหากฎเงื่อนไขพื้นฐาน
- 3) เมื่อได้กฎเงื่อนไขพื้นฐานมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการฝึกสอนระบบ โดยนำเอากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่ได้ก่อนหน้ามาใช้ในเทคนิคนิวโรฟัซซี
- 4) ระบบทำงานจนได้ค่า Output ออกมาของแต่ละโหนดแล้วนั้น ระบบจะนำค่า Output ที่ได้มานั้น ไปหาค่า error เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้แก่ระบบ โดยการนำไปเปรียบเทียบกับค่า Target ที่กำหนดไว้ สำหรับฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณค่าความผิดพลาดของระบบนั้น คือ วิธี RMSE (Root Mean Square Error) เป็นการวัดค่าความถูกต้องของการประมวลผลโดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 กราฟเปรียบเทียบผลที่ได้จากการฝึกสอนระบบ

- 5) บันทึกรูปแบบการฝึกสอนไว้เพื่อนำไปใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 5.8

### 5.1.3 การทดสอบระบบ

ในส่วนการทดสอบ โครงข่าย มีขั้นตอนการทดสอบ โครงข่าย ดังนี้

- 1) เลือกไฟล์ข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบ โดยการกดปุ่ม Import Testing Data
- 2) กดปุ่ม Test เพื่อเริ่มต้นการทดสอบระบบ
- 3) ระบบจะแสดงผลการทดสอบและแสดงค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ

ผู้ใช้สามารถเลือกการแสดงผลในรูปแบบกราฟเส้นได้ โดยการกดปุ่ม Show graph

Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

dataPattern - Notepad
File Edit Format View Help
38.83
117.93
4
5
0.1
0.0743912321288239
-0.0976490502944279
0.212992815046908
0.254096864855022
1.2580504660365
0.485294679903192
0.781762292353112
0.698676268801426
0.723740007531686
1.235639256652
0.383037526830901
0.449549945179843
-0.0507009559450867
0.944071821431173
1.26491716717505
-0.878891474692306
-0.580401155597723
-2.15448589481433
1.81455029008217
1.42884481313857
-2.30052875823682

```

รูปที่ 5.8 ไฟล์รูปแบบการฝึกสอน



รูปที่ 5.9 กราฟเปรียบเทียบที่ได้จากการทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.4 การพยากรณ์ (Forecasting)

ในส่วนนี้ระบบจะทำการพยากรณ์ราคาของพารา โดยการใช้รูปแบบที่ได้จากการฝึกสอนมาทำการพยากรณ์

Index	Value
1	89.11
2	90.19
3	90.52
4	89.59
5	

รูปที่ 5.10 การพยากรณ์ราคาของพารา

ขั้นตอนการทำงานในส่วนการพยากรณ์มีดังนี้

- 1) ทำการเลือกรูปแบบที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ โดยการ กดเลือกปุ่ม Load Pattern
- 2) ป้อนข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์เข้าสู่ระบบ ตามจำนวน Input Number ที่ได้จากรูปแบบที่เลือกมา
- 3) หลังจากนั้น กดปุ่ม Forecasting เพื่อทำการพยากรณ์
- 4) ระบบจะนำข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบและทำการคำนวณตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากรูปแบบที่เลือกมา
- 5) ระบบแสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ผลการทดสอบโปรแกรมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

### 5.2.1 ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ โปรแกรมพยากรณ์ราคาขายพารา ที่สร้างขึ้นระหว่างเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคนิวโรฟuzzy โดยใช้ข้อมูลราคาขายพาราในการฝึกหัดระบบเท่ากันเป็นจำนวน 87 ข้อมูล และมีจำนวนอินพุตเท่ากันคือ 4 อินพุต

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการฝึกหัดระบบ

จำนวนรอบในการฝึกหัด (รอบ)	เวลาที่ใช้ ตามเทคนิคที่เลือก (วินาที)	
	โครงข่ายประสาทเทียม	นิวโรฟuzzy
1,500	2.61	171.06
1,000	1.25	117.55
500	0.62	65.30

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการฝึกหัดระบบ

จำนวนรอบในการฝึกหัด	ค่าความผิดพลาด(RMSE) ตามเทคนิคที่เลือก	
	โครงข่ายประสาทเทียม	นิวโรฟuzzy
1500	0.0401224485628835	0.0302163548428291
1000	0.0449029575333885	0.0312565293596619
500	0.0490001337198157	0.0330821019346472

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการทดสอบระบบ

จำนวนรอบในการทดสอบ (รอบ)	ค่าความผิดพลาด(RMSE) ตามเทคนิคที่เลือก	
	โครงข่ายประสาทเทียม	นิวโรฟuzzy
1,500	0.101594763647697	0.0982303298762144
1,000	0.10543497009192	0.10301155017808
500	0.129967740898794	0.127676565412229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพยากรณ์ราคาขายพาราด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และด้วยเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการหาจุดเงินไขพื้นฐาน สามารถสรุปผลการดำเนินงานและสรุปผลการทดลอง รวมถึงข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

#### 6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาในวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรีสามารถสรุปผลการดำเนินงานในการออกแบบการนำเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบนิวโรฟัซซีได้ดังนี้

6.1.1 การจัดเตรียมข้อมูลต้องทำข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดียวกัน โดยการนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการนอร์มอลไลเซชัน เพื่อให้ข้อมูลเหล่านั้นสามารถทำงานกับโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม

6.1.2 การปรับเปลี่ยนทางกรรมพันธ์เพื่อหาจุดเงินไขพื้นฐาน ค่าที่ได้ในแต่ละครั้งจะได้ค่าที่ต่างกัน เนื่องจากการทำงานจะขึ้นอยู่กับตัวเลขที่โปรแกรมทำการสุ่มขึ้นมา เช่น อัตราการครอสโอเวอร์ อัตราการมิวเตชัน

6.1.3 การเรียนรู้ของระบบ เนื่องจากการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทำงานที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องอาศัยการฝึกหัดหลายๆครั้ง เพื่อให้ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด

#### 6.2 สรุปผลการทดลอง

6.2.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะขึ้นอยู่กับทางเลือกข้อมูลอินพุตต่างๆ ที่ป้อนให้กับโปรแกรม เพื่อทำการประมวลผล เช่น จำนวนอินพุต, จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกหัด, จำนวนประชากร, อัตราการครอสโอเวอร์, อัตราการมิวเตชัน, ค่าความผิดพลาด, จำนวนครั้งที่ค่าความเหมาะสมประชากรใหม่จะเท่ากับค่าความเหมาะสมของประชากรเก่า รวมถึงค่าตัวเลขที่โปรแกรมทำการสุ่มได้ เช่น จำนวนรอบที่ใช้ในฝึกหัดระบบ ถ้าจำนวนรอบยิ่งมาก จะยังมีความผิดพลาดน้อยลง แต่จะส่งผลให้ใช้เวลาในการฝึกหัดมากขึ้น

6.2.2 การเปรียบเทียบระบบพยากรณ์ราคาขายพาราด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ กับเทคนิคนิวโรฟัซซีร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการหาจุดเงินไขพื้นฐาน เมื่อเปรียบเทียบผลแล้วปรากฏว่า ระบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคนิวโรฟัซซีโดยการนำเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการหาจุดเงินไขพื้นฐานจะมี RMSE ทั้งในการฝึกหัดระบบและการเอกซทรานเป็นเอกซทรานที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบระบบ ต่ำกว่า ระบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ แต่ระบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคนิวโรฟัซซี โดยการนำเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการหากฎเงื่อนไขพื้นฐานจะใช้เวลาในการฝึกสอนระบบนานกว่า ระบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับอย่างเห็นได้ชัด

### 6.3 ข้อจำกัด

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาของพารานี้มีหลายอย่าง ทั้งที่เป็นปัจจัยภายในประเทศ ซึ่งได้แก่ นโยบายรัฐบาล ภาวะเงินเฟ้อ ปริมาณการผลิตภายในประเทศ และปัจจัยภายนอกประเทศ ซึ่งได้แก่ ผลผลิตในตลาดโลก แต่การพัฒนากระบวนการพยากรณ์ราคาของพารานี้มีข้อสมมติว่าปัจจัยที่ทำให้ราคาเปลี่ยนแปลง คือ ราคาของตัวมันเองในอดีต ดังนั้นข้อสมมติ ดังกล่าวจึงเป็นข้อจำกัดที่อาจทำให้ ผลของการพยากรณ์ผิดพลาดได้

### 6.4 ข้อเสนอแนะ

ระบบที่นำเสนอนี้มีข้อดีในจุดที่ผู้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญหรือไม่มีความรู้เพียงพอ ในการกำหนดหรือปรับแต่งระบบพยากรณ์ข้อมูลก็สามารถนำระบบ ไปประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากเพียงใส่ข้อมูลสำหรับฝึกฝนที่เพียงพอให้กับระบบ ระบบก็สามารถค้นหากฎเงื่อนไขพื้นฐานที่เหมาะสมของระบบเอง และพร้อมนำไปพยากรณ์ข้อมูลราคาของพาราได้ ส่วนข้อควรระวังในการนำระบบที่นำเสนอไปใช้งาน คือ การที่ต้องอาศัยเวลาในการฝึกฝนระบบค่อนข้างมาก ทำให้งานที่จะนำระบบไปประยุกต์ใช้ควรเป็นงานที่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา และไม่ควรมีอินพุตของระบบหรือข้อมูลสำหรับฝึกสอนที่มากจนเกินไป เนื่องจากจะทำให้เวลาที่ใช้ในการการฝึกสอนระบบเพิ่มขึ้นอย่างมากจนไม่สามารถนำไปใช้ในการทำนายข้อมูลได้ทันเวลา และในส่วนของระบบฟัซซีอาจทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกจำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกได้เอง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีขึ้น

## บรรณานุกรม

- ชีวิน กันทาอ้าย. 2547. “การพยากรณ์ราคาขายพาราโดยวิธีอาร์มา.” การค้นคว้าอิสระเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ต้อง ศรีรักษา. 2550. “การคาดการณ์ราคาหุ้นระยะสั้นโดยวิธีการผสมผสานทำซ้ำตัวกรองความชัน การปรับตัวเข้าหา และการปรับตัวการเรียนรู้นิวรอลพีชซี.” วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎี บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุษรา ลิ้มพิพัฒนางกูร. 2549. “การพยากรณ์โอกาสการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา โดยใช้ เจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ เปรียบเทียบกับวิธีทางระบบโครงข่ายประสาทเทียม (กรณีศึกษานักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ).” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พนิดา ยืนยงสวัสดิ์ และพยุ่ง มีสัจ. 2549. “การพยากรณ์ปริมาณการใช้ยาในโรงพยาบาลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.” วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ. 2(3): 19-27.
- พยุ่ง มีสัจ, (ผู้รวบรวม). 2549. “โครงข่ายประสาทเทียมและระบบพีชซี.” กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวิมล ทองนอก. 2553. “การพยากรณ์ราคาในระยะสั้นของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย.” การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Daniel Rios. 2010. “Intelligent systems and Neural Networks.” [Online]. Available : <http://www.learnartificialneuralnetworks.com/>
- Edmondo Trentin. “Multilayer Perceptron (MLP): the Backpropagation (BP) Algorithm.” [Online]. Available : [http://www.uow.edu.au/~markus/teaching/CSCI323/Lecture\\_MLP.pdf](http://www.uow.edu.au/~markus/teaching/CSCI323/Lecture_MLP.pdf)
- Laurene V. Fausett. 1994. “Fundamentals of Neural Networks : Architectures, Algorithms, and Applications.” Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- R. Rojas. 2010. “7 The Back propagation Algorithm.” [Online]. Available : <http://page.mi.fu-berlin.de/rojas/neural/chapter/K7.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The MathWorks, Inc. 2010. "Neuron Model." [Online]. Available :

[http://www.mathworks.com/help/toolbox/nnet/neuron\\_3.html#50230](http://www.mathworks.com/help/toolbox/nnet/neuron_3.html#50230)

Two Crows Corporation. 2005. "Introduction to Data Mining and Knowledge Discovery." 3rd ed. Potomac : Two Crows Corporation.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

