ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

เทคนิคการจำแนกข้อมูลโดยใช้ฟัซซีเซลฟ์ออร์แกนไนซิงแมปนิวรอลเน็ตเวิร์ก

A FUZZY SELF – ORGANIZING MAP NEURAL NETWORK FOR DATA CLASSIFICATION

โดย

กนกวรรณ เฮงวัฒนะ

KANOKWAN HENGWATTANA

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

H003339

b11752882x
i12985482

วัน เดือน ปี 21 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 03339
เลขเรียกหนังสือ วน ก123ท 2549
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A FUZZY SELF – ORGANIZING MAP NEURAL NETWORK FOR DATA CLASSIFICATION

KANOKWAN HENGWATTANA

A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1/ 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2006

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เทคนิคการจำแนกข้อมูลโดยใช้ ฟัซซีเซลฟ์ออร์แกนไนซิงแมป นิวรอลเน็ตเวิร์ก
นักศึกษา	นางสาวกนกวรรณ เฮงวัฒนะ
รหัสประจำตัว	47066435
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีการเสนอวิธีการจัดกลุ่มเป็นจำนวนมาก แต่ในวิธีการเหล่านั้นยังต้องใช้คนเป็นผู้กำหนดจำนวนกลุ่มขึ้นมาก่อน ไม่เพียงแต่ผลที่ได้ออกมาจะมีผลกระทบทางด้านการตัดสินใจแล้วยังมีผลทำให้การจัดกลุ่มไม่มีประสิทธิภาพพอ ในการแก้ปัญหานี้ได้มีการค้นคว้าทดลองนำทฤษฎีของฟัซซี เซต กับ แบบจำลองการเรียนรู้โครงข่ายที่ไม่มีการควบคุม มาสร้างเป็นแบบจำลอง Fuzzy Self - Organizing Map (FSOM) เพื่อการจำแนกข้อมูลแทนการจัดกลุ่ม ซึ่งแบบจำลองนี้เป็นการรวมกันของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม กับทฤษฎีของฟัซซี เซต ที่ได้นำข้อดีของหน้าที่การเรียนรู้ และประสิทธิภาพของการควบคุมความไม่แน่นอนที่เป็นปัญหาในกระบวนการจำแนกของคนมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network For Data Classification
Student	Miss. Kanokwan Hengwattana
Student ID	47066435
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology
Year	2006
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Arit Thammano

ABSTRACT

Up to date, the proposed clustering analysis methods are tremendous. In most of the methods, however, human-made determination like the number of clustering groups should be decided previously. Not only will the result be affected by the subjective point of view of the decision-maker, but also clustering efficiency is not good enough. To overcome these drawbacks, this research attempts to combine fuzzy sets theory with the unsupervised learning network model to create an unsupervised Fuzzy Self-organizing Map (FSOM) model for classify data instead of clustering. This model integrates artificial neural network with fuzzy sets theory to take respective advantages of learning function and the capability of handling uncertainty problem in human recognition process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ได้จากความช่วยเหลือของหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษา คือ รศ. ดร. อาริต ธรรมโน ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอดในทุกๆ เรื่อง ผู้จัดทำรู้สึกขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณบิดา-มารดา ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านทุนทรัพย์ตลอดการศึกษา การทำโครงงาน และคอยให้กำลังใจอยู่เสมอ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในหลายๆด้าน ระหว่างการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆร่วมรุ่น IS 18.1 ภาคปกติ และ พี่ๆที่ไม่รู้จักชื่ออีกหลายคน ที่ให้คำปรึกษาในหลายๆ เรื่องซึ่งทำให้ผู้จัดทำรู้สึกเข้าใจมากขึ้น โดยเฉพาะเพื่อน จ๊อย ที่คอยเป็นกำลังใจ พร้อมทั้งช่วยเหลือในทุกๆเรื่องมาโดยตลอด

กนกวรรณ เฮงวัฒนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ประวัติความเป็นมา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....2

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ทฤษฎีดาต้าไมน์นิ่ง.....4

2.1.1 ดาต้าไมน์นิ่งคืออะไร.....4

2.1.2 กระบวนการทำงานของดาต้าไมน์นิ่ง.....5

2.1.3 งานหลักของดาต้าไมน์นิ่ง.....5

2.1.4 การประยุกต์ใช้ดาต้าไมน์นิ่ง.....7

2.2 ทฤษฎีนิวรอลเน็ตเวิร์ก.....8

2.2.1 เซลล์ประสาทางชีววิทยาเบื้องต้น (Biological Neural).....8

2.2.2 สถาปัตยกรรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม.....10

2.2.3 การฝึกสอนและการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม.....13

2.2.3.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning).....13

2.2.3.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning).....13

2.3 Self – Organization Maps (SOM).....14

2.3.1 โครงสร้างของ SOM.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 ขั้นตอนการทำงานของ Self – Organizing Maps Neural Network (SOM).....16

2.4 Fuzzy Self – Organizing Map (FSOM).....16

2.4.1 ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic).....17

2.4.2 โครงสร้างพื้นฐาน.....17

2.4.3 โครงสร้างของ FSOM 18

2.4.3 ขั้นตอนการปรับแต่งกฎของ FSOM 22

2.5 เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm).....23

2.5.1 การทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม.....24

2.5.1.1 การคัดเลือกประชากร.....26

2.5.1.2 การครอสโอเวอร์ (Crossover).....27

2.5.1.3 การเปลี่ยนแปลงประชากร (Population Mutation).....28

บทที่ 3 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับฟัซซี.....29

3.1 ลักษณะของชุดข้อมูลอนุกรมที่นำเข้าในระบบ.....29

3.2 ระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์.....30

3.2.1 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบในการค้นหากฎให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์.....32

3.2.2 การครอสโอเวอร์ (Crossover).....34

3.2.3 การมิวเตชั่น (Mutation).....35

3.3 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับ Fuzzy Self – Organizing Map Neural Network.....36

3.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....37

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมจำลอง.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การพัฒนาระบบและผลการดำเนินการศึกษา.....40
4.1 กำหนดวัตถุประสงค์.....40
4.2 ขั้นตอนและรายละเอียดการใช้งาน.....40
4.3 ข้อมูลที่นำมาทดลอง.....46
4.4 ผลการจำแนกข้อมูล.....47

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....54
5.1 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการศึกษา.....54
5.1.1 โครงข่ายประสาทเทียม.....54
5.1.2 การนำเจเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการหาค่าฐานกฎให้กับโครงข่าย.....54
5.2 ข้อเสนอแนะ.....54
5.2.1 การเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกข้อมูล..... 54
5.2.2 การนำไปใช้.....55

บรรณานุกรม.....56

ประวัติผู้เขียน.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คำศัพท์ทางชีววิทยา กับเจเนติกอัลกอริทึม.....24

3.1 แสดงตัวอย่างฐานกฎในระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์.....32

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงกระบวนการทำ Data Mining โดยสรุป.....5

2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ประสาทโดยทั่วไป.....9

2.3 แสดงสถาปัตยกรรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม.....10

2.4 แสดงตัวอย่างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed – forward Networks.....12

2.5 แสดง SOM ที่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่มีทิศทางจากมิติด้านบน มายังพื้นที่ของมิติด้านล่าง.....14

2.6 แสดง SOM เป็นรูปแบบเรขาคณิต.....15

2.7 โครงสร้างของ SOM.....17

2.8 แสดงโครงสร้างของ FSOM.....18

2.9 แสดงรูปแบบต่างๆของฟังก์ชัน.....19

2.10 แสดงรูปแบบและส่วนต่างๆของสามเหลี่ยม.....19

2.11 แสดงหลักการทำงานของ FSOM เป็นตัวอย่าการใช้กฎในชั้นที่ 3.....21

2.12 แสดงกฎและการใช้กฎ.....21

2.13 แสดงการสร้างโครโมโซมใหม่ในแต่ละรุ่น.....25

2.14 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของเจเนติกอัลกอริทึม.....26

2.15 การคัดเลือกประชากรด้วย Roulette Wheel.....27

2.16 แสดงการแลกเปลี่ยนโครโมโซมด้วยการครอสโอเวอร์.....28

3.1 แสดงลักษณะของข้อมูลที่นำเข้ามาใช้งานกับโปรแกรม.....29

3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ในระบบที่พัฒนาขึ้น.....30

3.3 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้ง 3 ฟังก์ชัน.....31

3.4 แสดงโฟลว์ชาร์ทการเรียนรู้ของระบบในการค้นหากฎ.....33

3.5 แสดงวิธีการแทนค่าจากฐานกฎให้เป็นโครโมโซม.....34

3.6 แสดงการครอสโอเวอร์โครโมโซมกฎ.....35

3.7 แสดงการมิวเตชั่นโครโมโซมกฎของลูก.....36

3.8 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 หน้าจอแรกเมื่อต้องการเข้าใช้งานโปรแกรม.....40

4.2 หน้าจอหลักของโปรแกรม.....41

4.3 หน้าจอการทำงานของการนอร์มัลไลซ์ค่าข้อมูล.....41

4.4 หน้าจอการทำงานของ Membership Function.....42

4.5 แสดงข้อความบอกว่าได้เก็บค่าเรียบร้อยแล้ว.....43

4.6 หน้าจอการทำงานของการ Train.....43

4.7 หน้าจอการทำงานของ Genetic Algorithm.....44

4.8 แสดงข้อความบอกว่าได้คำนวณหาค่าฐานกฎเรียบร้อยแล้ว.....45

4.9 หน้าจอการทำงาน Test.....45

4.10 แสดงข้อมูล Iris.....46

4.11 แสดงข้อมูล Crude Oil.....47

4.12 แสดงการนำข้อมูล Iris มาทำการนอร์มัลไลซ์.....47

4.13 แสดงค่าข้อมูลที่ถูกนอร์มัลไลซ์แล้ว.....48

4.14 แสดงผลออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ.....48

4.15 แสดงการบันทึกไฟล์.....49

4.16 แสดงใส่ค่าและรับค่าของ Membership Function.....49

4.17 แสดงการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการ Train.....50

4.18 แสดงการใส่เพื่อหาฐานกฎในหน้าจอ Genetic Algorithm.....50

4.19 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการ Train Network.....51

4.20 แสดงผลการ Train ออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ.....51

4.21 แสดงการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการ Test.....52

4.22 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการ Test Network.....52

4.23 แสดงผลของการ Test ออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

ปัจจุบันได้มีความพยายามในการพัฒนาให้เครื่องจักร สามารถทำงานที่ใกล้เคียงกับความสามารถของมนุษย์มากขึ้น เช่น การจดจำใบหน้า, การจดจำเสียง, การจดจำลายนิ้วมือ หรือแม้กระทั่งการคัดแยกวัตถุต่างๆ ซึ่งงานเหล่านี้จะอาศัยหลักการในการจำแนก (Classification) หรือการจัดกลุ่ม (Clustering) ของข้อมูล จึงได้มีการคิดค้นวิธีการที่อาศัยหลักการในการจำแนก หรือการจัดกลุ่ม ด้วยวิธีการต่างๆขึ้นมาหลากหลายวิธี ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมก็เป็นหนึ่งในนั้น

หลักในการจำแนก จะใช้แบบจำลองมาช่วยในการตรวจสอบข้อมูลแล้วทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลออก เป็นการทำนายว่าสิ่งนั้นควรอยู่ในกลุ่มไหน ซึ่งเป็นการจำแนกกลุ่มของข้อมูลตามชนิดของกลุ่มข้อมูลที่ควรจะเป็น และสามารถจำแนกกลุ่มข้อมูลได้อย่างชัดเจน เช่น การจัดกลุ่มของลูกค้า เพื่อพิจารณาว่า ควรจะให้วงเงินสินเชื่อเพิ่มขึ้นหรือไม่ เป็นต้น ซึ่งวิธีที่นิยมใช้คือ Tree Introduction และ Neural Introduction ซึ่งก็ได้มีงานวิจัยอยู่มากมายที่กล่าวถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในงานเกี่ยวกับการจำแนก จึงปรากฏโครงข่ายประสาทเทียมแบบใหม่ขึ้นมาอยู่ตลอดเวลา ทั้งแบบมีผู้ฝึกสอน (Supervised learning) และแบบเรียนรู้ด้วยตัวเอง (Unsupervised learning) ในทั้งสองแบบนี้ก็จะมีเทคนิคอยู่อีกมากมาย แต่ในการทำการศึกษาจะเน้นไปที่การเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอนที่ได้มีการค้นคว้าทดลองนำทฤษฎีของฟัซซี เซต กับ แบบจำลองการเรียนรู้โครงข่ายที่ไม่มีการควบคุม มาสร้างเป็นแบบจำลอง Fuzzy Self-Organizing Map (FSOM) โดยใช้ข้อมูลส่วนหนึ่งซึ่งเรียกว่า training Set มาใช้ในการเทรนข้อมูล (Training data) ในการฝึกฝนเพื่อใช้ในการปรับปรุงพารามิเตอร์ต่างๆให้โครงข่ายสามารถแบ่งแยกออกเป็นประเภท (Classify) ได้อย่างถูกต้อง

ในการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ในงานเกี่ยวกับการจำแนก (Neural Network Classifier) โดยทั่วไปจะใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบมีผู้ฝึกสอน ในโครงงานนี้จึงรวบรวมแนวคิดและวิธีการของ Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network โดยนำมาทำงานร่วมกันกับเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) เพื่อนำมาใช้ในการหาฐานกฎที่ต้องประสบปัญหาความยุ่งยากในการออกแบบและใช้เวลานาน เมื่อต้องออกแบบฐานกฎที่มีกฎเป็นจำนวนมาก อีกทั้งอาจทำให้ได้ฐานกฎที่ไม่เหมาะสมได้ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษาระบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการจำแนก ที่เป็นเทคนิคของ Fuzzy Self-Organizing Map Neural Network
2. ศึกษาหลักการของเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms) และประยุกต์ใช้ร่วมกับฟัซซีในการหาฐานกฎ
3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองด้วยรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้เทคนิค Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network ร่วมกับหลักการของเจเนติกอัลกอริทึม
4. เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านการจำแนกข้อมูล

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เทคนิคที่ใช้ในการจัดกลุ่ม หรือ จำแนกข้อมูลก็มีอยู่มากมายแต่เทคนิคที่นำมาใช้เป็นการแก้ไขเรื่องการที่ผู้ใช้ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการขึ้นมาก่อน ซึ่งอาจมีผลกระทบเกี่ยวกับทางด้านการตัดสินใจดังนั้นจึงนำวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Fuzzy Self - Organizing Map มาใช้ในการจำแนกข้อมูลโดยมาแก้ปัญหาเหล่านี้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาโครงงานนี้กำหนดขอบเขตในการศึกษาเป็นการพัฒนาระบบโครงข่ายประสาทเทียมโดยการใช้เทคนิค Fuzzy – Self Organizing Map Neural Network ร่วมกับ เจเนติกอัลกอลริทึม ที่มาช่วยในการหาฐานกฎที่เหมาะสม มาใช้เพื่อจำแนกข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีขอบเขตหลักๆ ที่จะทำการศึกษาดังต่อไปนี้

- ดาต้าไมน์นิ่ง
- การจำแนกข้อมูล
- นิวรอลเน็ตเวิร์ก
- Self – Organization Map (SOM)
- Fuzzy Self – Organizing Map Neural Network (FSOM)
- เจเนติกอัลกอริทึม

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีและบทความต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

1.3.2 เขียนโปรแกรมเพื่อทำการจำแนกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ทดลองโปรแกรมกับข้อมูลตัวอย่าง พร้อมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม

1.3.4 รวบรวมผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม

1.3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

1.3.6 จัดทำเอกสารประกอบโครงการพัฒนาระบบงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลจากการศึกษาจะทำให้ทราบกระบวนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม ที่เป็นเทคนิค Fuzzy Self – Organizing Map Neural Network (FSOM) และเจเนติกอัลกอริทึม

2. เพื่อทราบถึงวิธีในการพัฒนาระบบที่นำมาประยุกต์ใช้งาน

3. เพื่อทราบถึงระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้วิเคราะห์ได้ดีเพียงใด และมีความเหมาะสมที่จะนำไปเป็นเครื่องมือหนึ่งเพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูลได้หรือไม่อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีความนิยมนำวิธีการจำแนก (Classification) ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ มากมาย ทำให้เกิดทฤษฎีและแนวคิดใหม่ๆขึ้น เพื่อใช้ในการจำแนก เช่น ทฤษฎีเบย์เซียลดีซิชั่น (Bayesian Decision Theory), แบบจำลองฮิทเดนมาคอฟ (Hidden Markov Model) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

มีงานวิจัยอยู่จำนวนมาก ที่ให้ความสนใจในการออกแบบแนวคิดในการจำแนก เนื่องจากคุณภาพของการจำแนกกลุ่มที่ดีนั้นมีความสำคัญกับงานในด้านต่างๆ ที่ต้องการระบุความน่าจะเป็นในแต่ละรูปแบบที่เป็นไปได้ เช่น การรู้จำ (Recognition), การพยากรณ์ (Forecasting) เป็นต้น ซึ่งความยากง่ายในการจำแนกกลุ่มนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูล (Data)ในแต่ละกลุ่ม เนื่องจากข้อมูลในกลุ่มหนึ่งอาจไปสัมพันธ์กับข้อมูลอีกกลุ่มหนึ่ง หรือข้อมูลในกลุ่มเดียวกันอาจเป็นข้อมูลที่ซับซ้อน (Complexity) หรืออาจจะเป็นสิ่งรบกวน (Noise) ก็ได้

ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีดาต้าไมน์นิ่ง, ทฤษฎีนิวรอลเน็ตเวิร์ก, Self – Organization Maps (SOM), Fuzzy Self – Organizing Map (FSOM) และ เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษาครั้งนี้

2.1 ทฤษฎีดาต้าไมน์นิ่ง

2.1.1 ดาต้าไมน์นิ่งคืออะไร

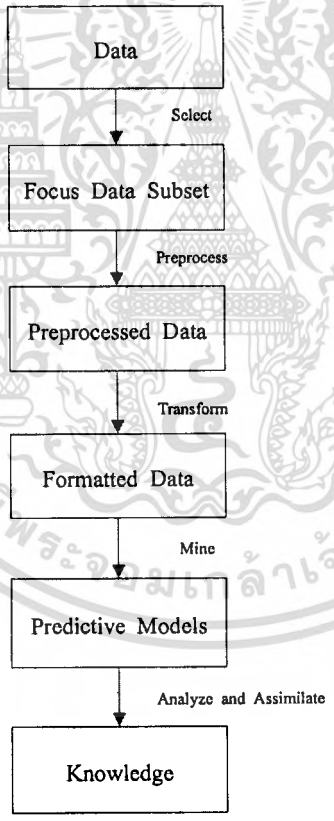
ดาต้าไมน์นิ่ง คือกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support system) ดาต้าไมน์นิ่งเป็นขั้นตอนในการดึงเอาสารสนเทศมาจากข้อมูล ทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆที่ไม่เคยรู้มาก่อน (Unknown) หรือข้อมูลที่มีความถูกต้อง (Valid) หรือข้อมูลที่น่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้ (Actionable) ดาต้าไมน์นิ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการค้นพบความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Database : KDD) การนำแนวโน้มของข้อมูลและสารสนเทศที่ซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ออกมาเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าไม่รู้จักใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านั้นก็จะสูญเสียเปล่า ดาต้าไมน์นิ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่หรือข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่อาจจะซ่อนอยู่ภายในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับฐานข้อมูลที่มีอยู่

ดาต้าไมน์นิ่ง เป็นเทคนิคที่ใช้ในการค้นหาสารสนเทศเชิงพยากรณ์ที่มองไม่เห็นออกมาจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่โดยเฉพาะคลังข้อมูล (Data warehouse) ดาต้าไมน์นิ่งช่วยทำให้เกิดศักยภาพในการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กระบวนการทำงานของดาต้าไมน์นิ่ง

ดาต้าไมน์นิ่งเป็นการรวบรวมเทคนิคจากงานต่างๆ เช่นการจดจำรูปแบบ (Recognition) การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) หลักสถิติ (Statistics) และฐานข้อมูล (Database) เป็นต้น เพื่อนำมาค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล และวิเคราะห์หาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่อาจจะซ่อนอยู่ภายใต้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเป็นประโยชน์ โดย ทั่วไปเมื่อกล่าวถึง ดาต้าไมน์นิ่งส่วนใหญ่จะคำนึงถึงและให้ความสำคัญกับขั้นตอนการ Mining หรือการค้นหาลักษณะทิศทางของข้อมูล แต่ความเป็นจริงแล้วการทำดาต้าไมน์นิ่งข้อมูลเป็นเพียงหนึ่งในกระบวนการทำดาต้าไมน์นิ่ง และดาต้าไมน์นิ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการค้นพบข้อมูลที่เป็นความรู้ในฐานข้อมูล (KDD) โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานของดาต้าไมน์นิ่งได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการทำ Data Mining โดยสรุป

2.1.3 งานหลักของดาต้าไมน์นิ่ง

โดยทั่วไปมีเทคนิคต่างๆ มากมายในการพัฒนางานของการทำดาต้าไมน์นิ่ง โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Descriptive data mining เป็นการค้นหารูปแบบของข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบของข้อมูลล่วงหน้า ซึ่งในการอธิบายข้อมูลจะอาศัยหลักความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการแบ่งกลุ่มข้อมูล
- Predictive data mining เป็นกระบวนการสร้างโมเดลการทำนายผลของตัวแปรที่เราต้องการทราบในฐานข้อมูล โดยใช้การสังเกตจากรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้จากกลุ่มข้อมูลที่ได้กำหนดไว้แล้วจึงนำไปทดสอบโมเดลที่สร้างขึ้น

ระบบ Data Mining อาจจะสำเร็จได้โดยกระบวนการจากแบบจำลอง (Model) ต่อไปนี้

1. Classification [Predictive] เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลอง จัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ โดยมีกระบวนการที่ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

- การเรียนรู้ (Learning) เป็นการนำเอากลุ่มของข้อมูล (Training data set) ที่จะนำมาทำการศึกษาโดยใช้ อัลกอริทึมของการจำแนก เพื่อทำการเรียนรู้ เพื่อทำการสร้างโมเดล (Model) ที่จะสามารถอธิบายถึงลักษณะของข้อมูล ที่ซ่อนอยู่ภายใต้ข้อมูล ซึ่งโมเดลนี้จะมีลักษณะที่กลุ่มของข้อมูลถูกทำการแจกแจงออกเป็นคลาส (Class) ต่างๆด้วยกฎการจำแนก (Classification rule) และคลาสแต่ละคลาสนี้จะมีลักษณะเฉพาะกลุ่มที่สามารถสรุปออกมาได้ เป็นการแมปปิ้ง (Mapping) จากแอตทริบิวต์ ไปเป็นกลุ่มที่สามารถระบุได้ เช่น การแบ่งประเภทลูกค้าว่าเชื่อถือได้หรือไม่โดยใช้ Model Construction (Learning) ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลอง โดยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว (Training data)
- การทดสอบข้อมูล (Testing data) จะถูกนำมาใช้เพื่อวัดถึงความถูกต้องของกฎการจำแนก ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากขั้นตอนการเรียนรู้ โดยความถูกต้องนี้อาจจะเป็นตัวพิจารณาว่ากฎการจำแนกที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำมาให้กับกลุ่มข้อมูลใหม่ๆได้หรือไม่

การจำแนกยังสามารถใช้เทคนิคแบบต่างๆได้อีก เช่น

- แบบต้นไม้ (Decision Tree) มีลักษณะการแบ่งกลุ่มของข้อมูลเป็นโครงสร้างต้นไม้
- แบบนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Neural Network) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทสิ่งมีชีวิต (Biological Neural) โดยเป็นชุดของการเชื่อมต่อของอินพุต และเอาต์พุต โดยแต่ละเส้นทางการเชื่อมต่อมีค่าน้ำหนัก (Weight) ค่าหนึ่ง จะถูกปรับให้มีค่าที่เหมาะ สมที่สุด ในแต่ละเส้นทางในขั้นตอนการเรียนรู้

2. Clustering [Descriptive] เป็นเทคนิคลดขนาดของข้อมูลด้วยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน เช่น บริษัทจำหน่ายรถยนต์ได้แยกกลุ่มลูกค้าออกเป็นกลุ่มย่อยตามรายได้ของกลุ่มลูกค้า ทำให้รู้ว่าควรเสนอขายรถยนต์ประเภทใดให้กลุ่มลูกค้าใด

3. Association Rule Discovery [Descriptive] หลักการทำงานของวิธีนี้คือ การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือทำนาย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏ-การณ์ต่างๆ เช่นการวิเคราะห์การซื้อสินค้าของลูกค้า (Market Basket Analysis) ซึ่งประเมินจากข้อมูลในตารางที่รวบรวมไว้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นคำตอบของปัญหา เป็นการวิเคราะห์แบบ " กฎความสัมพันธ์ " (Association Rule) เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

4. Sequential Pattern Discovery [Descriptive] ให้กลุ่มของวัตถุ (Object) ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุนั้นๆ จะมี Timeline of events เพื่อหากฎ (Rules) ที่จะทำนายการขึ้นต่อกันระหว่างเหตุการณ์ที่ต่างกันไป กฎถูกสร้างโดยรูปแบบแรก เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ ถูกดูแลโดยเกี่ยวข้องกับเรื่องของเวลา

5. Regression [Predictive] ทำนายค่าตัวแปรที่ต่อเนื่องบนฐานของตัวแปรอื่นๆ ตั้งสมมุติฐาน การขึ้นต่อกันได้จาก Linear หรือ Nonlinear model มักศึกษาข้อมูลที่เป็นสถิติ หรือด้าน Neural Network เช่นการทำนายยอดขายของผลิตภัณฑ์ใหม่อยู่บนพื้นฐานของค่าใช้จ่ายในการโฆษณา

6. Deviation Detection [Predictive] เป็นกรรมวิธีในการหาค่าที่แตกต่างไปจากค่ามาตรฐานหรือค่าที่คาดคิดไว้ว่าต่างไปมากน้อยเพียงใด มักใช้วิธีการทางสถิติ หรือการแสดงเห็นภาพ (Visualization) สำหรับเทคนิคนี้ใช้ในการตรวจสอบลายเซ็นปลอม หรือบัตรเครดิตปลอม รวมทั้งการตรวจหาจุดบกพร่องของชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.4 การประยุกต์ใช้ดาต้าไมน์นิ่ง

ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน Application ในการทำดาต้าไมน์นิ่งมีอยู่หลายแบบ ตัวอย่างเช่น

1. ทางการตลาด เช่น การนำข้อมูลลูกค้าจากการทำบัตรสมาชิกมาเป็นข้อมูลในการทำงานตัวอย่างเช่น การทำ Cross - Selling, Purchasing Pattern over time, Customer Profiling, Direct Mail Campaign, Customer Relation Management (CRM) เป็นต้น

2. ทางด้านการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่างๆ เช่น การพยากรณ์ (Forecasting) การทำ Credit Scoring การทำ Profile of attrition

3. ด้านการตรวจจับการโกง

4. ด้านการป้องกันการฟอกเงิน

5. การป้องกันการโกงประกันประกันภัย

6. Web Mining

7. Text Mining

ในการศึกษาโครงงานนี้ จะประยุกต์การใช้งานดาต้าไมน์นิ่งในด้าน Classification (การจำแนก) ซึ่งแบบจำลองที่ใช้จะอยู่ในรูปของ นิวรอลเน็ตเวิร์ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีนิวรอลเน็ตเวิร์ก

มนุษย์และคอมพิวเตอร์ต่างก็มีความสามารถในการทำงานบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่น งานในด้านการจัดการฐานข้อมูล งานประมวลผลด้านการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งงานเหล่านี้คอมพิวเตอร์สามารถทำได้เร็วกว่ามนุษย์หลายเท่า แต่งานบางอย่าง เช่น การจดจำเสียง การจดจำภาพหน้าคน มนุษย์สามารถทำงานได้ดีกว่า และเร็วกว่า ซึ่งถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ทำแล้วอาจจะไม่สามารถจดจำได้ และต้องใช้เวลาในการประมวลผลนานอีกด้วย

สมองมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมากที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลให้กับสมองมนุษย์ การส่งสัญญาณของเซลล์ประสาทระหว่างเซลล์หนึ่งสู่อีกเซลล์หนึ่งใช้เวลาเร็วมาก คือประมาณสิบส่วนล้านวินาที ซึ่งรูปแบบการส่งสัญญาณทำในลักษณะขนานกัน และวิธีการแก้ปัญหาของสมองมนุษย์ ใช้ประสบการณ์ที่เกิดจาการเรียนรู้ในอดีตนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา ขณะที่สถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลเพียงหน่วยเดียว และการทำงานใช้ชุดคำสั่งที่สั่งงานแบบลำดับขั้น และวิธีการในการแก้ปัญหาต่างๆ นั้นจะต้องทำตามลำดับขั้นตอนของการทำงานที่แน่นอน

ดังนั้น เมื่อเราต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถจัดการกับปัญหาในลักษณะที่คล้ายกับมนุษย์ จึงได้มีการนำสถาปัตยกรรมของสมองมนุษย์มาเป็นตัวแบบในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับสมองและระบบประสาท ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการประมวลผลต่างๆ ที่เรียกว่า นิวรอล (Neural) ทุกๆ นิวรอลสามารถมีอินพุตได้หลายอินพุต แต่มีเพียงเอาต์พุตเดียว และทุกๆ เอาต์พุตจะแยกไปยังอินพุตของนิวรอลอื่นๆ ภายในโครงข่าย การติดต่อกันภายในระหว่างนิวรอล อินพุตจะมีน้ำหนักเป็นตัวกำหนดกำลังของการติดต่อภายในและช่วยในการตัดสินใจ การทำงานของนิวรอลในบางโครงข่ายจะถูกกำหนดไว้ตายตัว แต่บางโครงข่ายสามารถที่จะปรับแต่งได้ ซึ่งอาจจะเป็นการปรับแต่งจากภายนอกโครงข่ายหรือนิวรอลสามารถปรับได้ด้วยตัวมันเอง ในจุดนี้เองที่แสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้ และจดจำของโครงข่ายประสาทเทียม

2.2.1 เซลล์ประสาททางชีววิทยาเบื้องต้น (Biological Neural)

องค์ประกอบของสมองมนุษย์นั้นประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทหรือนิวรอล ประมาณ 10^{11} ตัว โดยที่ เซลล์ประสาทหนึ่งๆ มีเส้นเชื่อมโยงต่อไปยังอีกเซลล์ประสาทอื่นๆ ประมาณ 10^{4} ตัวและเวลาในการสับเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนิวรอลประมาณ 10^{-3} วินาที ลักษณะเซลล์ประสาททางชีวภาพประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ เดนไดรท์ (Dendrites) โซมา (Soma) หรือตัวเซลล์ (Cell body) และแอกซอน (Axon) ส่วนที่เชื่อมระหว่างตัวเซลล์กับแอกซอนของเซลล์อื่นๆที่อยู่รอบๆ ข้างเรียกว่า ไซแนปส์ (Synapse) โดยตัวเดนไดรท์จะรับสัญญาณจากเซลล์ประสาทที่อยู่รอบๆข้าง ผ่านทางไซแนปส์ ด้วยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น จะทำการปรับเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

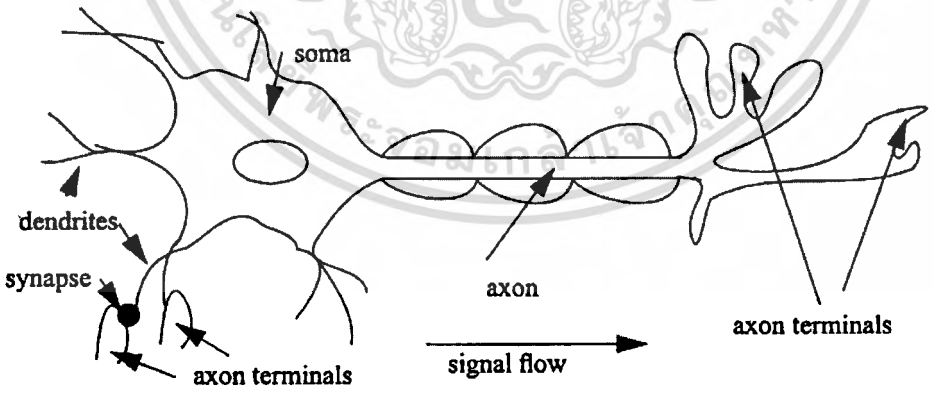
ที่เข้ามา ตัวเซลล์ทำหน้าที่รวมสัญญาณที่เข้ามาแล้วทำการส่งสัญญาณออกไปให้กับแอกซอน เพื่อผ่านต่อให้กับเซลล์อื่นๆ ซึ่งสัญญาณที่ออกจากตัวเซลล์มีลักษณะเป็นแบบสัญญาณกระตุ้นให้กับเซลล์อื่น กล่าวคือ ถ้าค่าสัญญาณที่ออกจากตัวเซลล์มีจำนวน 100 ครั้งต่อวินาที ถือว่าค่าสัญญาณที่ส่งออกเป็นสถานการณ์กระตุ้น (Fire) โดยทั่วไปเราสนใจสัญญาณที่ออกจากเซลล์ประสาทในรูปสถานการณ์กระตุ้น และไม่กระตุ้น (Not Fire) ให้กับเซลล์ที่อยู่รอบข้างมากกว่าสนใจเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องที่ทำให้เซลล์ประสาทเกิดสถานะนี้ขึ้นมา

การทำงานของเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิต

ในธรรมชาติเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิตมีหลายประเภทแล้วแต่หน้าที่ของมัน เซลล์ประ - สาทในตัวของคนเราก็เช่นกัน มีอยู่หลายประเภทตามตำแหน่งและหน้าที่ของมัน เช่น เซลล์ประสาทของกล้ามเนื้อ เซลล์ประสาทในสมอง เซลล์ประสาทที่ลิ้นและจมูกเป็นต้น โครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ประสาทโดยทั่วๆไป แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

เซลล์ประสาทประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 4 ส่วนที่สำคัญคือ

1. เซลล์ประสาท (Soma)
2. เส้นใยรับสัญญาณ (Dendrite)
3. เส้นใยส่งสัญญาณ (Axon)
4. จุดเชื่อมต่อเซลล์ประสาท (Synapse)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ประสาทโดยทั่วไป

เซลล์ประสาทหรือนิวรอล ซึ่งมีนิวเครียสอยู่ตรงกลางรอบๆ ตัวเซลล์ประสาท มีสิ่งที่ยื่นออกไปเพื่อรับและส่งสัญญาณจากเซลล์ประสาทอื่นๆ สิ่งดังกล่าวเรียกว่าแอกซอน ที่ปลายกิ่งจะแตกออกเป็นก้านย่อยๆเรียกว่า เดรนไดรท์ (dendrite) รอยต่อระหว่างก้านของเซลล์ประสาทที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

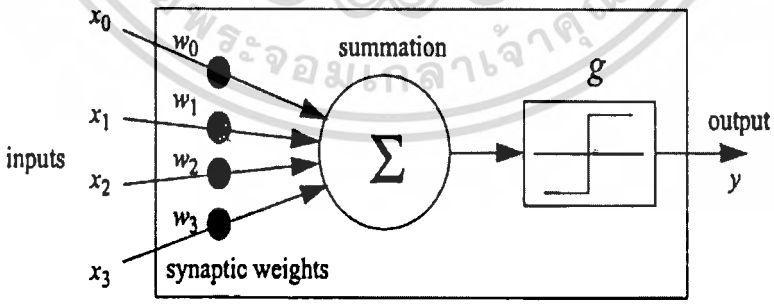
ต่างกันเรียกว่า ไซแนปส์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามสัญญาณที่ส่งระหว่างกันของเซลล์ประสาท การส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาททำได้โดยการถ่ายเทสารประกอบโซเดียมและโพแทสเซียม

ฮอดกิ้น (Hodkin) และ ฮักลีย์ (Huxley) ซึ่งได้รับรางวัลโนแบลทางชีววิทยาได้ค้นพบว่าการไหลของสารประกอบโซเดียม และโพแทสเซียมของเซลล์ประสาทของปลาหมึกได้ทำให้เกิดความต่างศักย์ จะอยู่ระหว่าง 50 – 70 มิลลิโวลต์ จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้เราสามารถจำลองการทำงานของเซลล์ประสาทโดยอาศัย วงจรอิเลคทรอนิกส์ได้

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับสมองและระบบประสาท ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการประมวลผลต่างๆ ที่เรียกว่านิวรอล ทุกๆนิวรอลสามารถมีอินพุตได้หลายอินพุต แต่มีเอาต์พุตเดียว และทุกๆเอาต์พุตจะแยกไปยังอินพุตของนิวรอลอื่นๆ ภายในโครงข่าย การติดต่อกันภายในระหว่างนิวรอลไม่ใช่ลักษณะของการต่อแบบธรรมดา ทุกๆ อินพุตจะมีน้ำหนักเป็นตัวกำลังของการติดต่อภายในและช่วยในการตัดสินใจ การทำงานของนิวรอลในบางโครงข่ายจะถูกกำหนดไว้ตายตัวแต่บางโครงข่าย สามารถที่จะปรับได้ด้วยตัวของมันเอง ในจุดนี้เองแสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้และการจดจำของโครงข่ายประสาทเทียม

2.2.2 สถาปัตยกรรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

จากลักษณะ และการทำงานของเซลล์นิวรอลเน็ตเวิร์ก หรือ นิวรอล ดังที่กล่าวมาข้างต้นได้ถูกนำมาสร้างเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ และ จำลองการทำงานในรูปแบบพื้นฐานโดยใช้ชื่อว่า นิวรอล หรือ ANN (Artificial Neuron Network) ซึ่งมีสถาปัตยกรรมแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงสถาปัตยกรรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

จากรูปที่ 2.3 โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยชั้นของโครงข่ายจำนวน 2 ชั้นคือชั้นอินพุต และชั้นเอาต์พุต ที่ชั้นอินพุตจะมีหน่วยอินพุตจำนวน n หน่วยที่คอยรับสัญญาณอินพุตไปยังหน่วยเอาต์พุต ส่วนที่ชั้นเอาต์พุตจะมีหน่วยเอาต์พุตหรือหน่วยประมวลผลเพียงหน่วยเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$y = g\left(\sum_{i=0}^{N} x_i w_i\right) \tag{2.1}$$

เมื่อ y คือ เอาต์พุต

g คือ ค่าฟังก์ชันไม่เชิงเส้น

N คือ จำนวนอินพุต

x_i คือ ค่านำเข้าจากโหนดที่ i

w_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างโหนด

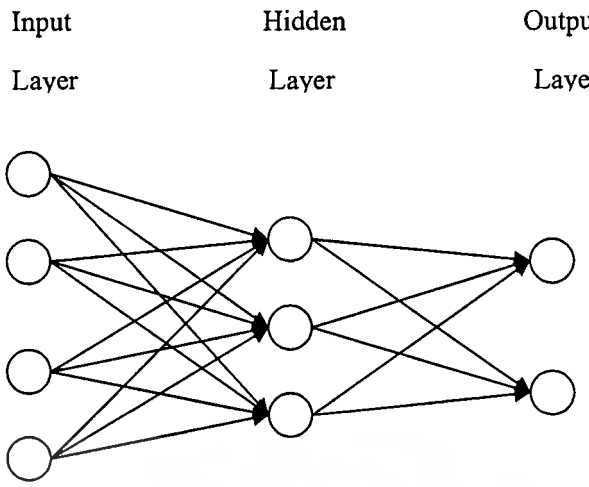
สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- Feed – forward Networks
- Feedback Networks
- Backpropagation Networks

ซึ่งทั้ง 3 แบบแตกต่างกันที่ลักษณะของการเชื่อมต่อ โดยจำนวนชั้นต่างๆของโครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบไปด้วย

- ระดับชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) จะรับสัญญาณจากภายนอก โดยไม่ได้ดำเนินการกับสัญญาณเอง เพียงแต่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังระดับชั้นของเซลล์ประสาทที่อยู่ถัดมา จำนวนของเซลล์ประสาทในชั้นนี้จะขึ้นอยู่กับปัญหา จำนวน และชนิดของข้อมูลที่เข้ามา
- ระดับชั้นกลาง หรือ เรียกอีกอย่างว่าชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) โดยที่ชั้นซ่อนเร้นถูกเรียกเช่นนี้เนื่องจากชั้นนี้จะไม่ได้ทำการติดต่อกับโลกภายนอกโดยตรง เป็นชั้นที่เซลล์ประสาทจะทำการคิดคำนวณกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากชั้นข้อมูลเข้า จำนวนของเซลล์ประสาทชั้นนี้จะบ่งบอกถึงความซับซ้อนของการทำงานในโครงข่าย
- ระดับชั้นข้อมูลออก (Output Layer) จะส่งคืนสัญญาณผลลัพธ์ไปยังภายนอก หลังจากที่โครงข่ายได้ดำเนินการกับข้อมูลที่เข้ามาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed – forward Networks

ข้อดีของโครงข่ายประสาทเทียม

1. สามารถทำงานกับข้อมูลแบบ Non – Linear ได้
2. สามารถทำงานกับข้อมูลที่มีความแตกต่างจากกลุ่มของข้อมูลส่วนใหญ่ ข้อมูลที่ควรจะเป็น (Noisy data) หรือทำงานกับข้อมูลที่มีบางส่วนของข้อมูลขาดหายไป (Missing data) ซึ่งอาจเกิดจากข้อมูลไม่ได้ถูกเลือกจากขั้นตอนการเลือกข้อมูล
3. สามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้สมการ
4. สามารถทำงานกับข้อมูลที่มีตัวแปรหรือพารามิเตอร์จำนวนมากๆ ได้
5. สามารถใช้ในการแก้ปัญหาทั่วไปด้วยการทำนายที่มีความถูกต้อง

ข้อจำกัดของโครงข่ายประสาทเทียม

1. โครงข่ายประสาทเทียม รับข้อมูลได้เฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลข ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 หรือ -1 ถึง 1 เท่านั้นดังนั้น ถ้าอินพุต เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่ได้อยู่ในช่วงตัวเลขที่กำหนดหรือในกรณีที่เป็นข้อมูลชนิดอื่นซึ่งไม่ใช่ตัวเลขก็ต้องแปลงให้เป็นตัวเลขก่อนเช่น ข้อมูลวันในสัปดาห์อาจแทนค่าด้วยเลข 1, 2, 3,..., 7 เป็นต้น แล้วปรับให้อยู่ในช่วงที่กำหนดอีกที

2. ไม่มีกฎเกณฑ์ในการกำหนดจำนวนฮิดเดนเลเยอร์แต่ถ้าใช้ฮิดเดนเลเยอร์ ที่มากกว่า 1 เลเยอร์ ทำให้ Network ใช้เวลาเรียนรู้นานดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือให้มีจำนวนฮิดเดนเลเยอร์ น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ถ้าเป็น feed forward network ควรใช้ 1 ฮิดเดนเลเยอร์

3. การกำหนดจำนวนฮิดเดนยูนิต (hidden unit) ในฮิดเดน เลเยอร์ ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว ต้องลองผิดลองถูกเพื่อหาจำนวนฮิดเดนโหนด (hidden node) ที่ทำให้เกิดความผิดพลาด (error) น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต้องกำหนดชุดของข้อมูล ที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมให้ครอบคลุม เพราะถ้าโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ไม่ครอบคลุมจะทำให้เกิด ความผิดพลาดในการพยากรณ์ได้

2.2.3 การฝึกสอนและการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

ในการที่จะนำโครงข่ายประสาทเทียม ไปใช้ประยุกต์ในการประมวลผลใดๆ ตามจำเป็นจะต้องทำการฝึกสอน ให้โครงข่ายประสาทเทียมได้ทำการเรียนรู้ (Learning Training) เสียก่อน เนื่องมาจากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม จะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนัก และการฝึกสอนก็คือการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมนั่นเอง ในการฝึกสอนนั้นสามารถที่จะจำแนกออกเป็น 2 วิธีการได้ดังต่อไปนี้

2.2.3.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning)

การเรียนรู้จะมีการกำหนดเซตของการฝึกหัดให้กับเครือข่าย ซึ่งเซตนี้จะประกอบด้วย อินพุต และเอาต์พุตที่ต้องการ โดยทำการจับคู่การสอน (Training Pair) เมื่อทำการป้อนอินพุตให้กับเครือข่ายแล้ว เครือข่ายจะทำการประมวลผลจนได้คำตอบและค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ออกมาชุดหนึ่งสำหรับคำตอบที่ได้จริง (Actual Output) เพื่อนำมาคำนวณค่าผิดพลาด โดยสามารถหาได้จากการนำคำตอบที่เราต้องการ (Target Output) ลบจากคำตอบที่ได้จริงจากการเรียนรู้ของเครือข่าย ถ้าค่าความผิดพลาดที่ได้จากการลบกันระหว่างค่าที่ได้จริงกับค่าที่เราต้องการยังมีค่าสูง หรือในบางกรณีอาจต้องมีการปรับให้มีค่าเป็นศูนย์ จะต้องมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักไปจนกว่าจะได้ค่าที่ยอมรับได้ จึงจะหยุดการสอนในเครือข่าย และค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จะเป็นเหมือนฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงข้อมูล ตัวอย่างโครงข่ายที่มีการเรียนรู้แบบ Supervised Learning ได้แก่ Perceptrons, Radial – Basis Function Network เป็นต้น

2.2.3.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)

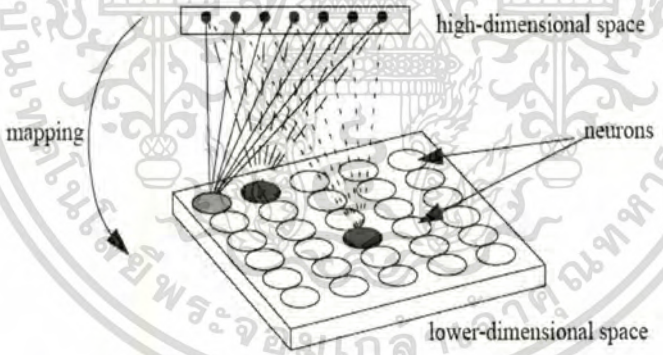
การเรียนรู้การสอนโดยที่ไม่ต้องมีกาจับคู่สอน เนื่องจากเมื่อเราใส่ค่าอินพุตเซตสู่เครือข่ายแล้ว เครือข่ายจะพยายามจัดกลุ่มอินพุตเซตที่มีลักษณะเดียวกันให้เอาต์พุตออกมาจากเครือข่ายที่เดียวกัน คือมีการปรับตัวเองภายใน (Self – Organization) การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนอินพุตเข้าสู่เครือข่าย ภายในเครือข่ายจะมีเอาต์พุตโหนดอยู่หลายโหนดโดยแต่ละโหนดแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนอินพุตเข้าสู่เครือข่าย เครือข่ายจะทำการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ที่มีภายในเซตของอินพุต โดยอาศัยค่าถ่วงน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของอินพุต โดยวิธีนี้ไม่สามารถทำการระเอาต์พุตที่ถูกต้องว่าโหนดใดเป็นข้อมูลของกลุ่มใด ซึ่งผู้ใช้งานต้องเป็นคนกำหนดเอง ตัวอย่างโครงข่ายที่มีการเรียนรู้แบบ Unsupervised Learning ได้แก่ Self – Organizing Feature Maps (SOM), ART1, ART2 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอนโครงข่ายเซลล์ประสาทเป็นการหาฟังก์ชันการแปลง และ ฟังก์ชันการแปลงที่ได้จะมีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งฟังก์ชันการแปลงของโครงข่ายประสาทเทียมในที่นี้ คือเซตของค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่าย ดังนั้นฟังก์ชันการแปลงจะมีศักยภาพมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายนั้นๆ ว่ามีเสถียรภาพมากน้อยเพียงใดและค่าถ่วงน้ำหนักคำนวณได้จากการสอนโครงข่าย ซึ่งการสอนโครงข่ายมีหลายแบบด้วยกัน เช่น กฎการสอนของ Hebb (Hebbian Learning) กฎการสอนแบบเดลต้า (Delta Rule or Error – Correction Learning) กฎการเรียนรู้แบบแข่งขัน (Competitive Learning) เป็นต้น

2.3 Self – Organization Maps (SOM)

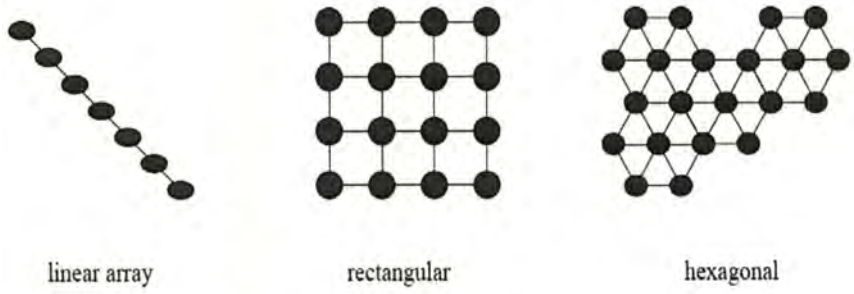
เป็นแบบจำลองระบบโครงข่ายที่ไม่มีการควบคุม ที่ถูกพัฒนาโดย kohonen แบบ จำลอง SOM ในเวลาต่อมาได้มีการนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย โดยมีลักษณะเป็นสัญญาณอินพุตและเป็นรูปแบบนามธรรมต่างๆ โดยปราศจากการควบคุมสัญญาณ แบบจำลองนี้สามารถใช้แสดงให้เห็นภาพในแบบที่เป็นมิติของข้อมูลได้ซึ่งก็จะมีพื้นที่ที่เป็นอินพุตกับพื้นที่ ที่เป็นเอาต์พุต จากรูปที่ 2.5 เป็นการแสดงการรับอินพุตเข้ามา 7 ตัว ซึ่งแยกกันเป็นพื้นที่สองมิติ



รูปที่ 2.5 แสดง SOM ที่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่มีทิศทางจากมิติด้านบนมายังพื้นที่ของมิติด้านล่าง

ส่วนรูปด้านที่ 2.6 เป็นตัวอย่างของ SOM ที่ประกอบด้วย การติดต่อของเซลล์ประสาทที่เชื่อมต่อซึ่งกันระหว่างเซลล์ประสาท โดยสามารถนำมาแสดงตัวอย่างเป็นรูปแบบเรขาคณิตได้ดังนี้

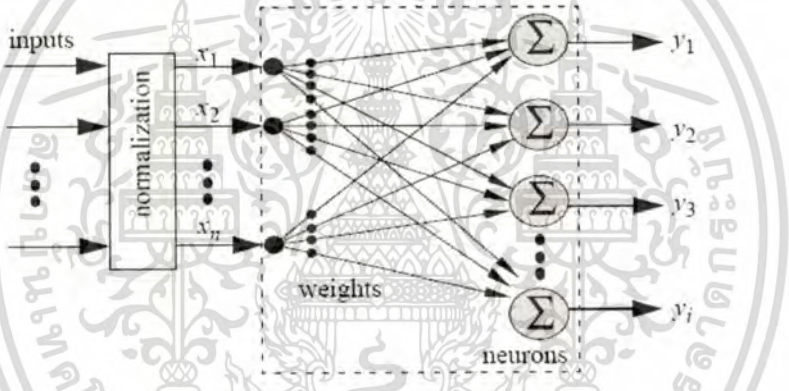
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดง SOM เป็นรูปแบบเรขาคณิต

2.3.1 โครงสร้างของ SOM

ประกอบด้วยชั้นของเซลล์ประสาทที่แท้จริง เพียงชั้นเดียวคือชั้น ฮิดเดน เลเยอร์ เพราะเป็นชั้นที่นำค่าอินพุตเข้ามาคิดคำนวณ แล้วนำค่าที่ได้ส่งไปชั้นเอาต์พุตต่อไป แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ SOM

ลักษณะของ Self – Organization เป็นการปรับตัวเองภายใน การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนอินพุตเข้าสู่เครือข่าย ภายในเครือข่ายจะมีเอาต์พุตโหนดอยู่หลายโหนด โดยแต่ละโหนดแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนอินพุตเข้าสู่เครือข่าย เครือข่ายจะทำการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ที่มีภายในเซตของอินพุต โดยอาศัยค่าถ่วงน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตก ต่างของอินพุตไว้ยังโหนดเอาต์พุตของเครือข่ายการเรียนรู้ คือ ใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของอินพุต โดยวิธีนี้ไม่สามารถทำการระบุเอาต์พุตที่ถูกต้องได้ว่าโหนดใด เป็นข้อมูลของกลุ่มใด ซึ่งผู้ใช้งานต้องเป็นคนระบุเอง โดยมีข้อดีคือ สามารถแบ่งกลุ่มของข้อมูลที่มีการกระจายของกลุ่มจำนวนมากแต่มีจำนวนข้อมูลน้อยๆได้ จุดหนึ่งที่ไม่เหมือนกับการ Clustering ในแบบอื่นๆของ Self – Organizing Feature Maps (SOM) คือการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล โดย SOMs ไม่ได้ใช้การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลด้วยกันเองแต่เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลกับ Neural Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขั้นตอนการทำงานของ Self – Organizing Maps Neural Network (SOM)

วิธีการคิดของ Kohonen's Self – Organizing Maps Neural Network คือการทำซ้ำของในแต่ละข้อมูลเพื่อที่จะได้ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง มีวิธีการคิดดังนี้

1. กำหนดค่าน้ำหนัก (W) ให้กับข้อมูล และกำหนดค่า Learning Rate (α)
2. นำค่าของข้อมูลมาคำนวณด้วยสูตร Distance คือ

$$D(j) = \sum_{i=1}^{N} (W_{ij} - X_i)^2 \qquad (2.2)$$

โดยที่ i = ข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Input)

j = จำนวนกลุ่มข้อมูลที่ต้องการค้นหา (Output)

D = ระยะทางระหว่างจุดข้อมูลกับจุดกึ่งกลางของกลุ่ม (Distance)

W = ค่าน้ำหนัก

X = ค่าของข้อมูล (Attribute)

3. เปรียบเทียบกับ D(j) ของแต่ละกลุ่มข้อมูลว่าค่าของกลุ่มไหนมีค่าน้อยที่สุด
4. นำข้อมูลของกลุ่มที่มีค่าน้อยที่สุดมาคำนวณหาน้ำหนักใหม่ โดยใช้สูตรดังนี้

$$W_{ij}(new) = W_{ij}(old) + \alpha(X_i - W_{ij}(old)) \qquad (2.3)$$

5. ทำการลดค่า α ลง
6. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2 ใหม่จนกว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า D(j)ในแต่ละกลุ่ม

2.4 Fuzzy Self – Organizing Map (FSOM)

Fuzzy Self – Organizing Map (FSOM) คือ ระบบ Neuro – Fuzzy ที่เป็นการรวมกันของทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม และ ฟัซซี ลอจิก โดยที่ Fuzzy Self – Organizing Map (FSOM) เป็นฟัซซี ที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองของ Kohonen โดยเซลล์ประสาทแบบ SOM จะมีการถูกแทนที่ด้วยกฎของ ฟัซซี และ ฟัซซี เซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

2.4.1 ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)

ฟัซซีลอจิก เป็นตรรกศาสตร์ประเภทหนึ่งที่อยู่บนพื้นฐานของฟัซซี เซต (Fuzzy sets) ซึ่งแตก ต่างจากตรรกศาสตร์แบบปกติ (Traditional) ตรงที่ค่าความจริง (Predicate) ของฟัซซี ลอจิกไม่จำเป็นต้องเป็นเพียงแค่ค่าจริงหรือเท็จเท่านั้น อาจเป็นค่าที่มีความกำกวมแฝงอยู่ได้ ในขณะที่ค่าความจริงของตรรกศาสตร์แบบปกติจะมีได้เพียงแค่สองค่าเท่านั้นคือ จริงหรือเท็จ จากคุณลักษณะดังกล่าวนี้เองทำให้มีการนำเอา ฟัซซี ลอจิก มาสร้างเป็นระบบฟัซซี (Fuzzy systems) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายๆด้านเช่น งานด้านการควบคุมระบบ (System control), งานด้านการพยากรณ์เชิงธุรกิจ (Business forecasting), และอื่นๆ เป็นต้น สาเหตุสำคัญ 2 ประการที่ทำให้ระบบฟัซซีได้รับความนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายๆ ด้าน คือ

1. ออกแบบระบบได้ง่าย
2. สามารถนำไปใช้กับระบบที่มีความซับซ้อนและกำกวมได้อย่าเหมาะสม

จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยหลายท่านได้พัฒนาอัลกอริทึมการเรียนรู้ต่างๆขึ้น เพื่อใช้ในระบบฟัซซีมากมาย แต่ระบบฟัซซีที่ถูกสร้างขึ้นด้วยอัลกอริทึมเหล่านี้ ไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขส่วน ประกอบของระบบฟัซซีหรือค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในระหว่างการใช้งานได้ ทำให้ระบบอาจให้ค่าเอาต์พุตที่ผิดพลาดได้ ต่อมาจึงได้มีผู้นำเสนออัลกอริทึมการปรับแต่งส่วนประกอบของระบบ ฟัซซีและค่าพารามิเตอร์นี้ ยกตัวอย่างเช่น Lotfi, A. และ Tsoi, A.C. ได้นำเสนออัลกอริทึมการปรับแต่งฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership function) ในระบบฟัซซี เพื่อใช้ควบคุมการถอยรถบรรทุก (Truck backer-upper control) , Nie, J. และ Lee, T.H. ได้นำเสนออัลกอริทึมการปรับแต่งกฎฟัซซี (Fuzzy rule) เพื่อใช้ในการควบคุมทิศทาง (line-of-sight system or LOS system), jung, C.-H. และคณะได้พัฒนาอัลกอริทึมการปรับเปลี่ยนตัวกำหนดขนาด (Scaling factor) เพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำของเครื่องผลิตไอน้ำในโรงงานพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ซึ่งอัลกอริทึมที่จะใช้ในระบบครั้งนี้เป็น เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) ที่จะกล่าวต่อไป

2.4.2 โครงสร้างพื้นฐาน

จากโครงสร้างของ SOM จะมีการคำนวณอินพุตเมื่อป้อนอินพุตเข้าสู่เครือข่าย เครือข่ายจะทำการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแล้วได้เอาต์พุตออกมา แต่สำหรับ FSOM จะมีการใช้กฎของ ฟัซซี แทนค่าน้ำหนักโดยการสร้างเป็นกฎขึ้นมาจาก *if – then*

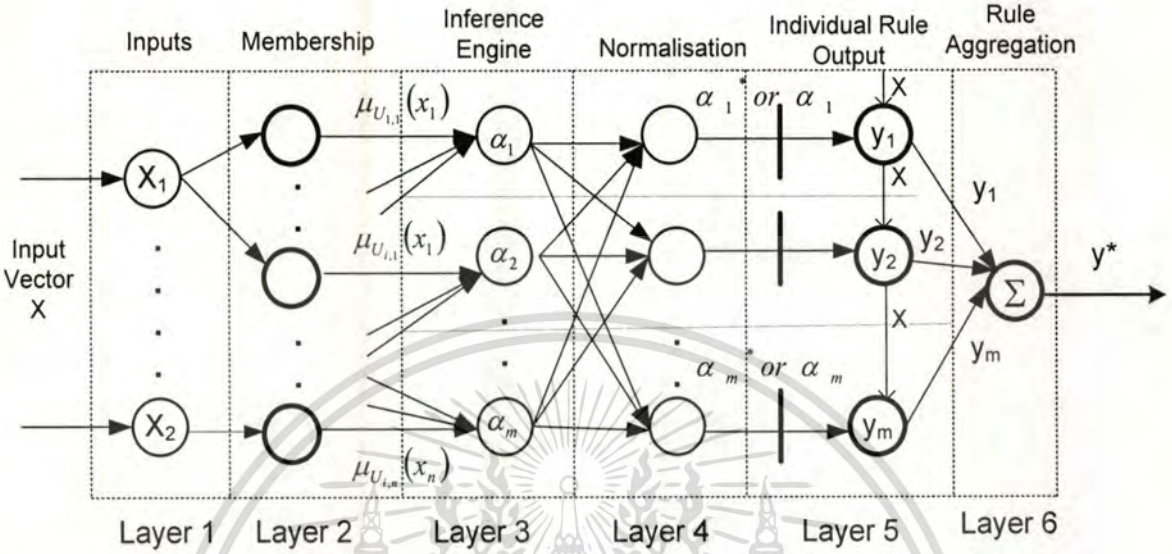
if x_1 is $U_{i,1}$ **and** x_2 is $U_{i,2}$ ... **and** x_n is $U_{i,n}$

then y_1 is $a_{i,1}$ **and** y_2 is $a_{i,2}$ ... **and** y_n is $a_{i,p}$,

โดยแต่ละเงื่อนไข (x_j is $U_{i,j}$) ถูกอธิบายด้วยค่าสมาชิก $\mu_{u_{i,j}}(x_j)$ ที่ x_j เป็นสัญญาณอินพุตที่อยู่ในฟัซซี เซต $U_{i,j}$ ผลลัพธ์ $a_{i,j}$ ของกฎของฟัซซีเป็นจำนวนจริงหนึ่งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของ FSOM โดยแต่ละชั้นก็จะมีการทำงานภายในชั้นตามลำดับ



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของ FSOM

2.4.3 โครงสร้างของ FSOM

โครงสร้างภายในทั้งหมดแบ่ง เป็น 6 ชั้น และทั้ง 6 ชั้นประกอบรวมกันเป็นสามส่วนใหญ่ๆ คือ Fuzzification , Inference และ Defuzzification โดยชั้นที่ 1 ก็จะเป็นการรับค่าอินพุต ส่วนชั้นที่ 2 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function) จะอยู่ในส่วนของ Fuzzification ,ชั้นที่ 3 Inference Engine จะอยู่ในส่วนของ Inference และ ชั้นที่ 4 Normalization , ชั้นที่ 5 Individual Rule Outputs และ ชั้นที่ 6 Rule Aggregation ทั้งสามชั้นนี้จะอยู่ในส่วนของ Defuzzification ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของแต่ละชั้นได้ดังนี้

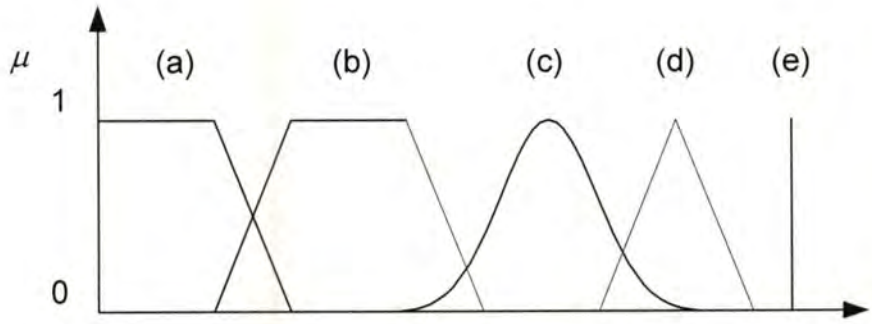
ชั้นที่ 1 Inputs

ชั้นนี้เป็นชั้นอินพุต และ จะแพร่อินพุตไปในชั้นที่ 2 โดยไม่มีการทำงานเกิดขึ้นจำนวนของเซลล์ประสาทเท่ากับจำนวนของตัวแปรอินพุต

ชั้นที่ 2 Membership Function

ชั้นนี้คือ ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของเซตแบบฟัซซี ชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์ประสาทสำหรับเซตแบบฟัซซี ($U_{i,j}$) วัตถุประสงค์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก คือการกำหนดรายละเอียดของค่า ว่าต้อง การให้อยู่ในรูปแบบ เซตแบบไหนซึ่งการเป็นสมาชิกของเซตแบบฟัซซีก็มีได้หลายแบบดังรูปที่ 2.9

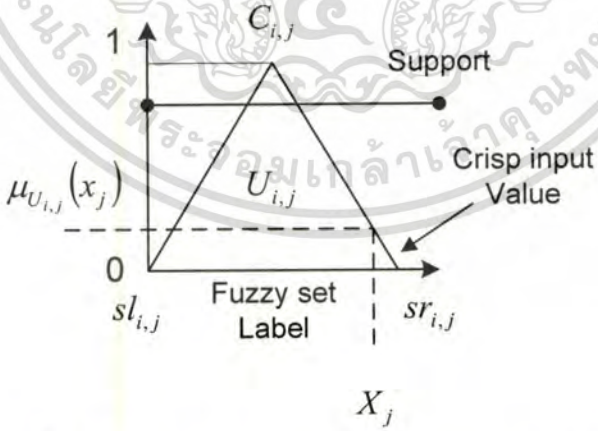
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบต่างๆของฟังก์ชัน

(a) เป็นลักษณะรูป Z
(b) เป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
(c) เป็นลักษณะรูประฆัง
(d) เป็นลักษณะรูปสามเหลี่ยม
(e) เป็นลักษณะรูปที่เป็นเส้นตรง

แต่สำหรับตัวอย่างนี้ จะเลือกลักษณะรูปแบบสามเหลี่ยม ซึ่งก็จะประกอบด้วยเซลล์ประสาทที่อยู่ในเซตแบบฟัซซี คือ U_{ij} เนื่องจากมีข้อดีคือ มันเป็นการคำนวณที่ง่าย จึงใช้ฟังก์ชันรูปสามเหลี่ยมในการหาสมาชิกโดยแต่ละอินพุต จะมีค่าตั้งแต่ 0 - 1



รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบและส่วนต่างๆของสามเหลี่ยม

จากรูปที่ 2.10 $c_{i,j}$ คือ ศูนย์กลางของฟัซซี เซต $U_{i,j}$ ตัวแปร $sl_{i,j}$ กับ $sr_{i,j}$ เป็น คือ ด้านซ้าย และ ด้านขวา ของฟัซซี เซต $U_{i,j}$ ตามลำดับ ฟัซซี เซตจะอธิบายบริเวณของอินพุตแต่ละการกระตุ้นกฎของฟัซซี และได้อธิบายการเป็นสมาชิก ของรูปสามเหลี่ยมตามสมการที่ (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = \frac{x_j - sl_{i,j}}{c_{i,j} - sl_{i,j}} \quad , \quad sl_{i,j} \le x_j \le c_{i,j} \ ,$$

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = \frac{x_j - sr_{i,j}}{c_{i,j} - sr_{i,j}} \quad , \quad c_{i,j} < x_j \le sr_{i,j} \ ,$$

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = 0 \quad , \quad \text{otherwise} \qquad (2.3)$$

ชั้นที่ 3 Inference Engine

เป็นการทำงานแบบอนุมานฟัซซี หรือ เป็นการควบคุมการไหลของข้อมูล (มีการสร้างกฎมาใช้) แต่ละกฎจะถูกกำหนดด้วยเงื่อนไขอินพุต เมื่อเซลล์ประสาททั้งหมดในชั้นที่ 2 เข้ามาก็จะมีการเชื่อมต่อการทำงาน โดยเป็นการเปรียบเทียบ
เงื่อนไขของแต่ละกฎกับข้อมูลในฐานข้อมูล โดยเลือกค่าที่น้อยที่สุดตามสมการที่ (2.4)

$$\alpha_i = \min\left\{\mu_{U_{i,1}}(x_1), \mu_{U_{i,2}}(x_2), \ldots, \mu_{U_{i,n}}(x_n)\right\} \qquad (2.4)$$

ชั้นที่ 4 Normalization

ชั้นนี้จะประกอบไปด้วยการนอร์มัลไลซ์เซลล์ประสาทซึ่งจะนอร์มัลไลซ์เซลล์ประสาทของแต่ละกฎ α_i^* ตามสมการที่ (2.5)

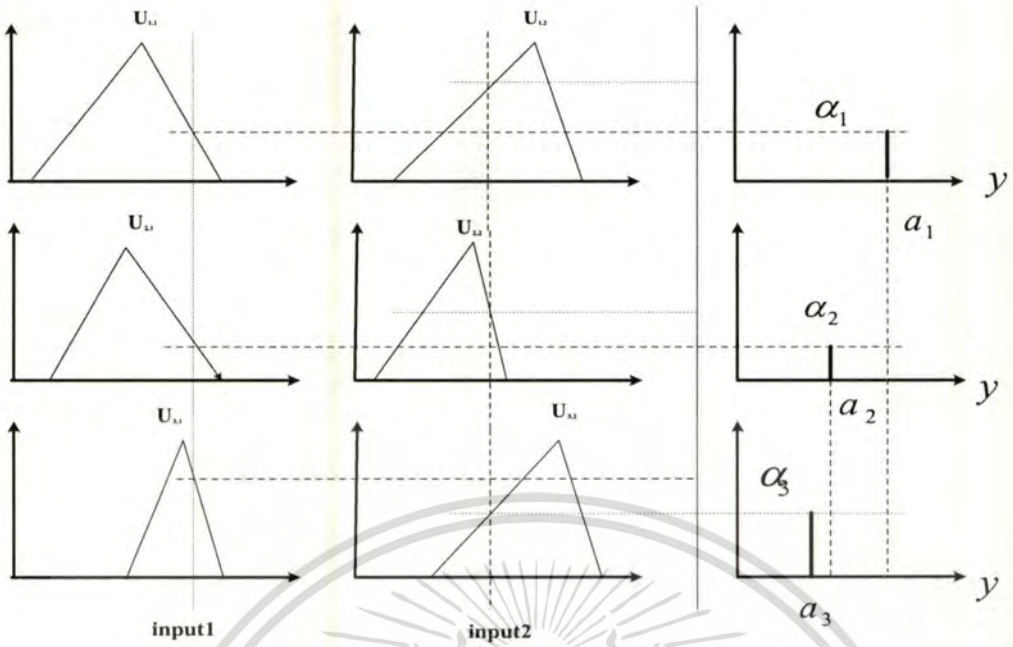
$$\alpha^*_i = \frac{\alpha_i}{\sum_{p=1}^{m} \alpha_p} \qquad (2.5)$$

ชั้นที่ 5 Individual Rule Outputs

เป็นการคำนวณกฎเอาต์พุตแบบปกติ จะใช้ค่าอินพุตจาก ชั้นที่ 1 แต่ละกฎจะให้เอาต์พุตค่าเดียว ถ้ากฎอินพุตเป็นจริง จะได้กฎเอาต์พุตตามสมการที่ (2.6) และรูปที่ 2.12 แสดงกฎและการใช้กฎ

$$\begin{aligned} y_i &= f_i(x_1, \ldots, x_n) \\ &= a_{i,0} + a_{i,1}x_1 + a_{i,2}x_2 + , \ldots, + a_{i,n}x_n \end{aligned} \qquad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



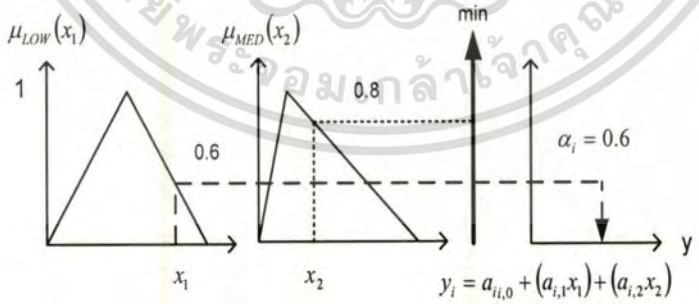
Fuzzy rules :

If input1 = $U_{1,1}$ **and** input2 = $U_{1,2}$ **then** y = a_1

If input1 = $U_{2,1}$ **and** input2 = $U_{2,2}$ **then** y = a_2

If input1 = $U_{3,1}$ **and** input2 = $U_{3,2}$ **then** y = a_3

รูปที่ 2.11 แสดงหลักการทำงานของ FSOM เป็นตัวอย่างการใช้กฎในชั้นที่ 3



รูปที่ 2.12 แสดงกฎและการใช้กฎ

เอาต์พุต y_i เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น และจำนวนของกฎเอาต์พุตเซลล์ประสาทเท่ากับจำนวนของกฎผลรวมทั้งหมด ของการปรับค่าในชั้นนี้ สำหรับแต่ละกฎเป็น n+1 หรือ สำหรับกฎทั้งหมดเป็น m(n+1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 6 Rule Aggregation

ประกอบด้วยเซลล์ประสาทอันเดียวจุดประสงค์คือการกำหนดค่าเอาต์พุตอันเดียวจากกฎหลาย กฎที่เกิดขึ้น เมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขของกฎที่ซ้อนกัน และแก้ปัญหาโดยการใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสมการที่ (2.7)

$$y^* = \frac{\sum_{i=0}^{m} \alpha_i y_i}{\sum_{i=0}^{m} \alpha_i} \tag{2.7}$$

เอาต์พุตค่าเฉลี่ยน้ำหนักคือ y* แต่ถ้ามีแค่กฎเดียว (i) ค่า $y^* = y_i$ ค่า FSOM ทั้งหมดเมื่อผ่านการปรับให้เหมาะและดีแล้วจะถูกกำหนดตามสมการที่ (2.8) และ (2.9)

$$\{sl_{i,j}, c_{i,j}, sr_{i,j}\} \tag{2.8}$$

$$\{a_{i,0}, a_{i,1}, \ldots, a_{i,n}\} \tag{2.9}$$

2.4.3 ขั้นตอนการปรับแต่งของ FSOM

การปรับแต่งจะมีอยู่ด้วยกัน 2 เฟส ลักษณะคือเป็นการปรับค่าตัวแปรตามสมการที่ (2.8) และ (2.9) โดยใช้การเทรนกลุ่มตัวอย่างหรือทำการปรับปรุงข้อมูลอินพุตให้มีประสิทธิภาพ มีการทำงานดังนี้

<u>เฟส 1</u> ค่าตัวแปรที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้ และผลลัพธ์ที่ได้จากสมการที่ (2.9) จะถูกปรับปรุงโดยการใช้อัลกอริทึม (เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการควบคุม)

การทำงานของเฟส 1 จะใช้อัลกอริทึม LMS ซึ่งมีการทำงานดังนี้

- ทำการถ่ายทอดการเทรนกลุ่มตัวอย่างด้วยการใส่อินพุตเวคเตอร์ X(t) ที่เวลา t
- กำหนดค่า Learning rate ให้กับ ga(t) โดยที่ $1 > g_a(t) \geq 0$ ซึ่งจะกำหนดให้กับผลลัพธ์ที่ได้จากค่าตัวแปร ข้อกำหนดนี้จะทำให้จำนวนของค่าตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าจะค่อยๆลดลงระหว่างการเทรนในขั้นตอนการปรับค่าตัวแปร
- การกำหนดค่าความผิดพลาดระหว่างผลลัพธ์สุดท้าย y* และผลลัพธ์ที่ต้องการ y
- ผลลัพธ์ที่ได้จากค่าตัวแปรทั้งหมดในสมการที่ (2.10) จะถูก ปรับให้ค่าความผิดพลาดลดลงโดยการใช้ LMS ตามสมการที่ (2.11)

$$a_i = \lfloor a_{i,0}, a_{i,1}, \ldots a_{i,n} \rfloor \tag{2.10}$$

$$a_i(t+1) = a_i(t) + g_{a,i}(t) \cdot \alpha_i \cdot \left[y^*(t) - y(t) \right] \tag{2.11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟส 2 จะทำในกรณีที่ค่าอินพุตหนึ่งค่าทำให้เกิดค่า μ ถึงสองค่า สมการที่ (2.8) จะถูกปรับโดยการใช้อัลกอริทึม LVQ โดยเฟส 2 การทำงานคือจำทำการคำนวณเพื่อที่จะปรับค่าของตัวที่เป็นตัวรองผู้ชนะ (Runner Up) คือตัวที่เกิดจุดตัดต่ำกว่า มีการกำหนดเป็น $S_{r,k}$ คือขอบของ $Sl_{r,k}$, $Sr_{r,k}$ ซึ่งจะขยายไปตรงกันกับกฎผู้ชนะ(คือตัวทีมีจุดัดอยู่สูงกว่า) โดยที่ k คืออินพุตตัวแปรที่ตรงกัน หลังจากเลือกการแพร่ที่เหมาะสมได้แล้ว จะทำการเปลี่ยนแปลงค่าโดยการใช้อัลกอริทึมในการปรับค่าของ LVQ 2.1 ตามกฎการเรียนรู้นี้ (2.12) จะทำการปรับค่าผลลัพธ์ y* ของ FSOM มีค่าเข้าใกล้กับค่าผลลัพธ์ y ซึ่งค่า y* นี้อาจจะต้องทำให้มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงโดยจะมีผลกับกฎตัวรองผู้ชนะ (Runner – up)

- ถ้ามีผลทำให้กฎตัวรองผู้ชนะ (Runner – up) มีค่าเพิ่มขึ้นก็โดยการย้ายตัวรองผู้ชนะไปยังศูนย์กลางของกฎผู้ชนะ

- มีผลทำให้กฎตัวรองผู้ชนะ (Runner – up) มีค่าลดลงก็โดยการย้ายตัวรองผู้ชนะให้ไกลจากกฎผู้ชนะและย้ายไปทางด้านขอบของผู้ชนะ $S_{w,k}$

$$s_{r,k}(t+1) = s_{r,k}(t) + g_{U,r}(t)\left[c_{w,k} - s_{r,k}(t)\right] \quad , \operatorname{sgn}(y - y^{*}) = \operatorname{sgn}(y_r - y_w)$$
$$s_{r,k}(t+1) = s_{r,k}(t) + g_{U,r}(t)\left[s_{w,k} - s_{r,k}(t)\right] \quad , \text{otherwise} \qquad (2.12)$$

2.5 เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

เจเนติกอัลกอริทึม คิดค้นโดย John Holland เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานจากกลไกการคัดเลือกสายพันธุ์ตามธรรมชาติ (Natural Selection) และธรรมชาติทางพันธุกรรม (Natural Genetic) ซึ่งหมายถึงสายพันธ์ที่ดีจึงมีโอกาสได้รับคัดเลือกมาเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดลักษณะดีๆ ของสายพันธุ์ในรุ่นต่อๆไปมากกว่า ส่งผลให้สายพันธุ์ดังกล่าวมีโอกาสอยู่รอดสืบต่อไปมากกว่า ส่วนสายพันธุ์ที่ไม่ดีก็จะไม่ได้รับการคัดเลือกทำให้ค่อยๆ สูญพันธุ์ไปในที่สุด

เนื่องจากเจเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีที่เลียนแบบมาจากหลักการทางชีววิทยา ทำให้มีการนำศัพท์ด้านชีววิทยามาประยุกต์ใช้กับเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.1 สำหรับตัวแปร (Parameter) ของเจเนติกอัลกอริทึมนั้นจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสตริง (String) โดยประกอบด้วยอักขระ (Character) และบิต (Bit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คำศัพท์ทางชีววิทยา กับเจเนติกอัลกอริทึม

Natural Genetic	Genetic Algorithm
Chromosome	String
Gene	Character , Bit
Allele	Character Value , Bit Value
Genotype	Structure
Phenotype	Decode Structure

โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

- โครโมโซม ประกอบด้วยยีนหลายๆ ยีน ซึ่งยีนเหล่านี้จะเป็นส่วนที่เก็บลักษณะต่างๆ ของโครโมโซม
- ภายในแต่ละยีนจะประกอบด้วยอะลีล (Allele) ที่แสดงรูปแบบของยีน หรือค่าที่ใช้แสดงลักษณะดังกล่าวของยีน
- ยีโนไทป์ (Genotype) เป็นส่วนที่แสดงลักษณะทางกายภาพของแต่ละบุคคล
- ฟีโนไทป์ (Phenotype) จะเป็นพื้นฐานในการกำหนดความเหมาะสม และการคัดเลือกสายพันธุ์

2.5.1 การทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้นำหลักการการค้นหาแบบเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบเพื่อใช้หาค่าฐานกฎที่เหมาะสมในการทำงานของระบบ

เจเนติกอัลกอริทึมมีขั้นตอนในการทำงาน 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นตอนของการเตรียมการ โดยจะต้องมีขั้นตอนต่อไปนี้

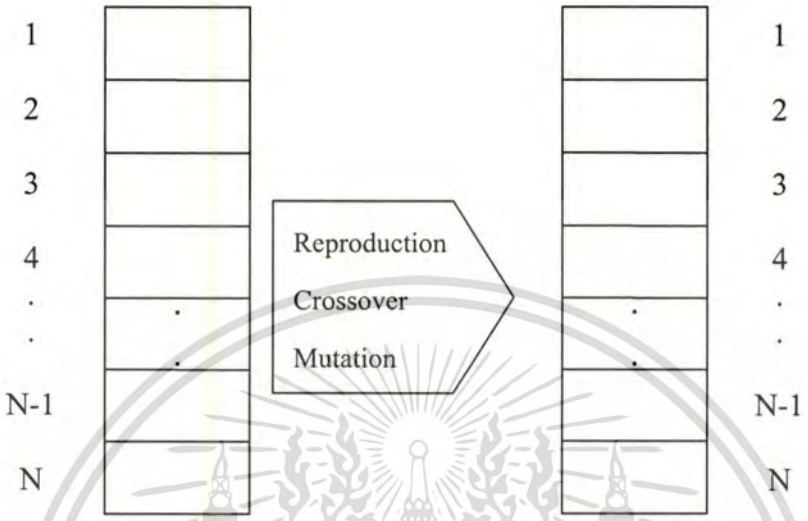
- การกำหนดฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) เพื่อใช้ประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ของโครโมโซมแต่ละตัว
- กำหนดรูปแบบของโครโมโซมโดยเข้ารหัส (Coding) และทำการแปลงค่าตัวแปร (Parameter) ต่างๆของปัญหาให้อยู่ในรูปโครงสร้างของโครโมโซมตามที่กำหนด

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนนี้ได้ ดังนี้

- สร้างประชากรรุ่นแรกโดยการสุ่มเลือกมาจำนวนหนึ่งจากสมาชิกของประชากรทั้ง
- ทำการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ตามที่ต้องการ 2 โครโมโซม ซึ่งจะนำมาแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ด้วยการครอสโอเวอร์ (Crossover) เพื่อให้ได้โครโมโซมชุดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

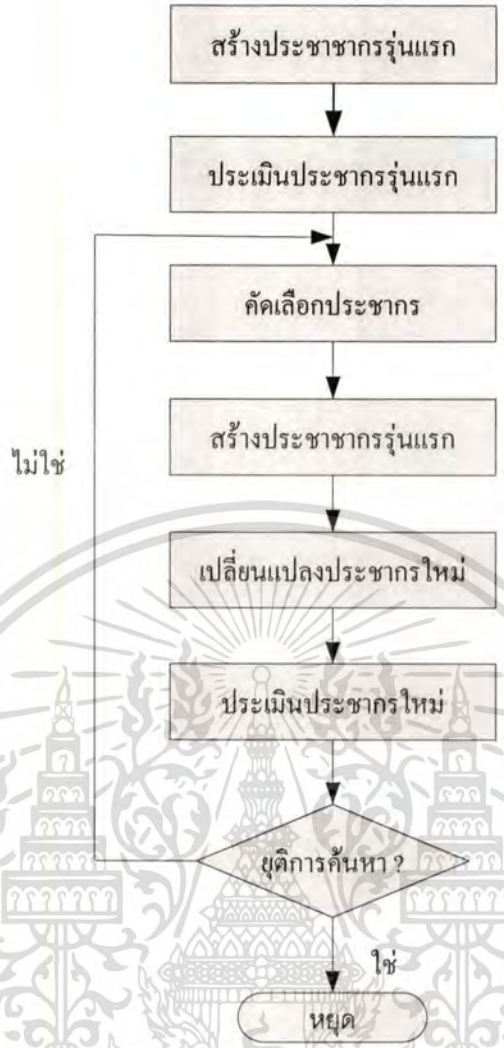
- ทำการวัดค่าความเหมาะสม (Fitness Function) กับโครโมโซมชุดใหม่เพื่อคัดเลือกและผสมพันธุ์หรือปรับเปลี่ยน (Mutation) ต่อไป จนได้โครโมโซมที่ค่าความเหมาะสม (Fitness Function) เป็นที่น่าพอใจ ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงการสร้างโครโมโซมใหม่ในแต่ละรุ่น

อย่างไรก็ตาม โครงสร้างพื้นฐานของเจเนติกอัลกอริทึมสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงวิธีการสร้างทางเลือก (Solution) โดยใช้การคัดเลือก (Selection), การครอสโอเวอร์ (Crossover) และการเปลี่ยนแปลง (Mutation) ทำให้อัลกอริทึมดังกล่าวมีความแตกต่างจากอัลกอริทึมอื่นๆ ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนในการสร้างทางเลือกดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของเจเนติกอัลกอริทึม

2.5.1.1 การคัดเลือกประชากร

การคัดเลือกสายพันธุ์สามารถทำได้โดยการดูที่ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมนั้นว่าตรงตามต้องการหรือเป็นที่น่าพอใจหรือไม่ จากนั้นก็จะคัดเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมดังกล่าวมาเก็บไว้เป็นประชากรต้นกำเนิด ซึ่งจะคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มที่เป็นไปตามหลักการที่ว่า "การอยู่รอดของสิ่งที่เหมาะสมที่สุด" (Survival of the Fitness)

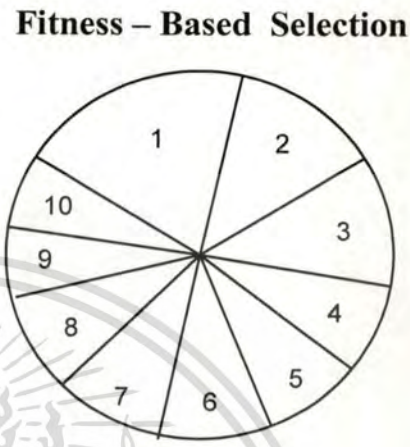
สำหรับการคัดเลือกประชากรมีด้วยกันหลายประเภทแต่จะยกตัวอย่างวิธีการคัดเลือกประชากร ที่จะใช้ในงาน คือ

- Roulette Wheel วิธีการนี้จะดำเนินการคัดเลือก ซึ่งโอกาสในการถูกเลือกขึ้นมานั้นจะพิจารณาจากค่าความอยู่รอดที่เหมาะสม โดยมีการแบ่ง Roulette Wheel ออกเป็นส่วนๆ ทั้งหมด N ส่วน หรือเท่ากับจำนวนประชากรที่ทำการสุ่มเลือกมา และทำการเลือกประชากรโดยการสุ่มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมขึ้นมา แล้วพิจารณาว่าค่าดังกล่าวอยู่ที่ตำแหน่งใดของ Roulette Wheel ก็จะทำการเลือกประชากรนั้นๆ

Rank	Evaluation
1	5.3
#2	4.4
#3	2.1
#4	1.5
#5	1.4
#6	1.4
#7	1.3
#8	1.3
#9	0.8
#10	0.5



รูปที่ 2.15 การคัดเลือกประชากรด้วย Roulette Wheel

2.5.1.2 การครอสโอเวอร์ (Crossover)

การครอสโอเวอร์ เป็นการนำโครโมโซม 2 โครโมโซมมาแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยจะทำการรวบรวมลักษณะที่ดีของแต่ละโครโมโซมเข้าด้วยกัน ทำให้ได้ค่าโครโมโซมใหม่ที่จะนำไปใช้ สำหรับการคัดเลือกในครั้งถัดไป ซึ่งถือเป็นการสร้างทางเลือกใหม่ และปรับปรุงทางเลือกให้ดีขึ้น ดังรูป 2.16

หลักในการครอสโอเวอร์มี 2 ขั้นตอน คือ

1. สมาชิกของ String ใหม่ที่คัดเลือกจะต้องอยู่ใน Mating Pool
2. แต่ละชุดของ String -1 สำหรับการสลับตำแหน่งนี้จะอยู่ในระหว่างตำแหน่งที่ k+1 เช่น

$A_1 = 0\ 1\ 1\ 0 \mid 1$

$A_2 = 1\ 1\ 0\ 0 \mid 0$

โดยที่ตัวเลขในการสุ่มจะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 4 และในที่นี้ k = 4 ดังนั้นจึงทำการสลับตำแหน่งในตำแหน่งที่ k + 1 ซึ่งเท่ากับตำแหน่งที่ 5 โดยมี | เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้คั่น ส่วนผลลัพธ์ในการครอสโอเวอร์ String คือ

$A_1 = 0\ 1\ 1\ 0\ 0$

$A_2 = 1\ 1\ 0\ 0\ 1$

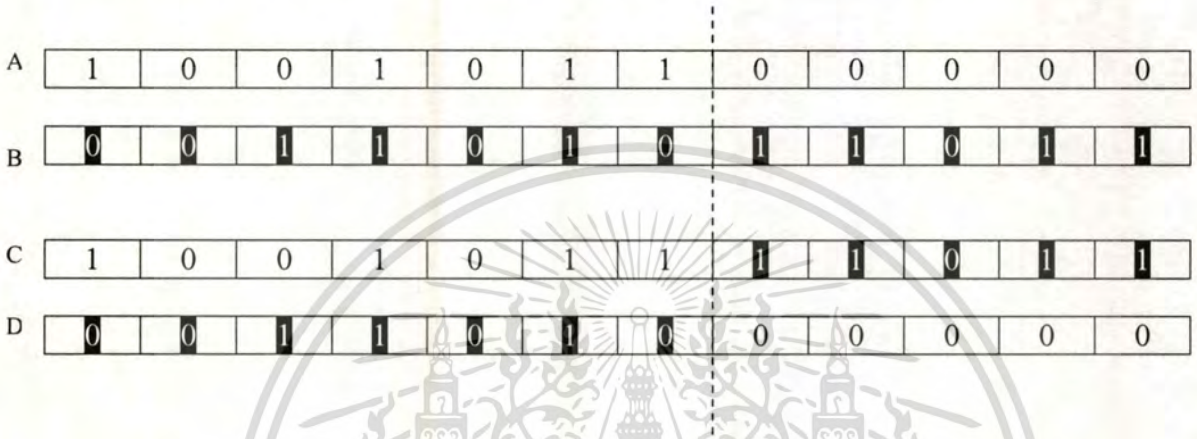
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประสิทธิภาพของการครอสโอเวอร์สามารถที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ ด้วยการครอสโอเวอร์เฉพาะส่วนที่แตกต่างกันเท่านั้น เช่น

$A_1 = 1\,0\,1\,0\,1\,0\,1\,1$

$A_2 = 1\,1\,0\,1\,1\,0\,1\,1$

จะเห็นได้ว่า บิตที่ 2, 3, และ 4 เท่านั้นที่แตกต่าง ส่งผลให้รุ่นลูกต่างไปจากรุ่นพ่อแม่ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจึงควรทำการครอสโอเวอร์เฉพาะจุดที่ต่างกันเท่านั้น



รูปที่ 2.16 แสดงการแลกเปลี่ยนโครโมโซมด้วยการครอสโอเวอร์

2.5.1.3 การเปลี่ยนแปลงประชากร (Population Mutation)

การเปลี่ยนแปลงประชากร ในลักษณะของการผ่าเหล่าทำให้ประชากรที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้ประชากรไม่หยุดนิ่งทำให้มีโอกาสมากที่จะพบคำตอบที่ดีที่สุด สำหรับวิธี การเปลี่ยนแปลงประชากร สามารถทำได้โดยนำโครโมโซมเก่ามาทำการสุ่มแก้ไขบางส่วน เช่น เปลี่ยนบิตบางบิต ทำให้ได้โครโมโซมใหม่ที่มีสายพันธุ์ต่างจากเดิม เจเนติกอัลกอริทึมจะทำเป็นวัฏจักรหมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งตามเงื่อนไขที่ได้ตกลงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

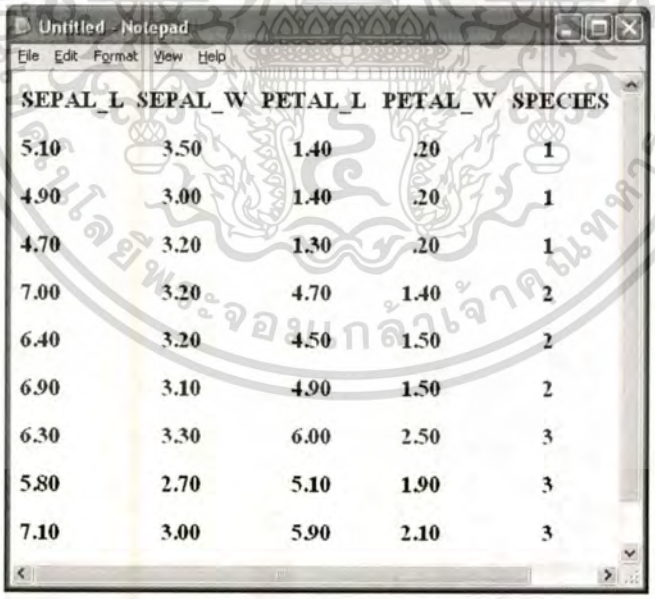
บทที่ 3
การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับฟัซซี

เนื่องจากกระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมนั้นเป็นอัลกอริทึมในการค้นหา(Search Algorithm) ที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้อัลกอริทึมนี้เหมาะกับการออกแบบร่วมกับฟัซซี

การนำเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ร่วมกับฟัซซีนั้นจะมีทิศทางในการพัฒนาระบบงานโดยจะเข้ามาช่วยในการสร้างฐานกฎให้กับฟัซซี

3.1 ลักษณะของชุดข้อมูลที่นำเข้าในระบบ

เพื่อให้สามารถตรวจสอบระดับความถูกต้องของการเรียนรู้ของระบบได้ ดังนั้นเซกเมนต์ของข้อมูลทั้งหมดจะต้องถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลฝึกฝน (Train data) สำหรับใช้ในการเรียนรู้ของระบบและข้อมูลทดสอบ (Test data) สำหรับใช้ทดสอบระบบที่เรียนรู้เสร็จแล้ว โดยข้อมูลฝึกฝนจะถูกใส่ในระบบการจำแนกข้อมูลเรียนรู้จนเสร็จสิ้นขั้นตอนทั้งหมดก่อน แล้วข้อมูลทดสอบจึงค่อยถูกใส่ให้กับระบบที่เรียนรู้แล้ว เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่ได้


Untitled - Notepad

File Edit Format View Help

SEPAL_L	SEPAL_W	PETAL_L	PETAL_W	SPECIES
5.10	3.50	1.40	.20	1
4.90	3.00	1.40	.20	1
4.70	3.20	1.30	.20	1
7.00	3.20	4.70	1.40	2
6.40	3.20	4.50	1.50	2
6.90	3.10	4.90	1.50	2
6.30	3.30	6.00	2.50	3
5.80	2.70	5.10	1.90	3
7.10	3.00	5.90	2.10	3

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของข้อมูลที่นำเข้ามาใช้งานกับโปรแกรม

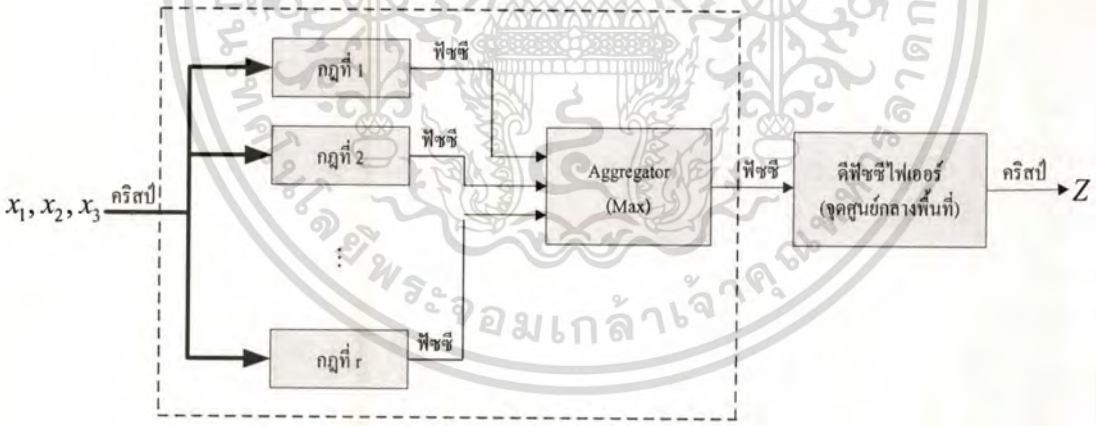
ลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้จะนำมาในลักษณะของ Text File เพื่อให้โปรแกรมสามารถดึงเข้ามาใช้งานได้ และจะมีการเก็บข้อมูลกลับไปเป็น Text File ตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์

ก่อนการทำงานจะต้องกำหนดคุณสมบัติให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์เริ่มต้นเสียก่อน รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ที่ใช้ในระบบที่พัฒนาขึ้น โดยระบบเริ่มต้นที่ใช้เป็นระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์แบบมีอินพุต 3 ตัวคือ x_1, x_2, x_3 และเอาต์พุต 1 ตัว คือ z ภายในกรอบเส้นประเป็นส่วนของการวิเคราะห์เหตุผลแบบฟัซซี ซึ่งมีกฎ r กฎ และมีฟังก์ชันสมาชิกสำหรับแต่ละอินพุตที่จะทำการแปลงอินพุต ซึ่งเป็นค่าคริสป์ 1 ชุดที่รับเข้ามาให้เป็นค่าฟัซซีที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกฎ หลังจากนั้นค่าฟัซซีที่ได้จากการแปลงค่าคริสป์ทั้งหมดจะหมดจะถูกนำมารวมกันในส่วนของตัวรวมฟังก์ชันสมาชิกของเอาต์พุต (Aggregator) และค่าฟัซซีที่รวมได้จะถูกนำมาผ่านการดีฟัซซีเคชันในส่วนดีฟัซซีไฟเออร์ (Defuzzifier) โดยใช้วิธีแบบจุดศูนย์กลางพื้นที่ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นคริสป์ที่เป็นผลการทำนายสำหรับอินพุตชุดที่รับเข้ามา

ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก สำหรับส่วนอินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัวประกอบไปด้วยฟังก์ชันการเป็นสมาชิก 3 ฟังก์ชัน ซึ่งแทนการเปลี่ยนแปลง 3 แบบของข้อมูลอินพุต คือ ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกต่ำหมายถึงข้อมูลต่ำ, ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกปานกลางหมายถึงข้อมูลขนาดกลาง และฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสูง หมายถึงข้อมูลสูง โดยฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้งหมดจะเป็นฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสามเหลี่ยม ดังสมการที่ 3.1



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ในระบบที่พัฒนาขึ้น

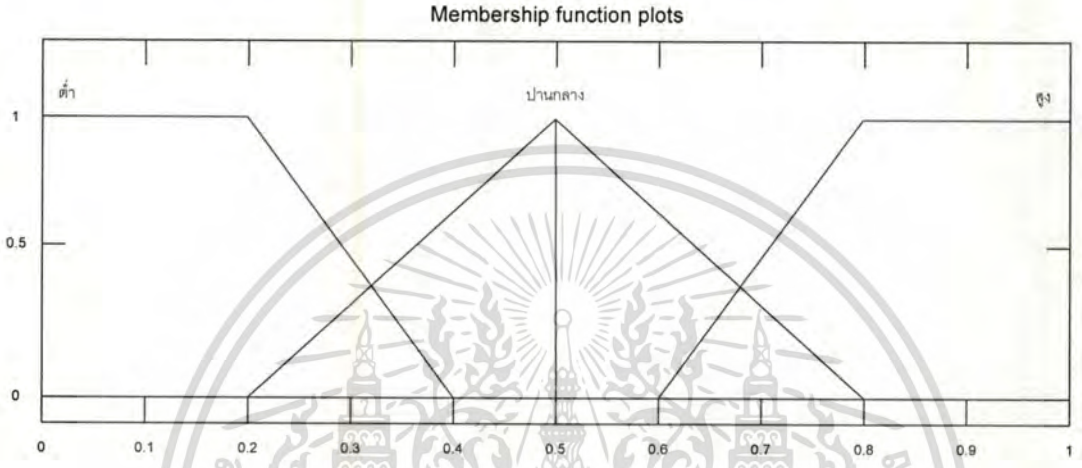
$c_{i,j}$ คือ ศูนย์กลางของ ฟัซซี เซต $U_{i,j}$ ตัวแปร $sl_{i,j}$ กับ $sr_{i,j}$ เป็น คือด้านซ้าย และ ด้านขวา ของฟัซซี เซต $U_{i,j}$ ตามลำดับ และรูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้ง 3 ฟังก์ชัน

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = \frac{x_j - sl_{i,j}}{c_{i,j} - sl_{i,j}}, \quad sl_{i,j} \le x_j \le c_{i,j},$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = \frac{x_j - sr_{i,j}}{c_{i,j} - sr_{i,j}} \quad , \quad c_{i,j} < x_j \leq sr_{i,j} \ ,$$

$$\mu_{u_{i,j}}(x_j) = 0 \quad , \quad \text{otherwise} \tag{3.1}$$



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้ง 3 ฟังก์ชัน

กฎของระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์แต่ละกฎจะประกอบไปด้วยส่วนแอนติซีเดนท์ 3 ตัว และส่วนคอนซีเควนซ์ 1 ตัว คือมีเงื่อนไขอยู่ 3 เงื่อนไข และข้อสรุป 1 ข้อในกฎ 1 กฎ ซึ่งเท่ากับจำนวนของอินพุตและเอาต์พุตของระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์ ลักษณะของกฎแสดงดังตารางที่ 3.1 โดยโอเปอร์เรเตอร์ที่ใช้ในส่วนแอนติซีเดนท์ของกฎคือ โอเปอร์เรเตอร์ "และ" ("AND") ซึ่งหมายถึงการใช้โอเปอร์เรเตอร์ Min ในขั้นตอนการทำการวิเคราะห์เหตุผลแบบฟัซซีในช่วงของการหาค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้งหมด

จำนวนของกฎทั้งหมดที่สามารถสร้างให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของอินพุตและจำนวนของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้งหมดใน 1 อินพุต ดังนั้นจึงสามารถหาจำนวนของกฎที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งหมดจากสมการที่ 3.2 เมื่อ r คือ จำนวนกฎที่เป็นไปได้ทั้งหมด p คือ จำนวนของอินพุต และ q คือ จำนวนของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้งหมดที่เป็นไปได้ใน 1 อินพุต

$$r = q^p \tag{3.2}$$

ในตอนเริ่มต้นการทำงานของระบบการจำแนกข้อมูลนั้น ระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์จะไม่มีฐานกฎใดกำหนดไว้ก่อน เนื่องจากระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์จะต้องรอรับฐานกฎที่ระบบเจเนติกอัลกอริทึมสร้างขึ้นมาและส่งให้ในขั้นตอนการค้นหากฎสำหรับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างฐานกฎในระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์

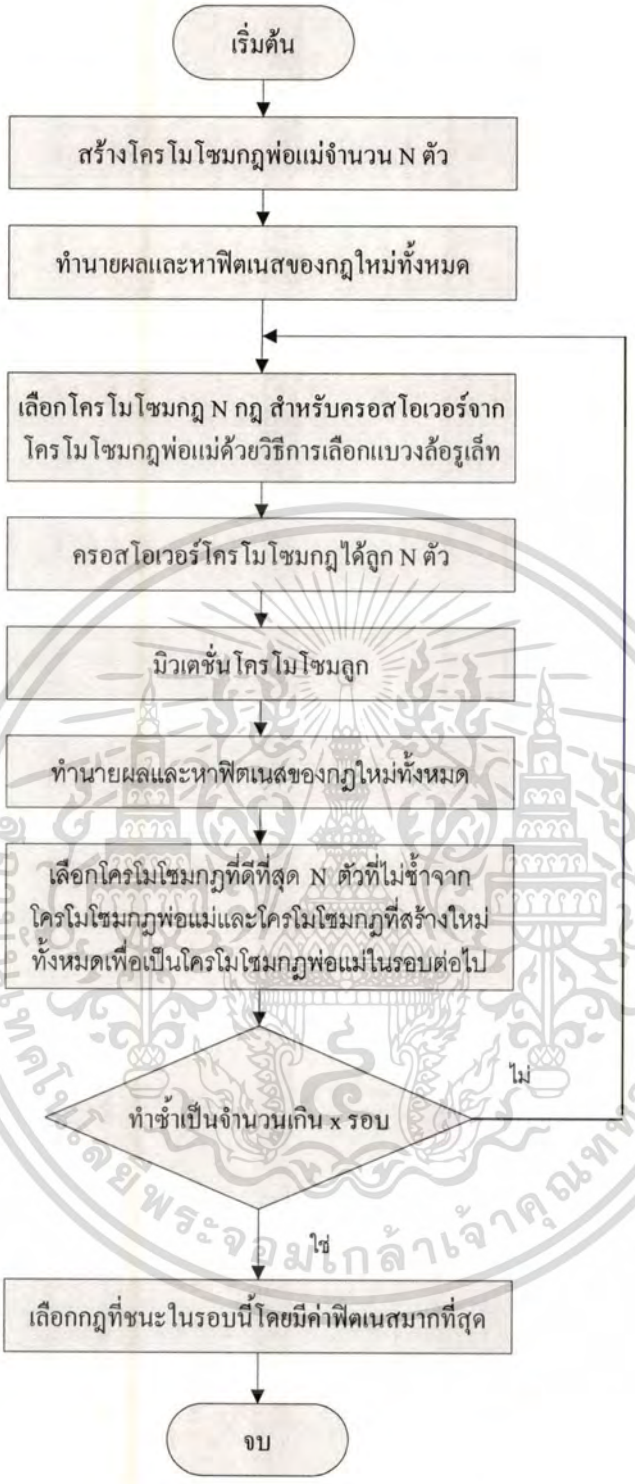
หมายเลข	ส่วนของแอนติซิเดนท์	ส่วนคอนซีเควนท์
1	ถ้า x_1 ต่ำ และ x_2 ต่ำ และ x_3 ต่ำ	ดังนั้น z ต่ำ
2	ถ้า x_1 ต่ำ และ x_2 ต่ำ และ x_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ต่ำ
3	ถ้า x_1 ต่ำ และ x_2 ต่ำ และ x_3 สูง	ดังนั้น z ปานกลาง
4	ถ้า x_1 ปานกลาง และ x_2 ต่ำ และ x_3 สูง	ดังนั้น z สูง
5	ถ้า x_1 ปานกลาง และ x_2 ต่ำ และ x_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ปานกลาง
6	ถ้า x_1 ปานกลาง และ x_2 ปานกลาง และ x_3 สูง	ดังนั้น z ปานกลาง
7	ถ้า x_1 ต่ำ และ x_2 สูง และ x_3 สูง	ดังนั้น z สูง
8	ถ้า x_1 สูง และ x_2 สูง และ x_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ปานกลาง
⋮	⋮	⋮
r	ถ้า x_1 สูง และ x_2 สูง และ x_3 สูง	ดังนั้น z สูง

3.2.1 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบในการค้นหากฎให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์

ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 โดยเริ่มจากระบบเจเนติกอัลกอริทึมจะสร้างโครโมโซมของกฎขึ้นมาเป็นโครโมโซมพ่อแม่จำนวน N ตัว โครโมโซมกฎนี้ 1 ตัวจะใช้แทนฐานกฎ 1 ตาราง ลักษณะของโครโมโซมกฎสำหรับแทนกฎ 1 กฎในตารางที่ 3.1 แสดงดังรูปที่ 3.5 ค่าแต่ละค่าภายในโครโมโซมแทนกฎ 1 กฎ ในฐานกฎ โดยค่าที่ 1 ในโครโมโซมแทนส่วนคอนซีเควนซ์ของกฎที่ 1 และค่าที่ 2 ในโครโมโซมแทนคอนซีเควนซ์ของกฎที่ 2 และไล่ไปเช่นนี้จนถึงค่าสุดท้ายในโครโมโซมซึ่งจะแทนคอนซีเควนซ์ของกฎ r ซึ่งเป็นกฎสุดท้ายในฐานกฎเช่นกัน โดยตัวเลขภายในโครโมโซมที่ใช้แทนฟังก์ชันสมาชิกของส่วนคอนซีเควนซ์ของกฎจะแทนด้วย ต่ำ = 1, ปานกลาง = 2, สูง = 3

วิธีการสร้างโครโมโซมกฎแต่ละตัวนั้น ทำโดยการสุ่มค่าขึ้นมาจากตัวเลขที่ใช้แทนฟังก์ชันสมาชิก คือ (1, 2, 3) ค่าที่ได้จะถูกกำหนดให้กับโครโมโซมทีละตำแหน่งจนครบจำนวนกฎที่ต้องการ คือ r กฎ หลังจากที่สร้างโครโมโซมพ่อแม่ได้แล้ว โครโมโซมจะถูกกำหนดให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์เพื่อใช้คำนวณค่าฟิตเนสของกฎแต่ละฐานกฎออกมาในรอบแรก

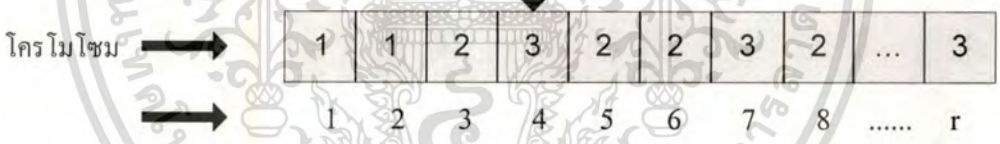
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงโฟลว์ชาร์ทการเรียนรู้ของระบบในการค้นหากฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข	ส่วนของแอนติซิเดนท์	ส่วนคอนซีเควนท์	โครโมโซมกฎ
1	...และ X_3 ต่ำ	ดังนั้น z ต่ำ	1
2	...และ X_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ต่ำ	1
3	...และ X_3 สูง	ดังนั้น z ปานกลาง	2
4	...และ X_3 สูง	ดังนั้น z สูง	3
5	...และ X_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ปานกลาง	2
6	...และ X_3 สูง	ดังนั้น z ปานกลาง	2
7	...และ X_3 สูง	ดังนั้น z สูง	3
8	...และ X_3 ปานกลาง	ดังนั้น z ปานกลาง	2
⋮	⋮	⋮	⋮
r	...และ X_3 สูง	ดังนั้น z สูง	3



รูปที่ 3.5 แสดงวิธีการแทนค่าจากฐานกฎให้เป็นโครโมโซม

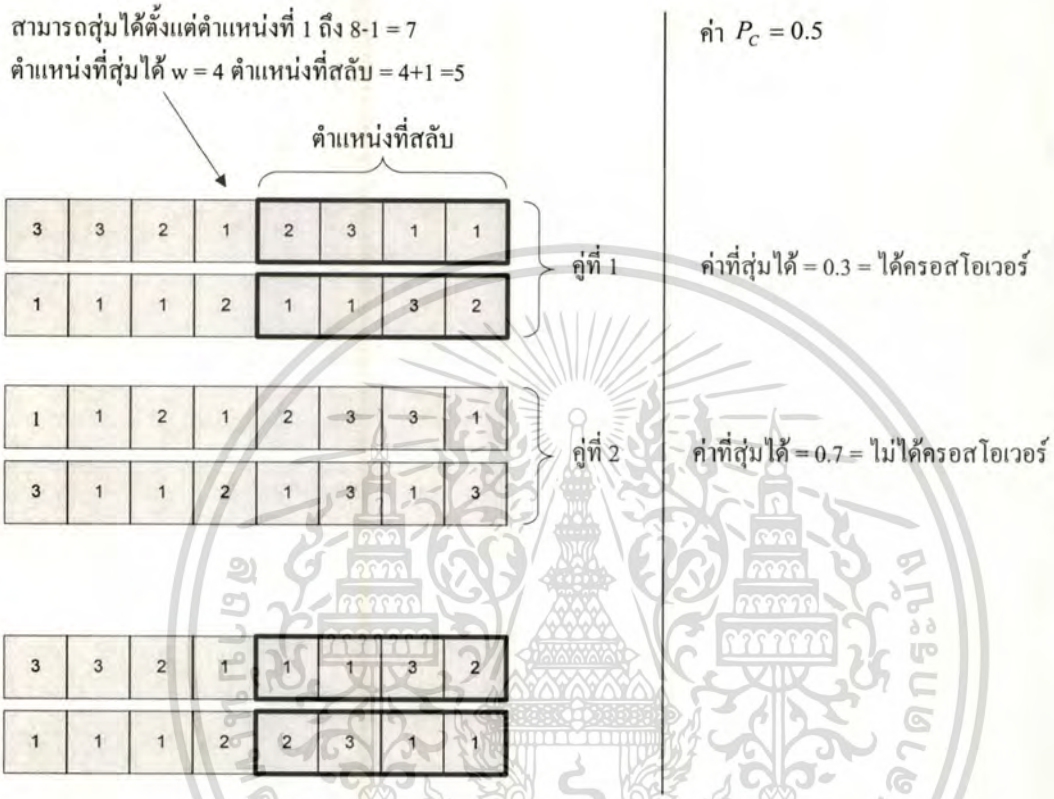
3.2.2 การครอสโอเวอร์ (Crossover)

เมื่อได้โครโมโซมพ่อแม่มาแล้วจากนั้นจะเริ่มกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมในการสร้างโครโมโซมใหม่ขึ้นมา โดยเริ่มจากการเลือกโครโมโซมเพื่อนำไปครอสโอเวอร์ โดยเลือกจากโครโมโซมพ่อแม่ขึ้นมาจำนวน N ตัว ด้วยวิธีการเลือกแบบวงล้อรูเล็ท โดยสุ่มค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าโครโมโซมคู่ใดมีค่าที่สุ่มได้น้อยกว่า P_C ที่กำหนดไว้ โครโมโซมคู่นั้นก็จะได้ครอสโอเวอร์ แต่ถ้ามากกว่าก็จะไม่ได้ ครอสโอเวอร์ เช่น ถ้ากำหนดให้ค่าพร็อบบาบิลิตี้สำหรับการครอสโอเวอร์ คือ 0.5 และค่าที่สุ่มได้ คือ 0.3 โครโมโซมคู่นั้นก็จะได้ครอสโอเวอร์ แต่ถ้าสุ่มได้ 0.7 ก็จะไม่ได้ครอสโอเวอร์

วิธีการครอสโอเวอร์จะทำด้วยวิธีการครอสโอเวอร์แบบจุดเดี่ยว คือ เริ่มต้นด้วยการสุ่มตำแหน่งของโครโมโซม โดยสามารถสุ่มได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 1 ถึง ความยาว - 1 เมื่อความยาว คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของโครโมโซม จากนั้นจะสลับค่าของโครโมโซมทั้งสอง ตั้งแต่บิทที่ w + 1 ไปจนถึงตำแหน่งสุดท้าย เมื่อ w คือ ตำแหน่งที่สุ่มได้ เมื่อครอสโอเวอร์แล้วจะได้โครโมโซมลูกทั้งหมด N ตัว การครอสโอเวอร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการครอสโอเวอร์โครโมโซมกฎ

หลังจากที่ครอสโอเวอร์ได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมาเป็นโครโมโซลูกจะมีโครโมโซมขึ้นมาใหม่อีก N ตัวแล้วนำโครโมโซมลูกที่ได้ไปทำการมิวเตชั่น

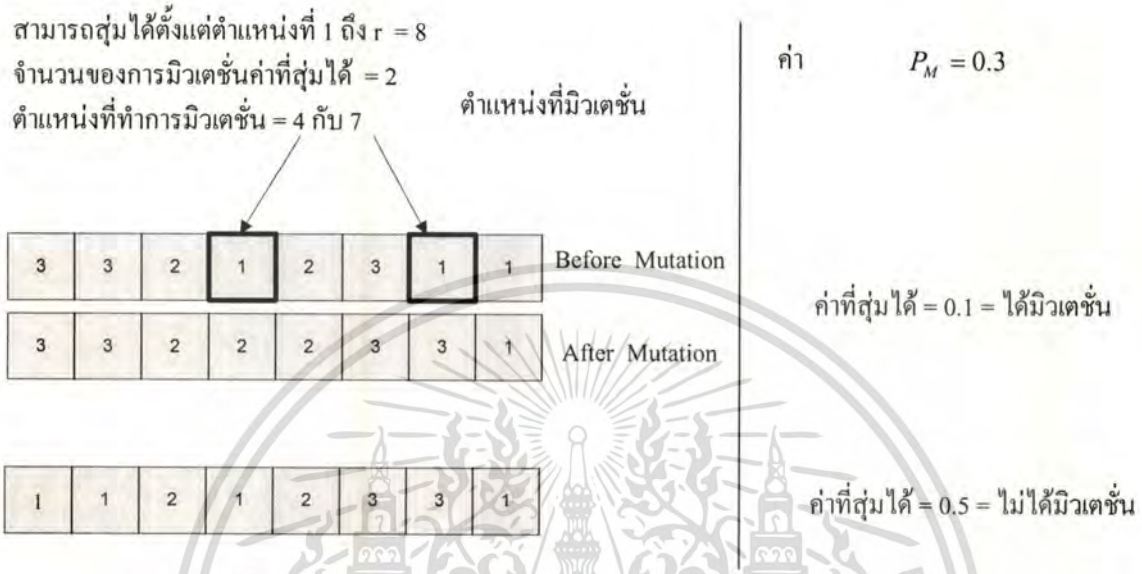
3.2.3 การมิวเตชั่น (Mutation)

เป็นการสุ่มเปลี่ยน 1 bit หรือมากกว่า 1 bit ในแต่ละ bit string โดยสุ่มค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยสุ่มให้แต่ละโครโมโซมลูก ถ้าโครโมโซมลูกใดมีค่าที่สุ่มได้น้อยกว่า P_M ที่กำหนดไว้ โครโมโซมนั้นก็จะได้มิวเตชั่น แต่ถ้ามากกว่าก็จะไม่ได้มิวเตชั่น เช่น ถ้ากำหนดให้ค่าพร็อบบาบิลิตี้สำหรับการมิวเตชั่น คือ 0.3 และค่าที่สุ่มได้ คือ 0.1 โครโมโซมนั้นก็จะได้มิวเตชั่น แต่ถ้าสุ่มได้ 0.5 ก็จะไม่ได้มิวเตชั่น

วิธีการมิวเตชั่น จะเริ่มต้นด้วยการสุ่มจำนวนของ bit ที่ต้องการจะมิวเตชั่น จากนั้นก็สุ่มตำแหน่งที่ต้องการจะเปลี่ยนตามจำนวนของ bit โดยสามารถสุ่มจำนวนได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 1 ถึง r

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือความยาวของโครโมโซม จากนั้นจะสลับค่าของ bit ตรงตำแหน่งที่ถูกเลือกของโครโมโซมทำแบบนี้กับทุกๆโครโมโซมลูก เมื่อมิวเตชั่นแล้วจะได้โครโมโซมลูกทั้งหมด N ตัวตามเดิมการมิวเตชั่นแสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการมิวเตชั่นโครโมโซมกฎของลูก

เมื่อได้โครโมโซมของกลุ่มโครโมโซมใหม่เมื่อรวมกับโครโมโซมเดิมจะได้โครโมโซมทั้งหมด 2N ตัว หลังจากนั้นระบบจะส่งโครโมโซมใหม่ที่ได้ผ่านการมิวเตชั่นให้กับระบบฟัซซีอินเฟอร์เรนซ์เพื่อหาฟิตเนสให้กับโครโมโซมที่เป็นกฎใหม่ทั้งหมด จากนั้นจะทำการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุด N ตัวที่ไม่ซ้ำกันขึ้นมาจากโครโมโซมพ่อแม่และโครโมโซมลูก เพื่อจะได้โครโมโซมสำหรับเป็นพ่อแม่ในการเรียนรู้รอบต่อไป

ขั้นตอนต่อไปคือการดูว่าเราได้ทำการหาโครโมโซมพ่อแม่มาครบจำนวนรอบที่กำหนดหรือไม่ถ้ายังก็จะทำการเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าเมื่อครบรอบแล้วจะทำการเลือกโครโมโซมกฎที่ชนะ ซึ่งเป็นโครโมโซมที่มีฟิตเนสมากที่สุด โดยโครโมโซมกฎที่ชนะในรอบสุดท้ายจะเป็นกฎที่ดีที่สุดที่หาได้สำหรับการเรียนรู้

3.3 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับ Fuzzy Self – Organizing Map Neural Network

ในการศึกษาโครงงานนี้จะเป็นการนำเทคนิค Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network มาใช้ในการพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประยุกต์ใช้ในการจำแนกข้อมูลและนำเจเนติกอัลกอริทึม เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการหาฐานกฎด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาโครงงานนี้จะดำเนินการศึกษาโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network และทำการพัฒนาระบบสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network เพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูล โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิค เวอร์ชั่น 6.0 (Visual Basic V 6.0) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล โดยปรับปรุงข้อมูล เพื่อจัดเตรียมเป็นอินพุตเวกเตอร์และเอาต์พุตเวกเตอร์ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ เพื่อป้อนให้กับโครงข่ายที่เราจะสร้างขึ้น

2. ขั้นตอนการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาปรับเปลี่ยนให้ข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำไปใช้งานกับอัลกอริทึมได้ และให้สอดคล้องกับฟังก์ชันที่นำมาใช้ โดยการนอร์มัลไลเซชันจะกำหนดให้

ข้อมูลที่มีค่ามากสุด คือ max

ข้อมูลที่มีค่าน้อยสุด คือ min

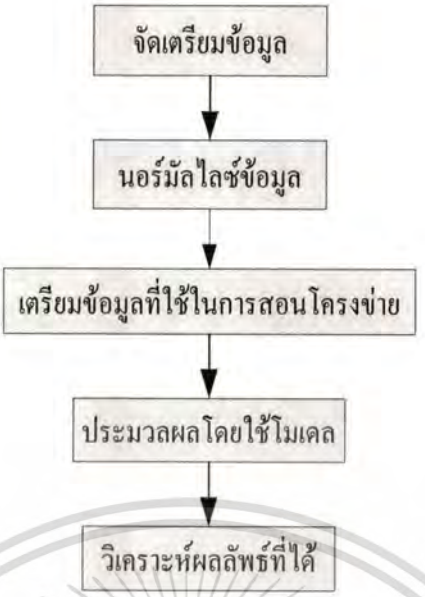
ค่าข้อมูลที่ต้องการ Normalized คือ data

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

3. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ป้อนเป็นชุดอินพุตให้กับโปรแกรมที่ได้สร้างเป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมของ Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network โดยจะนำข้อมูลทั้งหมดมาแบ่งเป็น 2 ชุด แล้วแต่ว่าผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดเอง ข้อมูลชุดนี้จะถูกใช้สำหรับการสอน (Training) ให้กับโครงข่าย ข้อมูลอีกชุดจะเก็บไว้สำหรับการทดสอบหลังจากที่ได้มีการสอนให้กับโครงข่ายเสร็จสิ้นแล้ว

4. นำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง เพื่อพิจารณาถึงความแม่นยำของโมเดล ดังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมจำลอง

การออกแบบโปรแกรมประยุกต์นี้จะมีลักษณะตามการจัดแบ่งหน้าที่การทำงานส่วนต่างๆ เป็นโมดูล (Module) ดังนี้

- **โมดูลการนอร์มัลไลเซชันข้อมูล (Normalization)**

เป็นโมดูลการทำงานที่รับค่าอินพุตข้อมูลเข้ามา แล้วนำมาหาค่าที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสอนโครงข่าย โดยนำข้อมูลมาปรับเปลี่ยนค่าเพื่อให้ค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1

- **โมดูลการจัดเตรียมค่าสำหรับโครงข่าย**

เป็นโมดูลสำหรับกำหนดโครงสร้างของโครงข่าย ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรแบบผู้ใช้กำหนดค่าคงที่และตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดโครงสร้างโครงข่ายแบบ Fuzzy Self – Organizing Map

ตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดเป็นค่าคงที่ มีดังนี้

- ค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate)
- ค่าความผิดพลาดของโปรแกรมที่ยอมรับได้ (Tolerance Error)
- จำนวนรอบของการทำงานของโปรแกรม (Max Cycle)

ตัวแปรแบบผู้ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Fuzzy Self – Organizing Map

- ค่า Fuzzy Set
- ค่าน้ำหนัก (Weight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โมดูลควบคุมการทำงานของโครงข่าย

เป็นโมดูลการสอนโครงข่าย จะทำงานตามที่อัลกอริทึมดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 ในการทำงานส่วนนี้โปแกรมจะใช้อินพุตจากที่ได้เตรียมไว้แล้วมาประมวลผลข้อมูล โดยแบ่งส่วนออกเป็น

- ส่วนของข้อมูลอินพุตที่ผ่านกระบวนการนอร์มัลไลเซชันแล้ว
- ส่วนของการดำเนินการประมวลผล โดยโปรแกรมจะทำงานวนลูปจนกระทั่งค่าของความผิดพลาดที่ยอมรับได้ โดยค่าเหล่านี้จะได้มาจากการกำหนดไว้ในโมดูลการจัดเตรียมค่าข้อมูลสำหรับโครงข่าย

- โมดูลสำหรับการปรับแต่งกฎของ FSOM

เป็นโมดูลในการหาฐานกฎที่ดีที่สุดตามการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อนำมาใช้ร่วมกับการทำงานของระบบ Fuzzy Self - Organizing Map Neural Network และมีการกำหนดค่าประชากรเริ่มต้น จำนวนรอบในการทำงาน ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น

- โมดูลเพื่อการแสดงผลลัพธ์ของข้อมูล

เป็นโมดูลเพื่อใช้ในการแสดงผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้ออกมาจากการทำงานของโปรแกรม เป็นการเปรียบเทียบค่าเอาต์พุตเป้าหมาย (Target data) กับค่าเอาต์พุตที่ได้จริง (Output data) รวมทั้งแสดงให้เห็นค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่ได้ในการจำแนกข้อมูลที่ออกมาจากการใช้ Fuzzy Self Organizing Map Neural Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพัฒนาระบบและผลการดำเนินการศึกษา

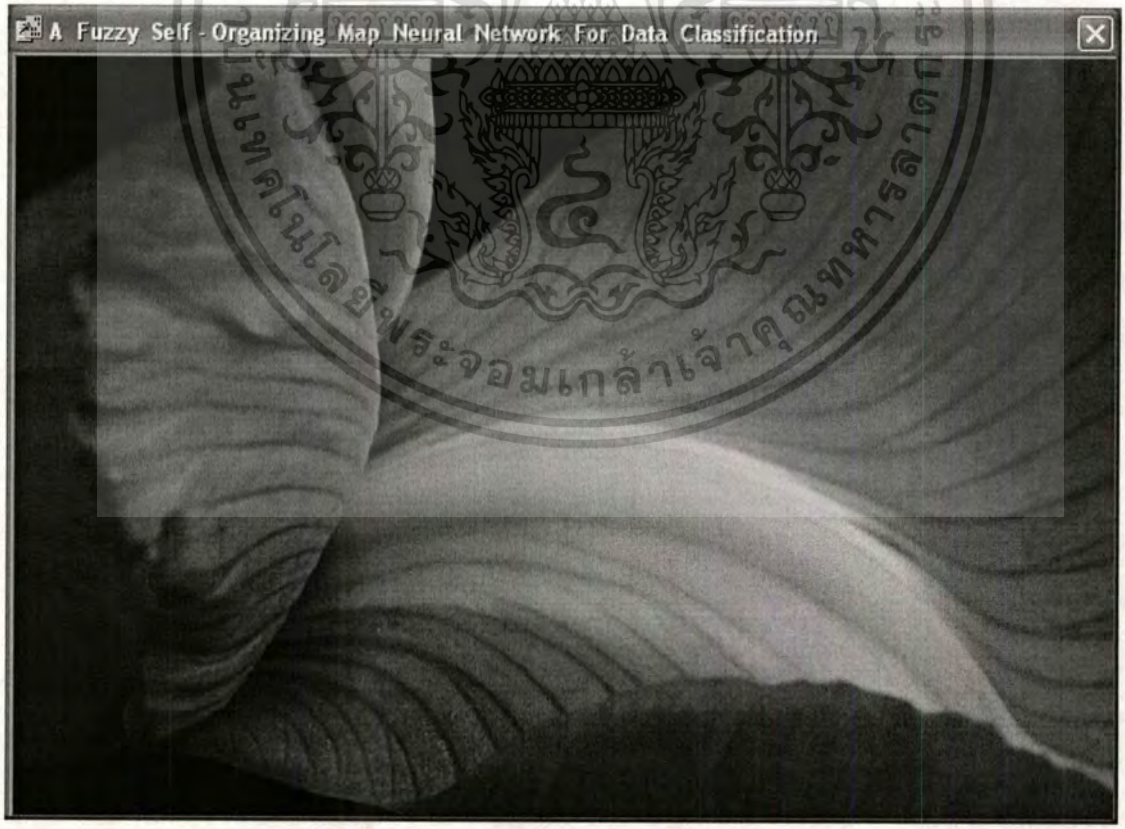
ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการพัฒนาระบบการจำแนกข้อมูล เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานโดยจะอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการพัฒนาระบบ ดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดวัตถุประสงค์

การจำแนกข้อมูลนั้นเป็นวิธีหนึ่งในดาต้าไมน์นิ่ง โดยการพัฒนาระบบงานของโครงการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะดูประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายแบบ Fuzzy Self – Organizing Map โดยได้นำเจเนติกอัลกอริทึมมาทำงานร่วมกันเพื่อช่วยในการหาฐานกฎที่ดีที่สุด

4.2 ขั้นตอนและรายละเอียดการใช้งาน

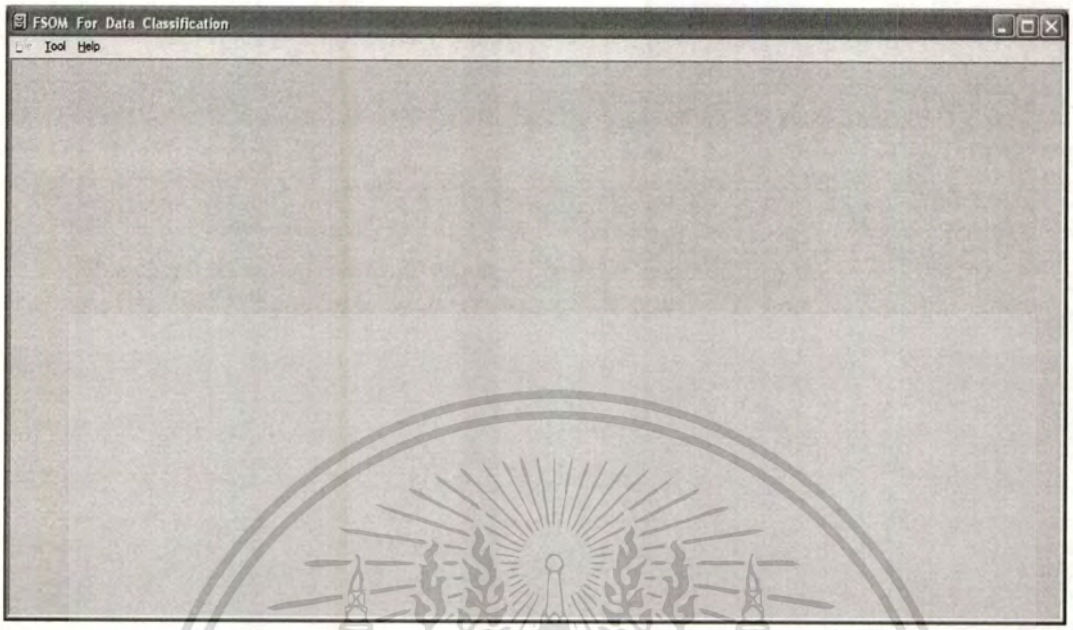
เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าจอแรกเมื่อต้องการเข้าใช้งานโปรแกรม

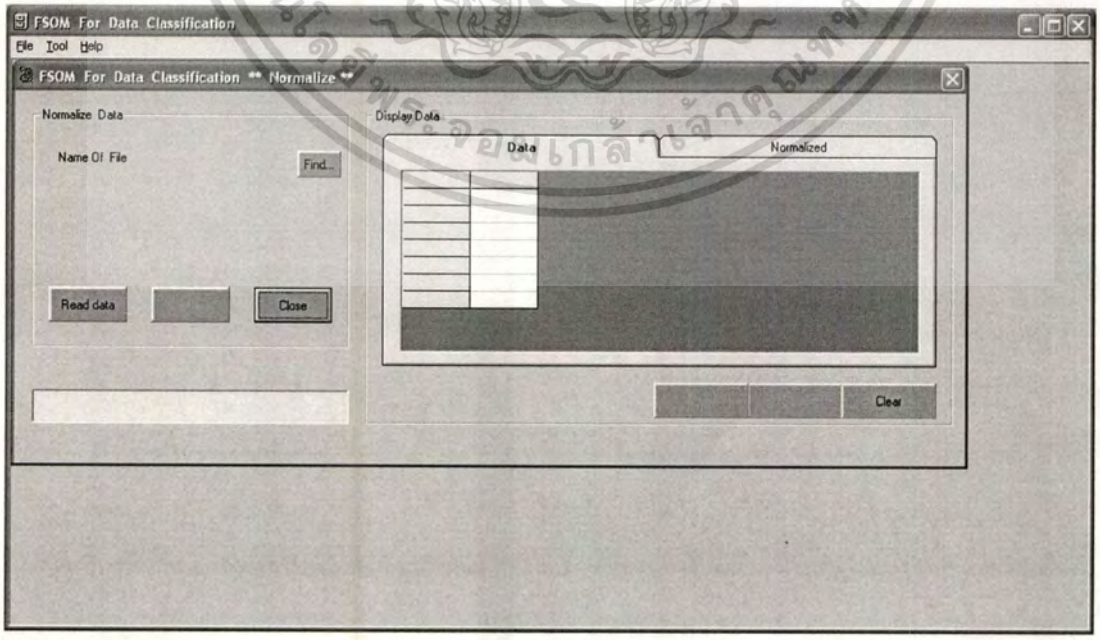
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอหลักของโปรแกรม

เมื่อเข้าสู่หน้าจอหลัก จะปรากฏหน้าจอที่เริ่มการทำงานของโปรแกรม ก่อนอื่นต้องทำการนอร์มัลไลซ์ ค่าข้อมูลให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยไปเลือกที่ Menu Tool > Normalize จะแสดงหน้าจอการทำงานของนอร์มัลไลซ์ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าจอการทำงานของการนอร์มัลไลซ์ค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Find คือ การค้นหาไฟล์ที่จะนำข้อมูลมา นอร์มัลไลซ์ หรือสามารถเลือกได้จาก Open ใน Menu File

Open (ใน Menu File) คือ การค้นหาไฟล์ที่จะนำข้อมูลมาใช้

Read data คือ อ่านข้อมูล ข้อมูลก็จะแสดงใน Display data > Data

Normalize คือ การคำนวณค่าก็จะได้ค่าออกมาใน Display data > Normalize

Close คือ เพื่อปิดหน้าจอ Normalize นี้

View คือ การแสดงออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

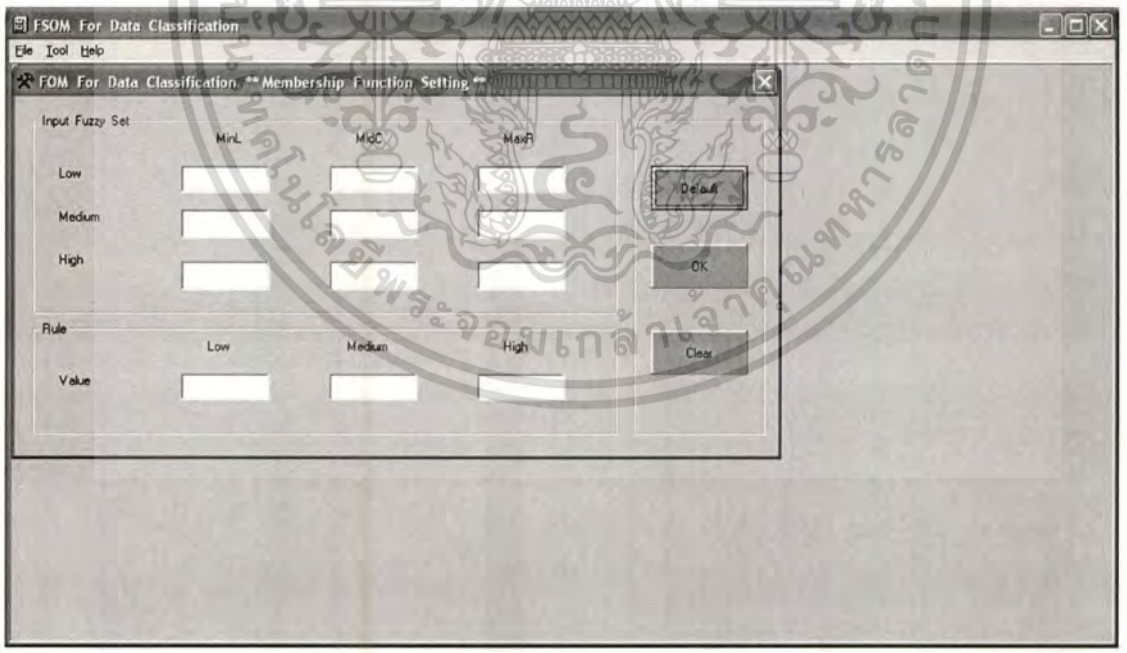
Save คือ เก็บค่าไปไว้เป็น Text file เหมือนเดิมเพื่อใช้ในการทำงานครั้งต่อไป และสามารถกด Save as ใน Menu File ได้ด้วย

Clear คือ ลบข้อมูลใน Display

Exit (ใน Menu File) คือ ออกจากโปรแกรม

Help คือ ปุ่มช่วยเหลือผู้ใช้ จะบอกวิธีการทำงานของโปรแกรมในแต่ละขั้นตอน

เมื่อทำการนอร์มัลไลซ์ค่าเสร็จแล้วก็ไปที่หน้าจอ Membership Function เพื่อใส่ค่าการทำงานที่ Menu File > Setting > Membership Function จะแสดงหน้าจอการทำงานดังรูปที่ 4.4



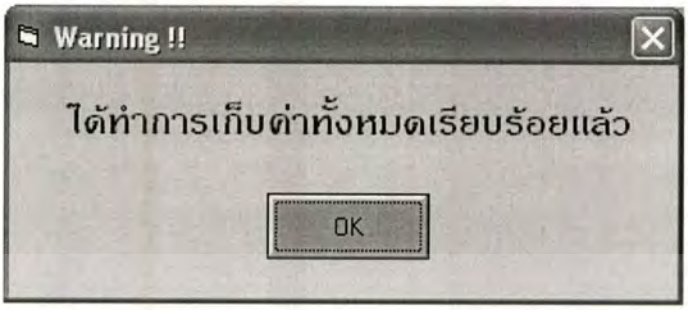
รูปที่ 4.4 หน้าจอการทำงานของ Membership Function

โดยที่ Default คือ ให้แสดงค่าตามนี้ที่ได้กำหนดไว้แล้ว ทั้งในส่วนของ Input Fuzzy Set และค่า Weight หรือผู้ใช้สามารถที่จะใส่ค่าได้ด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

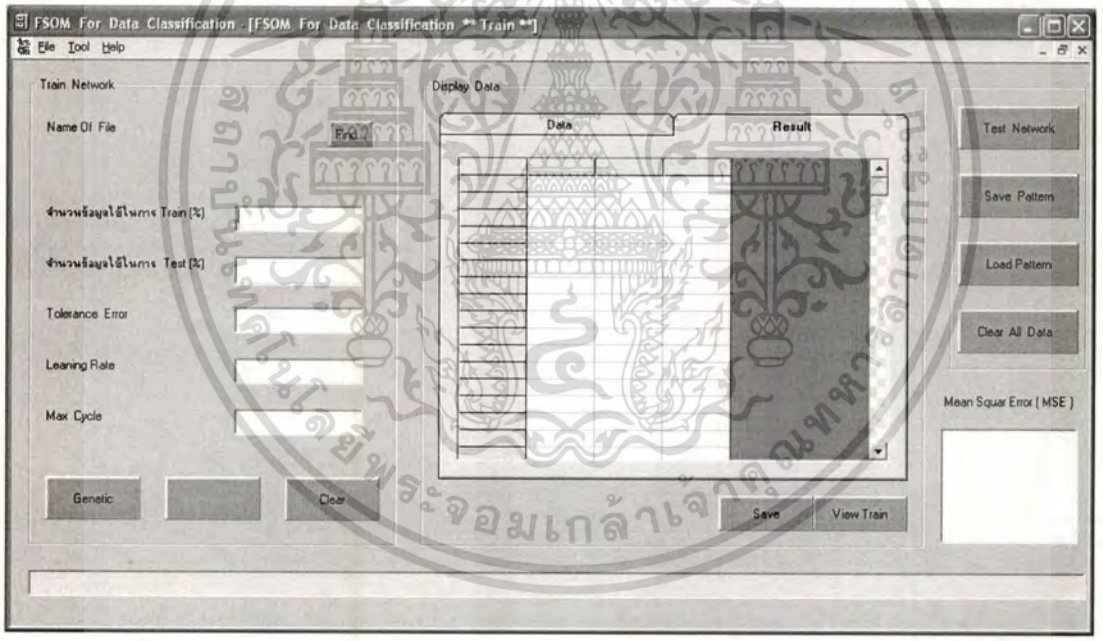
OK คือการให้เก็บค่าต่างๆและจะแสดงหน้าจอที่ตามรูปที่ 4.5 ว่าได้ทำการเก็บค่าเรียบร้อย

Clear คือลบข้อมูล



รูปที่ 4.5 แสดงข้อความบอกว่าได้เก็บค่าเรียบร้อยแล้ว

เมื่อกด OK จะไปที่หน้าจอการฝึกฝนโครงข่าย จะแสดงหน้าจอการทำงานดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอการทำงานของการ Train

โดยที่ Find คือ การเลือกไฟล์ข้อมูลที่เราได้นอร์มัลไลซ์แล้ว แล้วข้อมูลจะแสดงใน Display Data > Data

แล้วผู้ใช้จะใส่ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดลงไปคือ

- จำนวนข้อมูลที่ใช้การ Train (%) คือ เราจะใช้ข้อมูลในการ Train กี่เปอร์เซ็นต์
- จำนวนข้อมูลที่ใช้การ Test (%) คือ เราจะใช้ข้อมูลในการ Test กี่เปอร์เซ็นต์
- Tolerance Error คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Learning Rate คือ ค่าอัตราการเรียนรู้
- Max Cycle คือ จำนวนรอบในการทำงานซ้ำ

แต่ตอนนี้จะยังไม่ Train network ต้องเข้าไปหาค่าฐานกฎที่หน้าจอ Genetic Algorithm โดยกดปุ่ม Genetic หรือ Menu File > Setting Genetic Algorithm จะแสดงหน้าจอการทำงานดังรูปที่ 4.7

Clear คือ การลบค่าที่ผู้ใช้กรอก

Save คือ เก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้ออกมาของ result

View train คือ การให้แสดงออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

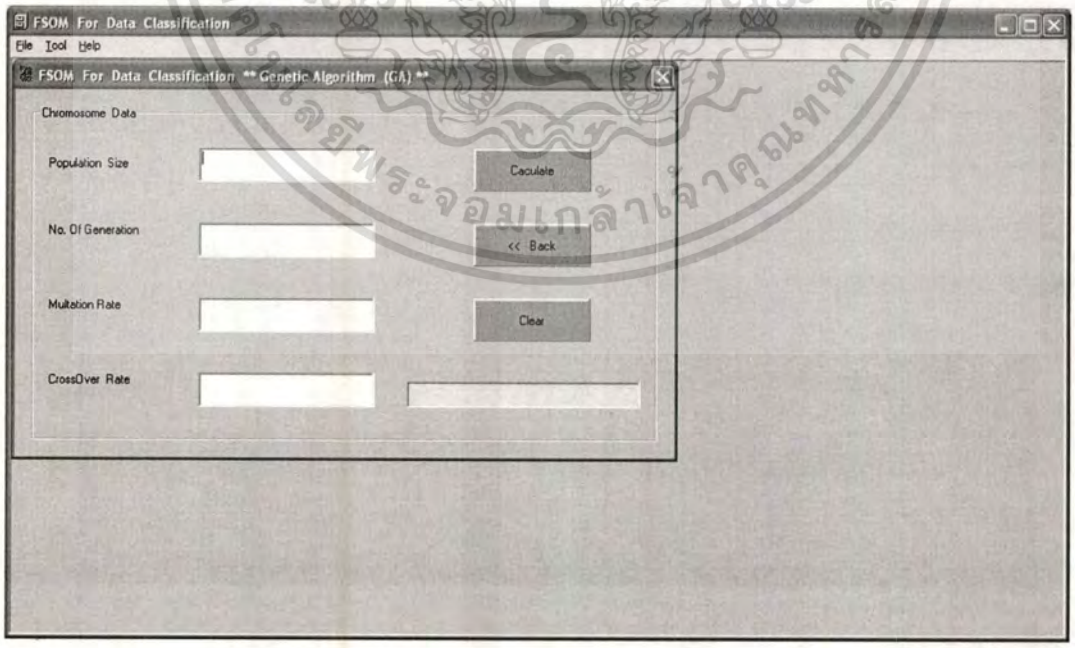
Test network คือ การไปที่หน้าจอ Test

Save Pattern คือ การบันทึกรายละเอียดโครงสร้างของโครงข่ายที่ได้จากการ Train หรือถ้าไม่มีการกด Save Pattern โปรแกรมก็จะทำการเก็บรายละเอียดอัตโนมัติไว้ที่ Text File ชื่อ DataFSOM.txt ใน C:

Load Pattern คือ การแสดงรายละเอียดโครงสร้างของโครงข่ายที่ผ่าน Train มาแล้ว

Clear all data คือ การลบข้อมูลใน Display Data

MSE (Mean Square Error) คือ ค่าความผิดพลาดที่จะแสดงในทุกๆรอบการทำงานว่ารอบการทำงานครั้งสุดท้ายความผิดพลาดรวมที่ออกมามีค่าเท่าไร



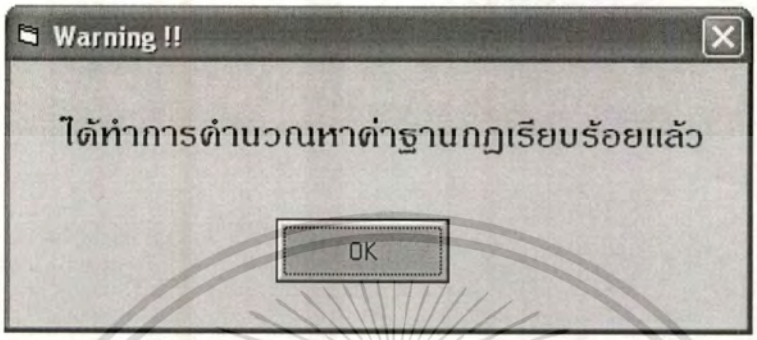
รูปที่ 4.7 หน้าจอการทำงานของ Genetic Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Calculate คือ การเริ่มคำนวณหาฐานกฎเสร็จเมื่อหาค่าฐานกฎที่ดีที่สุดได้แล้วก็จะได้หน้าจอ แสดงดังรูปที่ 4.8

Back คือ การกลับไปที่หน้าจอการ Train

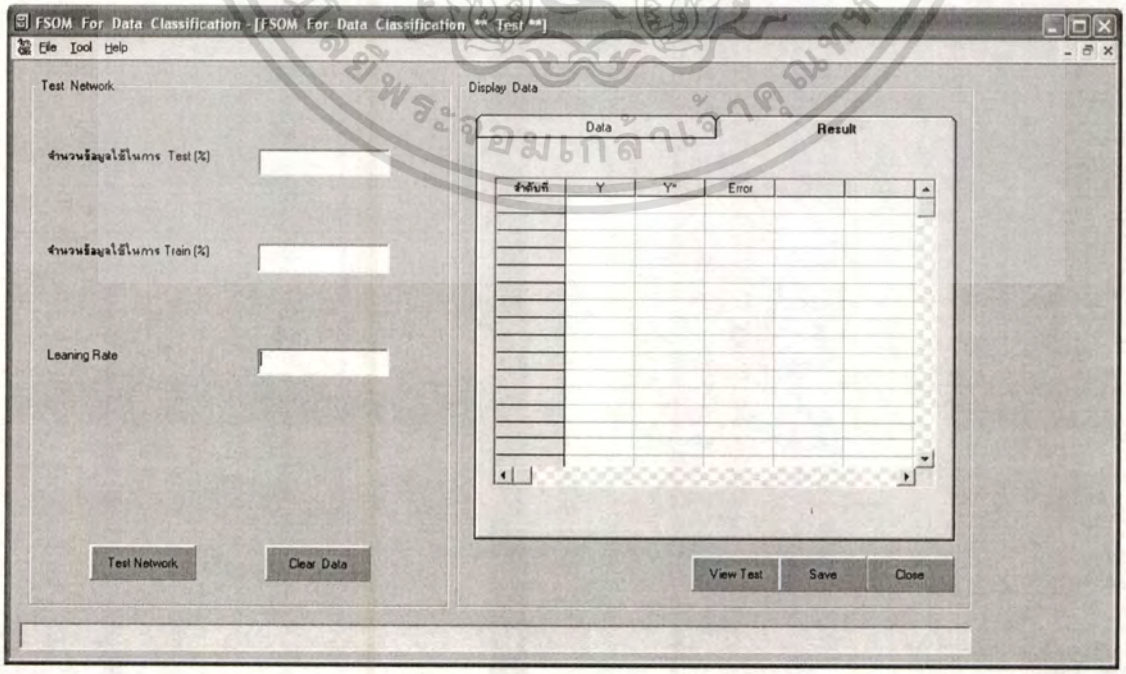
Clear คือ การลบข้อมูล



รูปที่ 4.8 แสดงข้อความบอกว่าได้คำนวณหาค่าฐานกฎเรียบร้อยแล้ว

กด OK แล้วกด Back เพื่อกลับไปหน้าจอการ Train จากนั้นทำการกด Train Network ก็จะแสดงค่าผลลัพธ์ออกมาที่ Display Data > Result

เมื่อเราทำการเทรนเรียบร้อยแล้วเราก็จะไปกดปุ่มที่ Test Network หรือ Menu File > Form Test จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 หน้าจอการทำงาน Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Test network คือ การคำนวณ ผลลัพธ์ก็จะออกมาแสดงใน Display Data > Result

View Test คือ การให้แสดงออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

Save คือ เก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้ออกมาของ result

Clear data คือ เป็นการลบค่าในช่องที่ไว้ให้ผู้ใช้เติม

Close คือ ปิดหน้าจอนี้

4.3 ข้อมูลที่นำมาทดลอง

ข้อมูล Iris

ข้อมูล Iris มี 4 ค่าข้อมูลที่แตกต่างกันได้แก่ ค่าความยาวของกลีบเลี้ยงดอกไม้, ค่าความกว้างของกลีบเลี้ยงดอกไม้ , ค่าความยาวของกลีบดอกไม้ และ ค่าความกว้างของกลีบดอกไม้ ในหน่วยเซนติเมตร มีทั้งหมด 3 คลาส ดังรูปที่ 4.10 (ที่ซึ่งข้อมูลของคลาส 2 และ คลาส 3 คาบเกี่ยวกัน) โดยแต่ละคลาสมีข้อมูล 50 ตัวอย่าง ดังนั้นจำนวนกลุ่มข้อมูลของ Iris จึงเท่ากับ 3

	A	B	C	D	E
1	SPECIES	SEPAL_L	SEPAL_W	PETAL_L	PETAL_W
2	1.00	5.10	3.50	1.40	.20
3	1.00	4.90	3.00	1.40	.20
4	1.00	4.70	3.20	1.30	.20
5	1.00	4.60	3.10	1.50	.20
52	2.00	7.00	3.20	4.70	1.40
53	2.00	6.40	3.20	4.50	1.50
54	2.00	6.90	3.10	4.90	1.50
55	2.00	5.50	2.30	4.00	1.30
109	3.00	7.30	2.90	6.30	1.80
110	3.00	6.70	2.50	5.80	1.80
111	3.00	7.20	3.60	6.10	2.50
112	3.00	6.50	3.20	5.10	2.00
113	3.00	6.40	2.70	5.30	1.90

รูปที่ 4.10 แสดงข้อมูล Iris

ข้อมูล Crude Oil

ข้อมูล Crude Oil มี 5 ค่าข้อมูลที่แตกต่างกัน มีทั้งหมด 3 คลาส ดังรูปที่ 4.11 โดยที่มีข้อมูลทั้งหมด 56 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	A	B	C	D	E	F
1	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	Input 5	Output
2	3.9	51	0.20	7.06	12.19	1
3	2.7	49	0.07	7.14	12.23	1
4	2.8	36	0.30	7.00	11.30	1
9	5.0	47	0.07	7.06	6.10	2
10	3.4	32	0.20	5.82	4.69	2
11	1.2	12	0.00	5.54	3.15	2
12	8.4	17	0.07	6.31	4.55	2
13	4.2	36	0.50	9.25	4.95	2
14	4.2	35	0.50	5.69	2.22	2
19	3.9	41	0.10	5.83	2.94	2
20	6.3	13	0.50	4.24	8.27	3
21	1.7	5.6	6 1.0	5.69	4.64	3
22	7.3	24	0.00	4.34	2.99	3
23	7.8	18	0.50	3.92	6.09	3
42	4.5	41	0.50	3.33	2.27	3
43	6.2	34	0.70	7.56	6.93	3

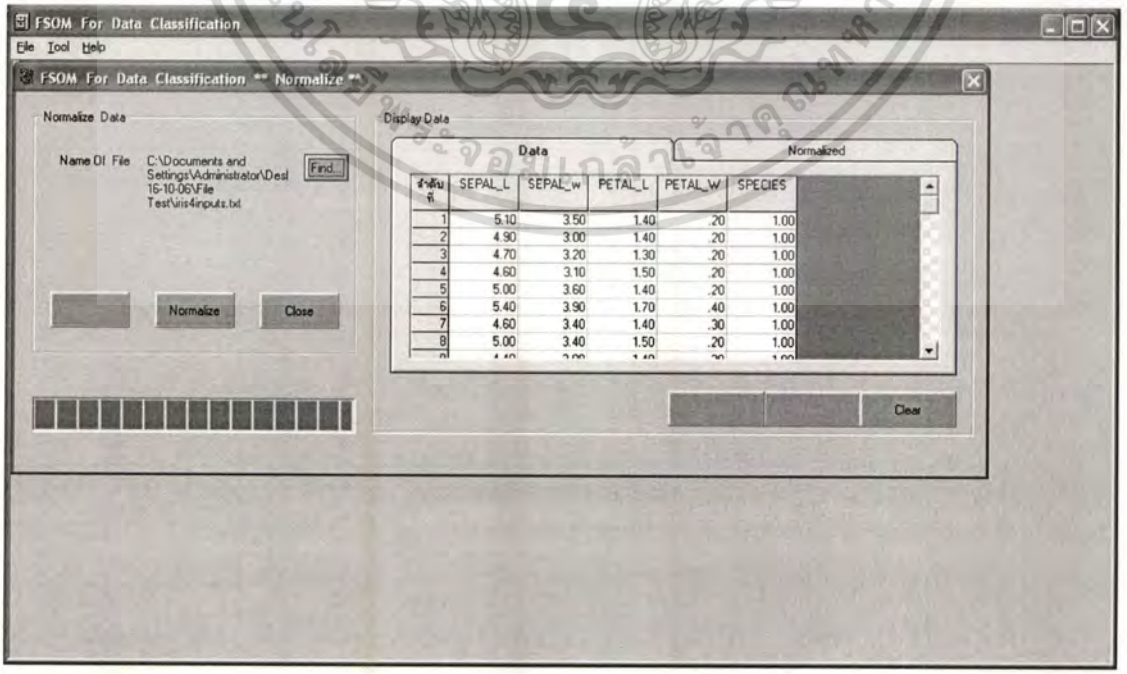
รูปที่ 4.11 แสดงข้อมูล Crude Oil

4.4 ผลการจำแนกข้อมูล

ในการทดลองดูประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ผลกาทดลอง ตามนี้

ผลการจำแนกข้อมูล Iris

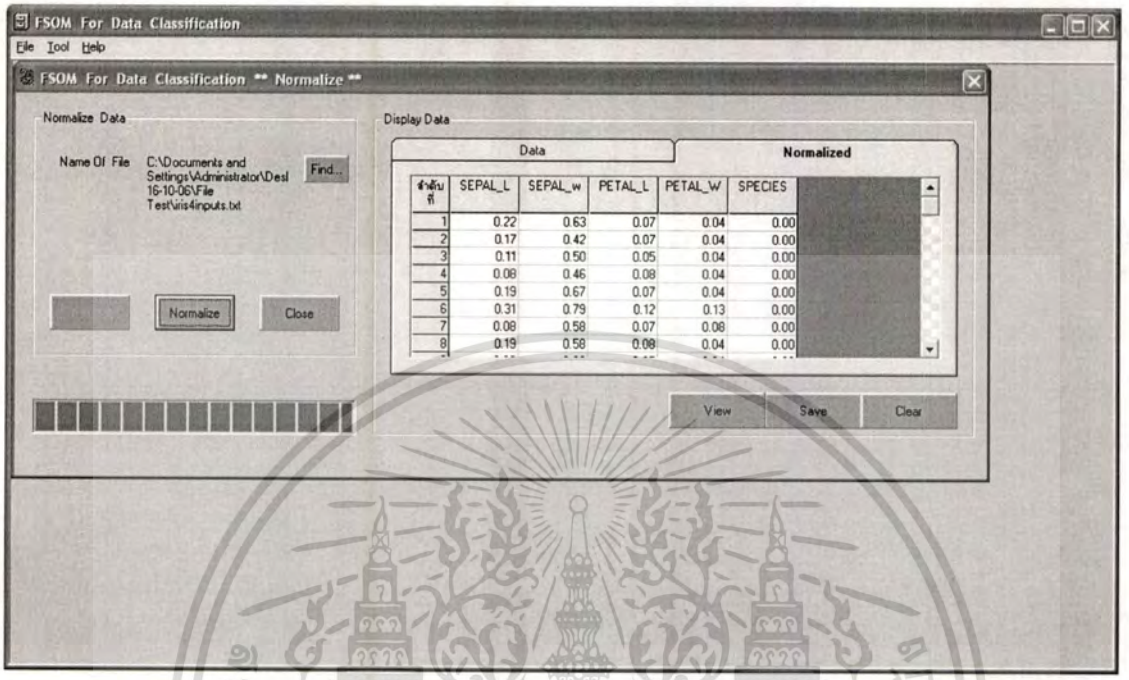
การนำข้อมูล Iris มานอร์มัลไลซ์ให้ค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แสดงหน้าจอได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการนำข้อมูล Iris มาทำการนอร์มัลไลซ์

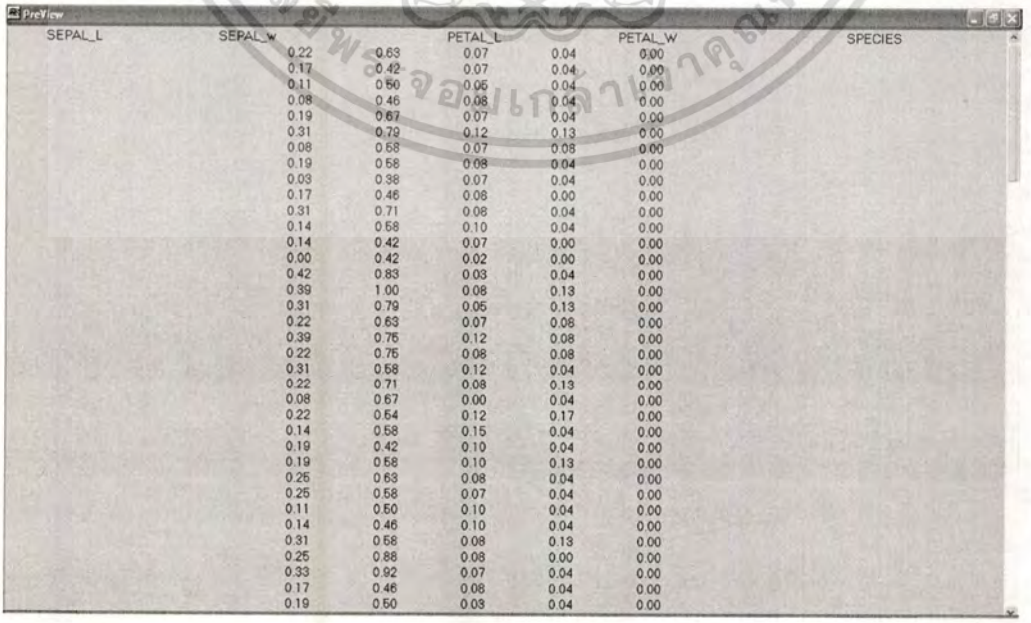
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการกดปุ่ม Normalize ก็จะได้ค่าข้อมูลใหม่มาแสดงที่หน้า Display Data > Normalized แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงค่าข้อมูลที่ถูกนอร์มัลไลซ์แล้ว

เมื่อผู้ใช้ทำการกดที่ View ก็จะได้ค่าของข้อมูลออกมาแสดงในมุมมองอีกรูปแบบแสดงดังรูปที่ 4.14



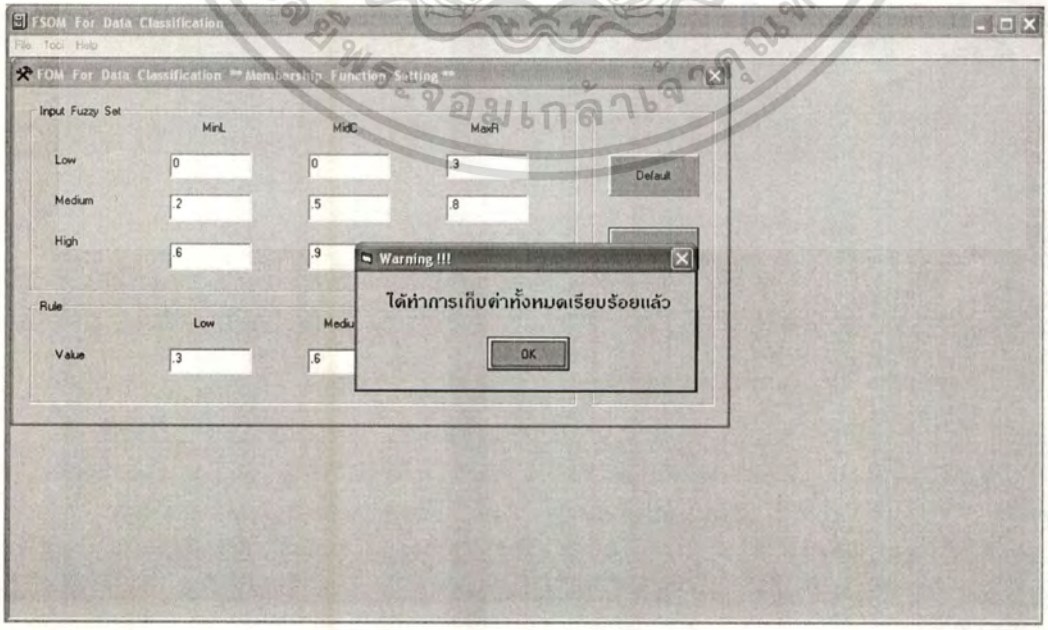
รูปที่ 4.14 แสดงผลออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้กด Save จะทำการบันทึกผลการนอร์มัลไลซ์เอาไว้ใช้ในการ Train และ Test ต่อไป แสดงดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 แสดงการบันทึกไฟล์

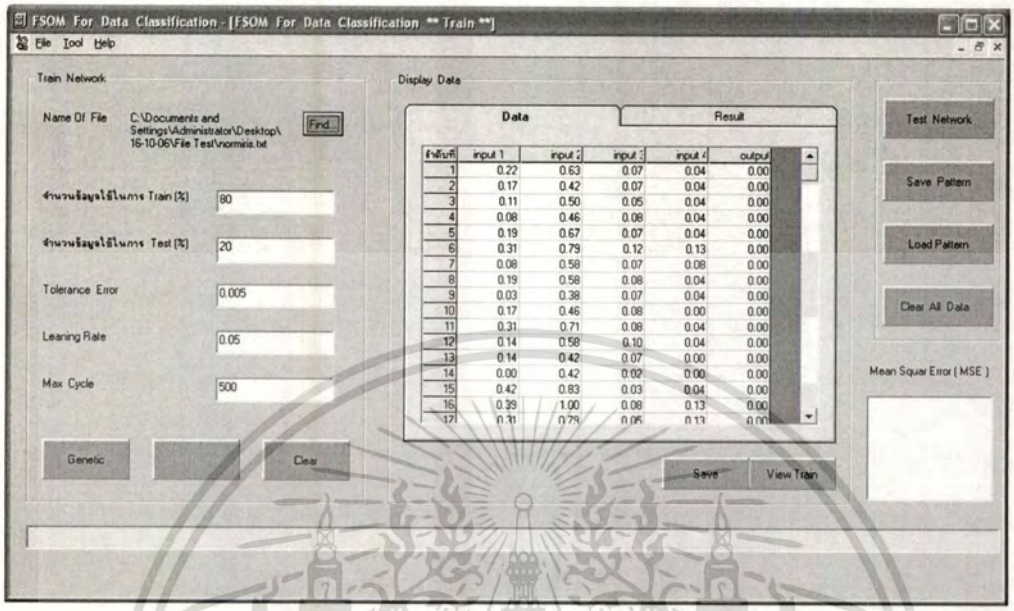
เมื่อผู้ใช้ได้ป้อนค่าแล้วทำการกด OK เพื่อให้โปรแกรมเก็บค่าไว้ใช้ในการคำนวณแสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงใส่ค่าและรับค่าของ Membership Function

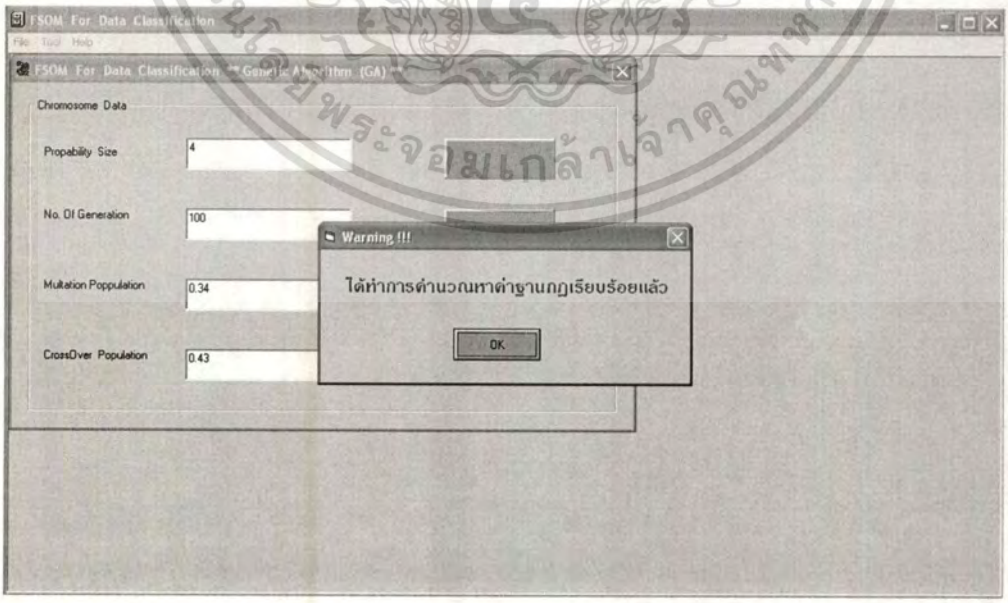
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆเสร็จแล้วก็ไปทำการกดที่ Genetic เพื่อไปทำการหาฐานกฎที่ดีที่สุดมาใช้ในการ Test แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการ Train

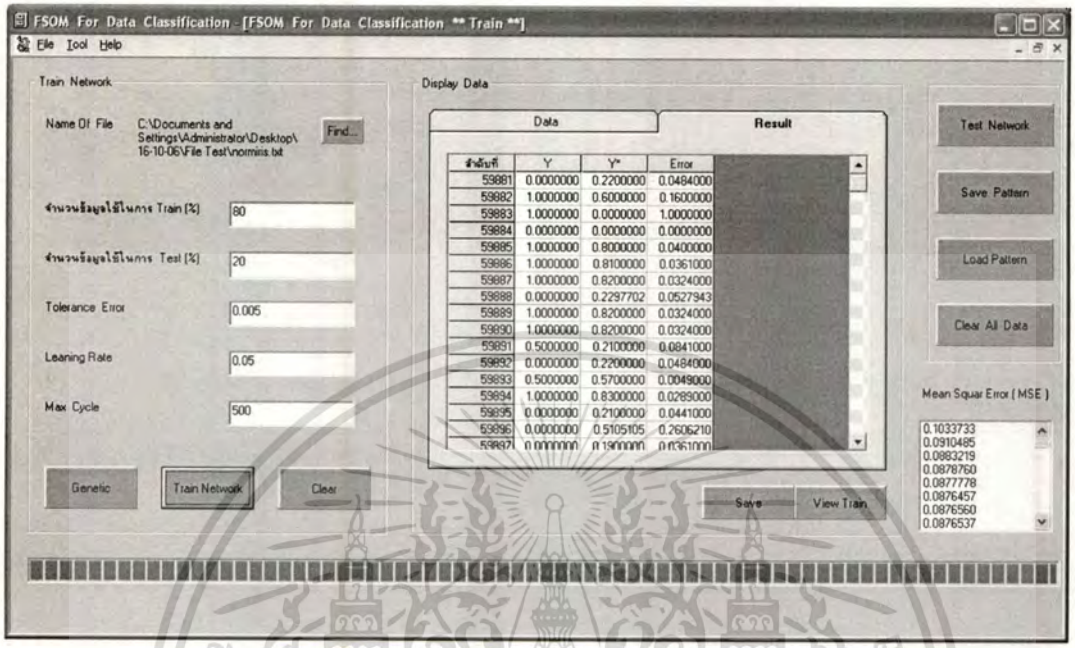
เมื่อผู้ใช้ป้อนค่าต่างๆในการหาฐานกฎแล้วก็ทำการกด Calculate เพื่อทำการคำนวณหาฐานกฎจากค่าที่ป้อนให้แสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงการใส่เพื่อหาฐานกฎในหน้าจอ Genetic Algorithm

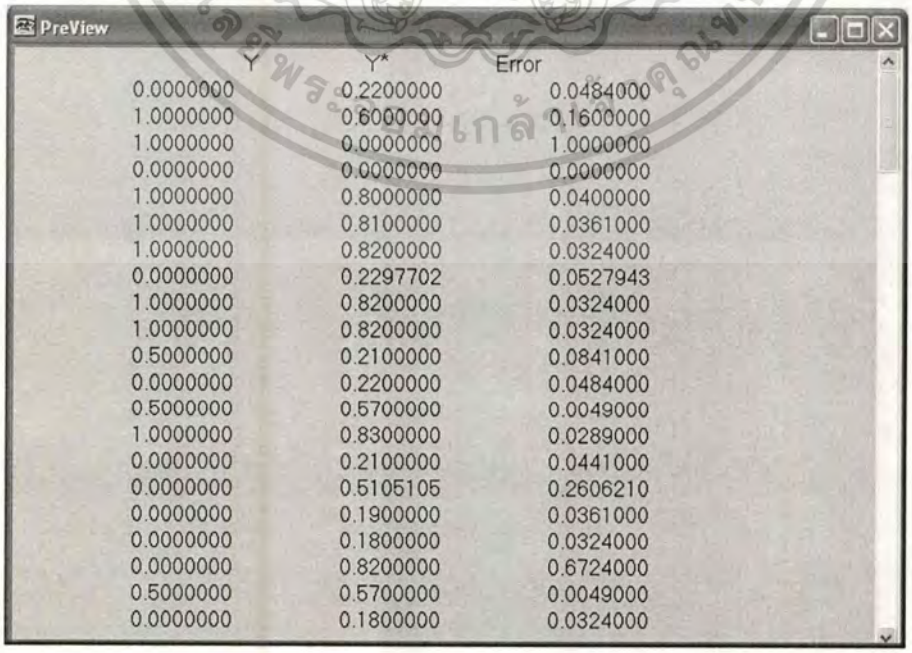
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่าฐานกฎมาแล้วผู้ใช้ก็ต้องกด Back เพื่อกลับมาที่หน้าTrain แล้วทำการกดที่ Train Network เพื่อหาผลลัพธ์ออกแล้วแสดงใน Result แสดงดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการ Train Network

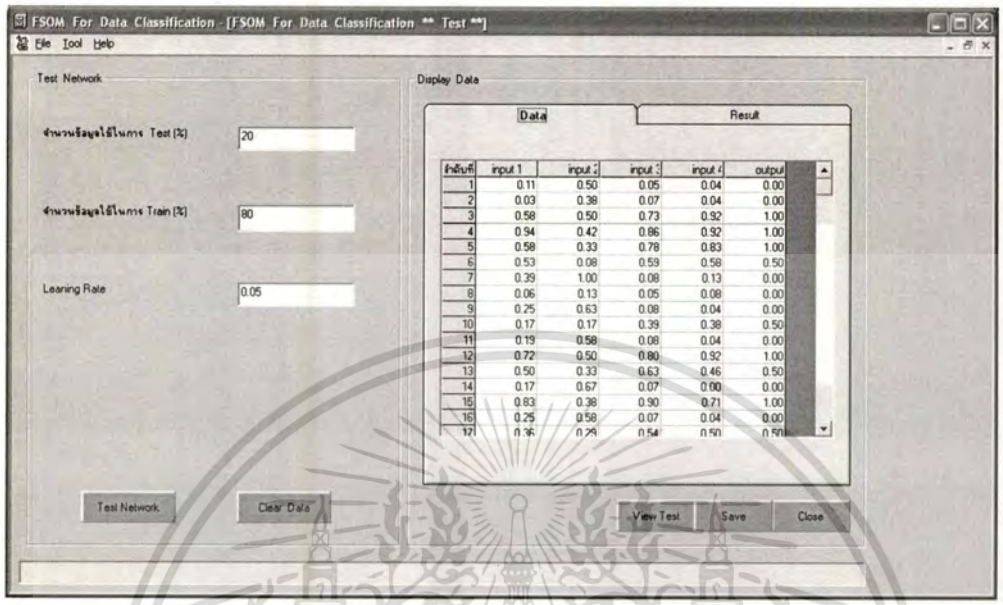
เมื่อผู้ใช้ทำการกดที่ View ของหน้า Train ก็จะได้ค่าของข้อมูลออกมาแสดงในมุมมองอีกรูปแบบแสดงดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงผลการ Train ออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

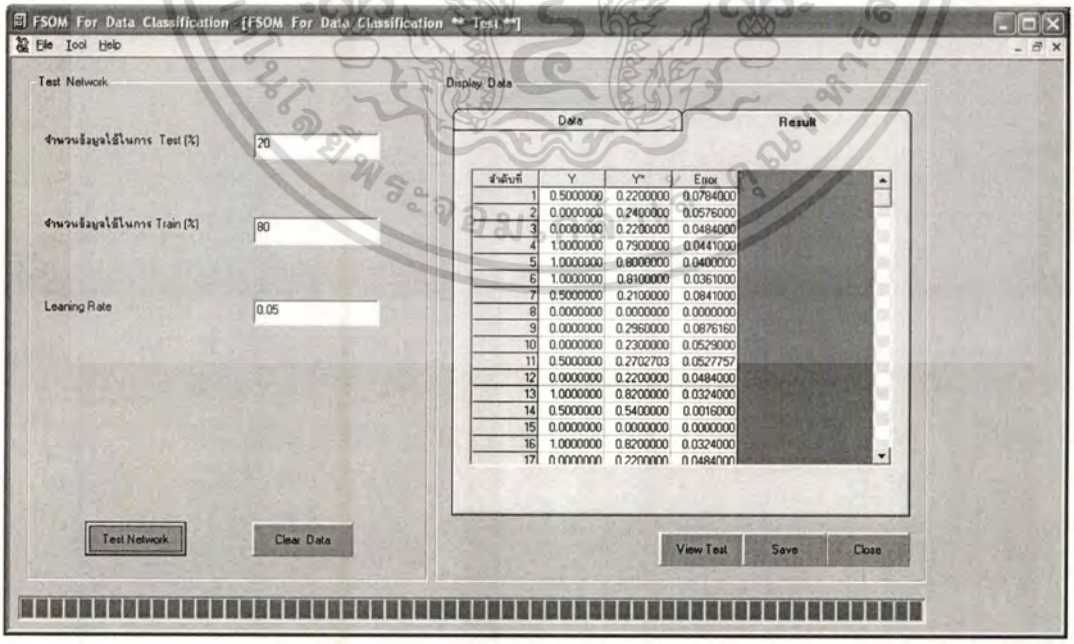
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการ Train เสร็จก็มาที่หน้า Test แล้วป้อนค่าต่างๆ รวมทั้งเลือกข้อมูลที่จะมาใช้ รวมทั้ง Pattern ที่เป็นรายละเอียดโครงสร้างของการ Train แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แสดงการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการ Test

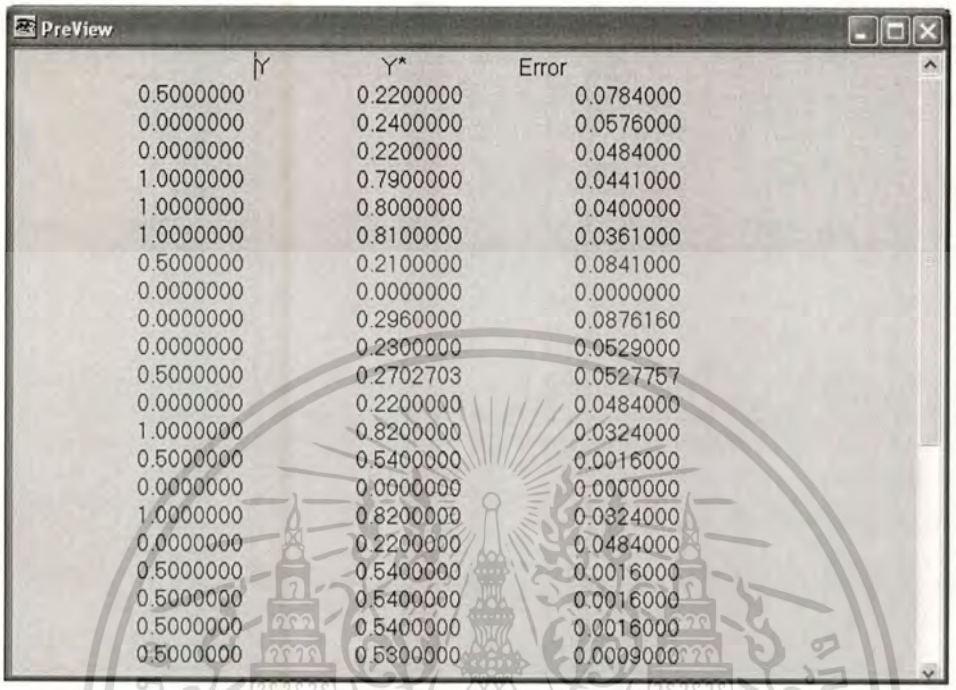
ทำการกดที่ Test Network เพื่อหาผลลัพธ์ออกแล้วแสดงใน Result แสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการ Test Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ทำการกดที่ View ของหน้า Test ก็จะได้ค่าของข้อมูลออกมาแสดงในมุมมองอีกรูปแบบแสดงดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงผลของการ Test ออกมาในมุมมองอีกรูปแบบ

ผลที่ได้ของ การจำแนกข้อมูล Iris คือ

แบ่งเป็น Train 80% และ Test 20 % จะได้ข้อมูลที่ใช้ Test 30 ตัว

จำแนกข้อมูลถูก : 28 ตัว คิดเป็น 93.33 %

จำแนกข้อมูลผิด : 2 ตัว

ผลที่ได้ของ การจำแนกข้อมูล Crude Oil คือ

แบ่งเป็น Train 80% และ Test 20 % จะได้ข้อมูลที่ใช้ Test 12 ตัว

จำแนกข้อมูลถูก : 10 ตัว ประมาณ 83.33 %

จำแนกข้อมูลผิด : 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิธีการจำแนกข้อมูลด้วย Fuzzy Self – Organizing Map Neural Network สามารถสรุปผลการดำเนินการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการศึกษา

5.1.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน เช่นการใช้มาเป็นเทคนิคในการจำแนกข้อมูลซึ่งสามารถนำมาใช้กับ Data mining โดยไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านฐานข้อมูลทางธุรกิจโดยสามารถสร้างความรู้ที่มีประโยชน์มาช่วยในการตัดสินใจได้ โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล (Classification) การเรียนรู้ของโครงข่าย Fuzzy Self – Organizing Map จากตัวอย่างที่นำเสนอสู่โครงข่ายในการทำการเรียนรู้ซ้ำหลายๆครั้ง จนสามารถสร้างเป็นแนวความคิดหลักเกณฑ์ได้เอง ซึ่งจากผลการทดลองแสดงว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียม Fuzzy Self – Organizing Map สามารถทำการจำแนกข้อมูลได้ค่อนข้างใกล้เคียงเมื่อเปรียบเทียบจากผลลัพธ์ที่ออกมากับค่าความผิดพลาดที่น้อยลง

5.1.2 การนำเจเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการหาค่าฐานกฎให้กับโครงข่าย

การนำเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วย เพื่อใช้ในการหาค่าฐานกฎที่ดีที่สุด เนื่องจากการหาฐานกฎอาจจะต้องประสบปัญหาความยุ่งยากในการออกแบบและใช้เวลานาน เมื่อต้องออกแบบฐานกฎที่มีกฎเป็นจำนวนมาก อีกทั้งอาจทำให้ได้ฐานกฎที่ไม่เหมาะสมได้ด้วย ดังนั้นจึงได้นำเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วย ซึ่งก็ทำให้โครงข่าย Fuzzy Self – Organizing Map มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

พร้อมกันนี้ผู้ศึกษาจะขอเสนอแนะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.2.1 การเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกข้อมูล

สิ่งสำคัญคือความแม่นยำ คือการที่จะทำอย่างไรให้ระบบจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุด สิ่งที่มีผลต่อความแม่นยำในการจำแนกข้อมูล คือ

1. วิธีการปรับปรุงข้อมูลก่อนที่จะนำมาใช้
2. จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการเทรนรวมทั้งการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อยู่ที่ค่าเริ่มต้นของข้อมูลที่โดนสุ่มเข้ามาในการทำงานถ้าค่าเริ่มต้นที่รับเข้ามาดีก็จะทำให้ได้ค่าที่ออกมาดีด้วย

5.2.2 การนำไปใช้

เรื่องการนำไปใช้งานอาจใช้งานได้จริงแต่ก็ยังมีส่วนที่ยังสามารถที่จะปรับปรุงแก้ไขได้เพื่ออาจจะทำให้โปรแกรมมีการทำงานที่ดีขึ้นมีความถูกต้องมากกว่านี้

1. อาจมีการใช้อัลกอริทึมตัวอื่นมาช่วยในการหาฐานกฎที่ดีที่สุดแทนเจเนติกอัลกอริทึม เพราะอาจจะสามารถหาฐานกฎได้ดีกว่ามีประสิทธิภาพกว่า หรือใช้เวลาในการหาฐานกฎออกมาเร็วกว่า

2. พัฒนาโปรแกรมให้โปรแกรมรองรับอินพุตที่มีค่ามากๆจนถึงค่า n อินพุตได้ เพราะบางกรณีข้อมูลที่เราต้องการมีจำนวนคอลัมน์จำนวนมากๆ จะได้สามารถรับค่าเข้าไปทำงานได้แต่อาจมีปัญหาในขั้นตอนการหาฐานกฎเพราะตอนหาฐานกฎก็จะได้ฐานกฎออกมาจำนวนมากมายก่อนที่เราจะได้กฎที่ดีที่สุดออกมาใช้หนึ่งกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จาตุรนต์ อังศุสิงห์. **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกสารตั้งต้นของสารละลาย.** โครงการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545.

นโรดม กล่อมเอี่ยม. **การแบ่งกลุ่มรูปแบบโดยใช้ครอสคอร์รีเลชันนิวรอลเน็ตเวิร์ค.** โครงการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547.

ศุภฤกษ์ พุทธโคตร. **การพยากรณ์ราคาหุ้นโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ค.** โครงการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543.

สุภัค อ่อนฉิม. **การพยากรณ์โดยใช้ Neural Network Forecasting by using neural Network Model.** โครงการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546.

อนุสสรา ธิตินฤมิต. **การพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับจีเนอติกอัลกอริทึม.** โครงการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546.

Eshan Kurd and Tim P. Kelly. **Using Fuzzy Self Organizing Maps for Safety Critical Systems.** [Online] Available : http://www - users. cs.york.ac.uk/Safecomp2004.pdf . 2004.

Haykin, S. **Neural Networks.** A Comprehensive Foundation: Prentice-Hall. 1999.

Helge Ritter, Thomas Martinetz and Klaus Schulten. **Neural Computation and Self – Organizing Map.** Addison – Wesley Publishing company. 1992.

Kurd, Z. and T.P. Kelly. **Safety Lifecycle for Developing Safety – critical Artificial Neural Networks.** 22nd International Conference on Computer Safety. Reliability and Security (SAFECOMP'03), 23-26 September. 2003.

Ojala, T. **Neuro - Fuzzy Systems in Control.** Masters Thesis. Department of Electrical Engineering. Tampere University of Technology. Tampere. 1994.

Sheng – Chai Chi , Ren-Jien Kuo and Po-wen Teng. **A Fuzzy Self - Oranizing Map Neural Network for Market Segmentation of Credit Card.** IEEE.pp. 3617- 3622. 2000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกนกวรรณ เฮงวัฒนะ
วัน เดือน ปีเกิด	7 มิถุนายน 2525
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สถานที่จบการศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้