ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

NEURAL NETWORK PRUNING

โดย

สุคนธ์ทิพย์ คอวนิช

SUKONTHIP KHOVANICH

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

วพ.
ส748ก
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 05977
วัน,เดือน,ปี 3 ก.พ. 2553

.b.12174051
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

NEURAL NETWORK PRUNING

โดย

สุคนธ์ทิพย์ คอวนิช

SUKONTHIP KHOVANICH

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

ลพ.
ส748ก
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 05977
วัน,เดือน,ปี 13 ก.พ. 2553

b12114051
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEURAL NETWORK PRUNING

SUKONTHIP KHOVANICH

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

2/2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEURAL NETWORK PRUNING

SUKONTHIP KHOVANICH

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

2/2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นางสาว สุดนธ์ทิพย์ คอวนิช
รหัสนักศึกษา	49066410
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2551
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้นนั้นจะมีการเชื่อมต่อกันของโหนดระหว่างแต่ละชั้นในโครงข่ายทุกโหนด ซึ่งเป็นทางเลือกในการออกแบบที่ง่ายแต่มีข้อจำกัดในการหาผลลัพธ์จากการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม วิธีที่เป็นที่รู้จักในการหาความเหมาะสมให้กับขนาดและยังคงความสามารถในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม คือ วิธีการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีหลายวิธี ซึ่งในโครงการพัฒนาระบบงานนี้เน้นศึกษาไปที่ Error-Based Pruning โดยเริ่มจากการสร้างและทำการฝึกสอนโครงข่ายแล้วจึงนำการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคที่ใช้ซึ่งได้แก่ Magnitude Based Pruning และ Optimal Brain Damage มาทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองเทคนิค และสรุปผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นางสาว สุดนธ์ทิพย์ คอวนิช
รหัสนักศึกษา	49066410
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2551
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อาริต ธรรมโน

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้นนั้นจะมีการเชื่อมต่อกันของโหนดระหว่างแต่ละชั้นในโครงข่ายทุกโหนด ซึ่งเป็นทางเลือกในการออกแบบที่ง่ายแต่มีข้อจำกัดในการหาผลลัพธ์จากการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม วิธีที่เป็นที่รู้จักในการหาความเหมาะสมให้กับขนาดและยังคงความสามารถในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม คือ วิธีการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีหลายวิธี ซึ่งในโครงการพัฒนาระบบงานนี้เน้นศึกษาไปที่ Error-Based Pruning โดยเริ่มจากการสร้างและทำการฝึกสอนโครงข่ายแล้วจึงนำการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคที่ใช้ซึ่งได้แก่ Magnitude Based Pruning และ Optimal Brain Damage มาทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองเทคนิค และสรุปผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Neural Network Pruning
Student	Miss Sukonthip Khovanich
Student ID.	49066410
Degree	Master of Science
Programme	Information Science
Academic Year	2008
Advisor	Assoc.Prof. Dr.Arit Thammano

ABSTRACT

The default multilayer neural network topology is fully interlayer connected one. This simplistic choice facilitates the design but it limits the performance of the resulting neural networks. The best-known methods for obtaining partially connected neural networks are called the pruning methods which are used for optimizing both size and the generalization capabilities of neural networks. There are many neural network pruning methods. This seminar will focus on Error-Based Pruning; starting from the principles and techniques, including Magnitude Based Pruning Method and Optimal Brain Damage Method for the pruning result evaluation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Neural Network Pruning
Student	Miss Sukonthip Khovanich
Student ID.	49066410
Degree	Master of Science
Programme	Information Science
Academic Year	2008
Advisor	Assoc.Prof. Dr.Arit Thammano

ABSTRACT

The default multilayer neural network topology is fully interlayer connected one. This simplistic choice facilitates the design but it limits the performance of the resulting neural networks. The best-known methods for obtaining partially connected neural networks are called the pruning methods which are used for optimizing both size and the generalization capabilities of neural networks. There are many neural network pruning methods. This seminar will focus on Error-Based Pruning; starting from the principles and techniques, including Magnitude Based Pruning Method and Optimal Brain Damage Method for the pruning result evaluation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพัฒนาระบบงานนี้เกิดขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อาริต ธรรมโน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำและแนวคิดในการจัดทำโครงงาน และให้คำปรึกษาด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานและให้ความช่วยเหลือด้านอื่นๆ อีกทั้งสถานที่ทำโครงงานด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการจัดทำโครงงาน ด้านการแก้ไขเอกสาร เรียบเรียงเอกสารรวมทั้งได้รับการดูแลเอาใจใส่ ให้ความเมตตา และให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำด้วยดีเสมอมา ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำเนิด ให้การศึกษา ให้กำลังใจและเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำมีกำลังใจที่จะมุ่งมั่นในการศึกษาครั้งนี้จนเป็นผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำเสนอแนะในการเขียนโปรแกรมการจัดทำเอกสาร ให้ประสบผลสำเร็จ

นางสาว สุคนธ์ทิพย์ คอวนิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพัฒนาระบบงานนี้เกิดขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อาริต ธรรมโน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำและแนวคิดในการจัดทำโครงงาน และให้คำปรึกษาด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานและให้ความช่วยเหลือด้านอื่นๆ อีกทั้งสถานที่ทำโครงงานด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการจัดทำโครงงาน ด้านการแก้ไขเอกสาร เรียบเรียงเอกสารรวมทั้งได้รับการดูแลเอาใจใส่ ให้ความเมตตา และให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำด้วยดีเสมอมา ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำเนิด ให้การศึกษา ให้กำลังใจและเป็นแรงผลักดันให้ผู้จัดทำมีกำลังใจที่จะมุ่งมั่นในการศึกษาครั้งนี้จนเป็นผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำเสนอแนะในการเขียนโปรแกรมการจัดทำเอกสาร ให้ประสบผลสำเร็จ

นางสาว สุดนธ์ทิพย์ คอวนิช

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 ความเป็นมา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมเวลา 4

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม..... 6

2.2.1 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม..... 7

2.2.2 การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม..... 8

2.3 Back-propagation Algorithm 10

2.4 การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม.....12

2.4.1 Magnitude Based Pruning.....12

2.4.1.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Magnitude based.....12

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 ความเป็นมา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมเวลา 4

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม..... 6

2.2.1 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม..... 7

2.2.2 การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม..... 8

2.3 Back-propagation Algorithm 10

2.4 การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม.....12

2.4.1 Magnitude Based Pruning.....12

2.4.1.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Magnitude based.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 Optimal Brain Damage.....13

2.4.2.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Optimal Brain Damage.....13

2.4.2.2 ความสำคัญของค่าน้ำหนัก.....13

2.4.2.3 OBD สำหรับโครงข่ายสองชั้น.....15

2.5 การวัดระดับความถูกต้อง.....16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....17

3.1 โครงสร้างแบบจำลอง.....17

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....17

3.3 การออกแบบโปรแกรมจำลอง.....19

3.3.1 การออกแบบโปรแกรม.....19

3.3.1.1 ฟังก์ชันการแปลงข้อมูล.....20

3.3.1.2 ฟังก์ชันการแบ่งข้อมูลสำหรับใช้ฝึกสอนโครงข่ายและทดสอบโครงข่าย.....20

3.3.1.3 ฟังก์ชันกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในโครงข่าย.....20

3.3.1.4 ฟังก์ชันควบคุมการทำงานของโครงข่าย.....20

3.3.1.5 ฟังก์ชันสำหรับการทดสอบ.....21

3.3.1.6 ฟังก์ชันบันทึกข้อมูล.....21

3.3.1.7 ฟังก์ชันคำนวณค่าผิดพลาดจากโครงข่าย.....22

3.3.1.8 ฟังก์ชันแสดงผลลัพธ์.....22

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์.....22

3.5 ขั้นตอนการทำการทดลอง.....23

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....24

4.1 ส่วนการจัดเตรียมข้อมูล.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 Optimal Brain Damage.....13
2.4.2.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Optimal Brain Damage.....13
2.4.2.2 ความสำคัญของค่าน้ำหนัก.....13
2.4.2.3 OBD สำหรับโครงข่ายสองชั้น.....15
2.5 การวัดระดับความถูกต้อง.....16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....17
3.1 โครงสร้างแบบจำลอง.....17
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....17
3.3 การออกแบบโปรแกรมจำลอง.....19
3.3.1 การออกแบบโปรแกรม.....19
3.3.1.1 ฟังก์ชันการแปลงข้อมูล.....20
3.3.1.2 ฟังก์ชันการแบ่งข้อมูลสำหรับใช้ฝึกสอนโครงข่ายและทดสอบโครงข่าย.....20
3.3.1.3 ฟังก์ชันกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในโครงข่าย.....20
3.3.1.4 ฟังก์ชันควบคุมการทำงานของโครงข่าย.....20
3.3.1.5 ฟังก์ชันสำหรับการทดสอบ.....21
3.3.1.6 ฟังก์ชันบันทึกข้อมูล.....21
3.3.1.7 ฟังก์ชันคำนวณค่าผิดพลาดจากโครงข่าย.....22
3.3.1.8 ฟังก์ชันแสดงผลลัพธ์.....22
3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์.....22
3.5 ขั้นตอนการทำการทดลอง.....23

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....24
4.1 ส่วนการจัดเตรียมข้อมูล.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ส่วนการหาค่าความผิดพลาด.....27
4.3 ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูล.....27

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....36
5.1 สรุปผลการทดลอง.....36
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน.....37
5.3 ข้อเสนอแนะ.....37

บรรณานุกรม.....38

ภาคผนวก.....39
ภาคผนวก ก. ข้อมูลในการทดลอง.....40
ภาคผนวก ข. คู่มือผู้ใช้ระบบ.....52

ประวัติผู้เขียน.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ส่วนการหาค่าความผิดพลาด.....27
4.3 ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูล.....27

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....36
5.1 สรุปผลการทดลอง.....36
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน.....37
5.3 ข้อเสนอแนะ.....37

บรรณานุกรม.....38

ภาคผนวก.....39
ภาคผนวก ก. ข้อมูลในการทดลอง.....40
ภาคผนวก ข. คู่มือผู้ใช้ระบบ.....52

ประวัติผู้เขียน.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบโครงข่ายประสาททางชีววิทยากับโครงข่ายประสาทเทียม..... 8

3.1 ตารางกำหนดค่า Input node และ Hidden node ของ Sigmoid function..... 23

4.1 แสดงจำนวนข้อมูลในการทดลอง..... 24

4.2 แสดงจำนวนน้ำหนักที่ถูกตัดออกจากโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลทั้ง 4 ชุด.....27

4.3 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 1 28

4.4 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 2 30

4.5 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 3 32

4.6 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 4 34

ก.1 ข้อมูลชุดที่ 1 40

ก.2 ข้อมูลชุดที่ 2 41

ก.3 ข้อมูลชุดที่ 3 42

ก.4 ข้อมูลชุดที่ 4 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบโครงข่ายประสาททางชีววิทยากับโครงข่ายประสาทเทียม..... 8

3.1 ตารางกำหนดค่า Input node และ Hidden node ของ Sigmoid function..... 23

4.1 แสดงจำนวนข้อมูลในการทดลอง..... 24

4.2 แสดงจำนวนน้ำหนักที่ถูกตัดออกจากโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลทั้ง 4 ชุด.....27

4.3 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 1 28

4.4 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 2 30

4.5 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 3 32

4.6 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 4 34

ก.1 ข้อมูลชุดที่ 1 40

ก.2 ข้อมูลชุดที่ 2 41

ก.3 ข้อมูลชุดที่ 3 42

ก.4 ข้อมูลชุดที่ 4 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรในทางธุรกิจ..... 5

2.2 โครงข่ายประสาททางชีววิทยา.....6

2.3 รูปแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม..... 7

2.4 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised learning)..... 9

2.5 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised learning).....9

2.6 รูปแบบของ Back-propagation neural network 10

2.7 โครงข่ายสองชั้นที่มีการเชื่อมต่อโหนดภายในทั้งหมด.....15

3.1 แสดงรูปแบบข้อมูลที่รับเข้าสู่โปรแกรม..... 18

3.2 แสดงขั้นตอนการทำงาน..... 19

3.3 แสดงรูปแบบข้อมูลที่บันทึกจากโปรแกรม.....21

4.1 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 1..... 25

4.2 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 2..... 25

4.3 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 3..... 26

4.4 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 4..... 26

4.5 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 1..... 29

4.6 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 1..... 29

4.7 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 2.....31

4.8 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 2..... 31

4.9 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 3..... 33

4.10 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 3.....33

4.11 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 4.....35

4.12 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 4.....35

ข.1 หน้าจอโปรแกรมประยุกต์เริ่มต้น..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรในทางธุรกิจ..... 5

2.2 โครงข่ายประสาททางชีววิทยา.....6

2.3 รูปแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม..... 7

2.4 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised learning)..... 9

2.5 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised learning).....9

2.6 รูปแบบของ Back-propagation neural network 10

2.7 โครงข่ายสองชั้นที่มีการเชื่อมต่อโหนดภายในทั้งหมด.....15

3.1 แสดงรูปแบบข้อมูลที่รับเข้าสู่โปรแกรม..... 18

3.2 แสดงขั้นตอนการทำงาน..... 19

3.3 แสดงรูปแบบข้อมูลที่บันทึกจากโปรแกรม.....21

4.1 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 1..... 25

4.2 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 2..... 25

4.3 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 3..... 26

4.4 กราฟแสดงข้อมูลชุดที่ 4..... 26

4.5 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 1..... 29

4.6 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 1..... 29

4.7 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 2.....31

4.8 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 2..... 31

4.9 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 3..... 33

4.10 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 3.....33

4.11 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 4.....35

4.12 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 4.....35

ข.1 หน้าจอโปรแกรมประยุกต์เริ่มต้น..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านสารสนเทศได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้มีการเก็บข้อมูลในรูปแบบต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นที่ยอมรับมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ การทำงานโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) แบบแบคพรอพพาเกชันเน็ทเวิร์ค (Back-propagation network)

ปัญหาสำคัญของ Machine learning คือ การลดความซับซ้อนของระบบ โดยปกติแล้วในโครงข่ายประสาทเทียมปัญหานี้ถูกจัดการด้วยการลดจำนวนการเชื่อมต่อของค่าน้ำหนักในโครงข่าย แต่ถ้าภายในโครงข่ายมีการเชื่อมต่อของค่าน้ำหนักน้อยเกินไป มีความเป็นไปได้ที่โครงข่ายจะไม่สามารถเรียนรู้จากชุดข้อมูลฝึกสอนได้ วิธีที่เป็นที่รู้จักในการหาความเหมาะสมให้กับขนาดและยังคงความสามารถในการเรียนรู้ของ โครงข่ายประสาทเทียม คือ วิธีการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีหลายวิธี ซึ่งที่เลือกขึ้นมาศึกษานั้นคือ Magnitude based และ Optimal Brain Damage และจึงเกิดความคิดว่าเทคนิคใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน โดยการพัฒนาโปรแกรมการเปรียบเทียบการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมทั้งสองเทคนิคขึ้น ซึ่งทั้งสองเทคนิคใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน

การพัฒนาโปรแกรมการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้ฟังก์ชันในการทำงาน 2 ฟังก์ชันได้แก่ Magnitude based และ Optimal Brain Damage ผลที่ได้จะทำให้ทราบว่าวิธีใดในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมที่เลือกมามีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการพัฒนาระบบงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระบบโครงข่ายประสาทเทียม ที่มีการทำงานแบบ Back-propagation ศึกษาการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม ด้วยวิธี Magnitude based และ Optimal Brain Damage

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองด้วยรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม แบบ Back-propagation และ การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม ด้วยวิธี Magnitude based และ Optimal Brain Damage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านความแม่นยำระหว่างการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Magnitude based และ Optimal Brain Damage

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

การศึกษาโครงงานนี้ได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาเป็นการพัฒนาระบบการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม โดยการใช้โครงสร้างแบบ Back-propagation เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการคำนวณผ่านโครงข่ายกับค่าความเป็นจริงของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีฟังก์ชันในการทำงาน 2 ฟังก์ชันคือ Magnitude based และ Optimal Brain Damage ผลจากการทำการทดลองโดยข้อมูลชุดเดียวกันจะทำให้ทราบว่าวิธีใดในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถทำการฝึกสอนโดยให้ค่าความผิดพลาดที่ต่ำที่สุดโดยใช้จำนวนรอบในการฝึกสอนที่เท่ากัน ขอบเขตในการศึกษามีดังต่อไปนี้

- โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)
- เทคนิคการฝึกสอนแบบแบคพรอพพาเกชัน (Back-propagation)
- การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมวิธี Magnitude Based
- การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมวิธี Optimal Brain Damage

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนด จึงได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานไว้ ดังนี้

ศึกษาทฤษฎี

- ศึกษาทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)
- ศึกษาเทคนิคการฝึกสอนแบบแบคพรอพพาเกชัน (Back-propagation)
- ศึกษาทฤษฎีการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมวิธี Magnitude Based
- ศึกษาทฤษฎีการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมวิธี Optimal Brain Damage

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบวิธีการพัฒนาระบบที่มีการนำรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม ที่มีการทำงานแบบ Back-propagation และนำเทคนิคการตัดแต่งประสาทเทียม ทั้ง Magnitude based และ Optimal Brain Damage มาใช้ในการหาความเหมาะสมให้กับขนาดโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Visual Basic.NET 2005 หรือ VB.NET 2005 เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรม Visual Programming บนระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากภาษา BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย สำหรับผู้เริ่มต้นหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากภาษา BASIC เป็นโปรแกรมที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมเวลา (Time Series)

อนุกรมเวลา คือ เซตของข้อมูลเชิงปริมาณที่จัดเก็บในช่วงเวลาหนึ่ง ลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นตามลำดับช่วงระยะเวลาเท่าๆ กัน เช่น วัน สัปดาห์ เดือน ไตรมาส หรือ ปี เรียกว่า ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) จะใช้ข้อมูลตามระยะเวลาเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์

ข้อสมมติฐานเบื้องต้นของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ ลักษณะของอิทธิพลต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลในตั้งแต่ในอดีตจนถึงอนาคต จะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิม เพื่อจะได้นำลักษณะเหล่านั้นไปทำการพยากรณ์ค่าของข้อมูลได้

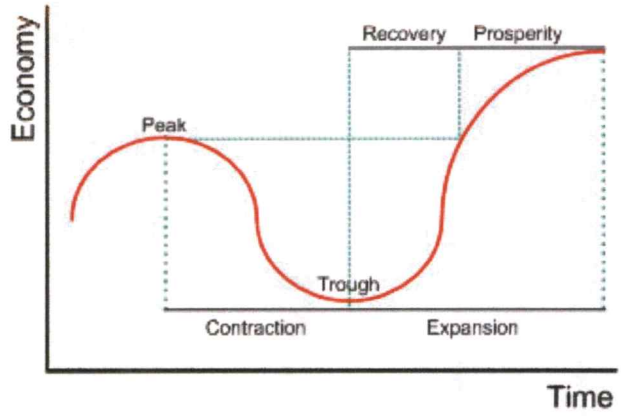
ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจะต้องแยกองค์ประกอบต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นอนุกรมเวลา โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลต่างๆ เช่น เทคโนโลยี สภาวะอากาศ ในการหาคุณลักษณะของอนุกรมเวลานั้นสามารถใช้แบบจำลองได้หลายแบบที่เป็นที่นิยมกันมาก คือ แบบจำลองคลาสสิก (Classical model) เป็นการอธิบายถึงองค์ประกอบของการแปรผันของอนุกรมเวลา 4 ส่วน ได้แก่ ค่าแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ความผันแปรตามวัฏจักร และ ความผันผวนจากความผิดปกติ

ค่าแนวโน้ม (Trend) การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมีลักษณะราบเรียบ อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่าแนวโน้มของข้อมูลเป็นการเคลื่อนไหวในช่วงระยะเวลานานอย่างน้อยควรมีข้อมูล 15 ชุด จึงจะแสดงทิศทางของอนุกรมเวลาได้ ค่าแนวโน้มนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยจำนวนประชากร และ เทคโนโลยีเป็นส่วนมาก

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonality) การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในลักษณะเดียวกันของรอบระยะเวลาหนึ่งที่แน่นอน อาจเป็นรายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือ รายปี

ความผันแปรตามวัฏจักร (Cycles) การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรมีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวในลักษณะซ้ำๆ กันและจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ต่างกันตรงที่การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรนั้นแต่ละรอบจะใช้เวลานานกว่าตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ค่าความผันแปรตามวัฏจักรนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเศรษฐกิจเป็นส่วนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรในทางธุรกิจ

ความผันผวนจากความผิดปกติ (Random variations) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดจากเหตุการณ์ที่เราไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น การเกิดภัยธรรมชาติ อุบัติเหตุต่างๆ ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญไม่คาดคิดมาก่อน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เชิงสุ่มไม่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่เรากำหนดไว้

ในข้อมูลชุดหนึ่งนั้น ไม่จำเป็นต้องครบองค์ประกอบทั้ง 4 ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่จะศึกษา เช่น ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นรายปีอาจจะไม่มีองค์ประกอบวัฏจักรก็ได้ ส่วนองค์ประกอบอื่นยังคงเหมือนเดิม

จากปัจจัยทั้ง 4 ข้างต้น สามารถกำหนดแบบจำลองได้ 2 แบบ

1. แบบจำลองผลบวก (Additive model)

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + R_t \qquad (2.1)$$

2. แบบจำลองผลคูณ (Multiplicative model)

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times R_t \qquad (2.2)$$

องค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองผลบวกจะมีหน่วยเช่นเดียวกับข้อมูลเดิม (Y_t) ในขณะที่แบบจำลองผลคูณจะมีเฉพาะองค์ประกอบ T_t เท่านั้นที่มีหน่วยเช่นเดียวกันกับข้อมูลเดิมส่วนองค์ประกอบ S_t C_t และ R_t จะมีหน่วยในรูปแบบของค่าสัมพัทธ์ (Relative term) โดยทั่วไปข้อมูลอนุกรมเวลาในทางธุรกิจ จะมีความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองผลคูณ เนื่องจากเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในรูปอัตราร้อยละ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการใช้แบบจำลองผลบวก

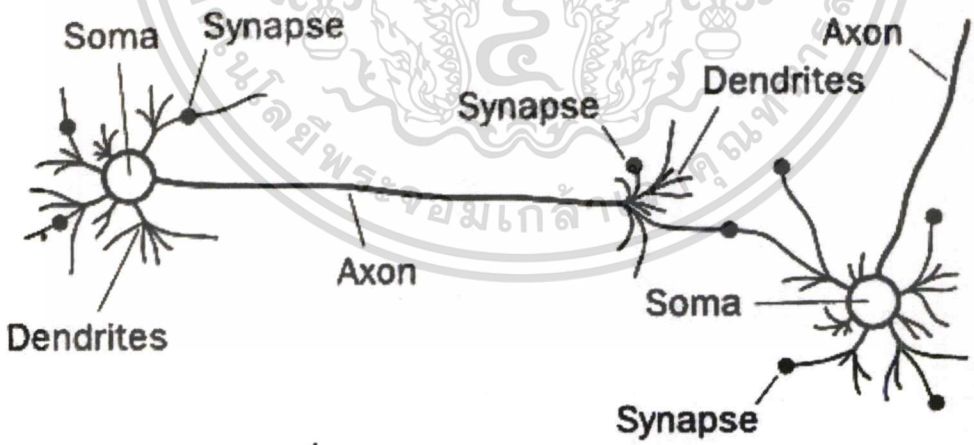
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network)

โครงข่ายประสาทเทียม คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณที่มีการเชื่อมต่อกัน เพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือที่มีความสามารถในการเรียนรู้และจดจำรูปแบบ (Pattern recognition) และการอุปมานความรู้ (Knowledge deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์

โดยหลักการของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น โครงข่ายประสาทเทียมถูกให้นิยามว่าเป็นรูปแบบของการใช้เหตุผลที่มีพื้นฐานมาจากสมองมนุษย์ โดยสมองมนุษย์นั้นประกอบไปด้วยกลุ่มของเซลล์เส้นประสาทที่เชื่อมต่อกันอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งถูกเรียกว่า เซลล์ประสาท (Neurons) สมองมนุษย์นั้นรวมเซลล์ประสาทประมาณหมื่นล้านเซลล์ ซึ่งมีการเชื่อมต่อระหว่างแกนเซลล์ประสาทกับกิ่งก้านของเซลล์ ซึ่งถูกเรียกว่า จุดประสานประสาท (Synapses) ประมาณ 60 ล้านล้านจุด ซึ่งการใช้เซลล์ประสาทพร้อมกันทั้งหมดจะทำให้สมองสามารถทำงานได้เร็วกว่าคอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดเท่าที่มีในปัจจุบัน

เซลล์ประสาทนั้นประกอบไปด้วยตัวเซลล์ (Soma) กิ่งก้านของเซลล์ (Dendrites) และแกนของเซลล์ (Axon) กิ่งก้านของเซลล์นั้นจะกระจายเป็นเครือข่ายรอบตัวเซลล์ ส่วนแกนของเซลล์นั้นจะยืดกางออกจากกิ่งก้านของเซลล์และตัวเซลล์ไปหาเซลล์ประสาทอื่น



รูปที่ 2.2 โครงข่ายประสาททางชีววิทยา

สัญญาณประสาทจะถูกเผยแพร่จากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอื่นโดยปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า สารเคมีถูกปล่อยจากจุดประสานประสาททำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับไฟฟ้าภายในเซลล์ เมื่อระดับไฟฟ้าภายในเซลล์เพิ่มถึงระดับสูงสุดแล้วทำให้เกิดการสั่นสะเทือนในเซลล์ แล้วจึง

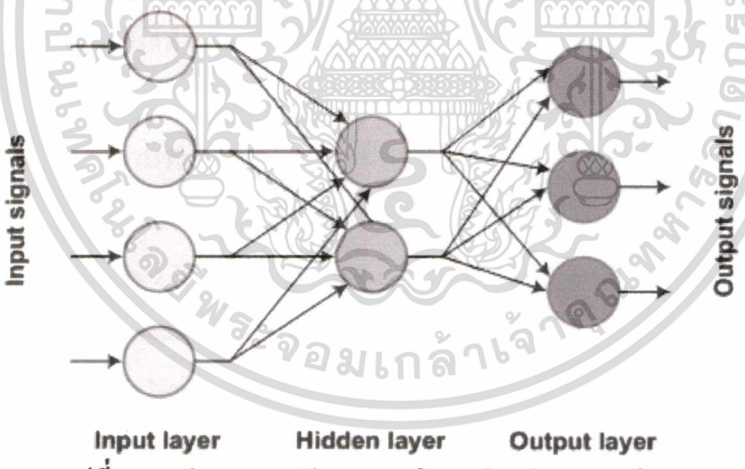
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกส่งออกไปผ่านทางแกนของเซลล์ การสั่นสะเทือนนั้นกระจายไปจนถึงจุดประสานประสาท ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับการสั่นสะเทือน

การเรียนรู้ถือเป็นลักษณะพื้นฐานที่สำคัญของ โครงข่ายประสาททางชีววิทยา (Biological neural networks) จากการเรียนรู้ธรรมชาติของเซลล์ประสาทนี้ ทำให้เกิดความพยายามที่จะเลียนแบบโครงข่ายประสาททางชีววิทยาในคอมพิวเตอร์

2.2.1 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

แม้ว่าโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมจะแตกต่างจากโครงข่ายในสมองแต่ก็ยังมีส่วนคล้ายสมอง ในแง่ที่ว่าโครงข่ายประสาทเทียมคือการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อยๆ และการเชื่อมต่อนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ของข่ายงาน เมื่อพิจารณาขนาดแล้วสมองมีขนาดใหญ่กว่าโครงข่ายประสาทเทียมอย่างมาก รวมทั้งเซลล์ประสาทยังมีความซับซ้อนกว่าหน่วยย่อยของโครงข่ายประสาทเทียม อย่างไรก็ตามหน้าที่สำคัญของสมองคือการเรียนรู้ยังสามารถถูกจำลองขึ้นอย่างง่ายด้วยโครงข่ายประสาทนี้ โดยทั่วไปมีการจัดเซลล์ประสาทเทียมเป็น 3 ชั้นหลักได้แก่



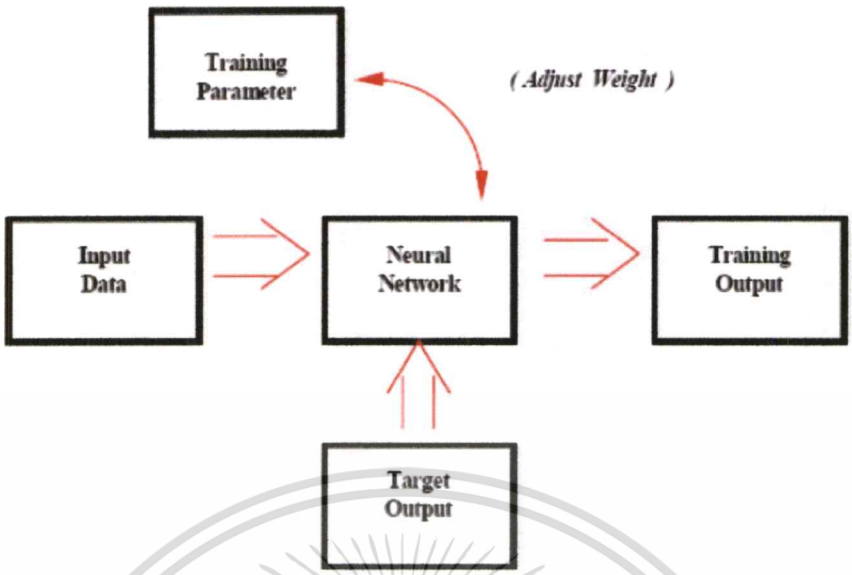
รูปที่ 2.3 รูปแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

ชั้นรับข้อมูล (Input layer) มีหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกเข้ามาโดยไม่ได้มีกระบวนการจัดการกับข้อมูลก่อนจะกระจายข้อมูลไปในเครือข่าย

ชั้นซ่อน (Hidden layer) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างชั้นรับข้อมูลและชั้นซ่อนที่ได้กำหนดไว้

ชั้นผลลัพธ์ (Output layer) มีหน้าที่ส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกนอกโครงข่าย โดยการทำงานของชั้นผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับการทำงานของชั้นซ่อนและค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์

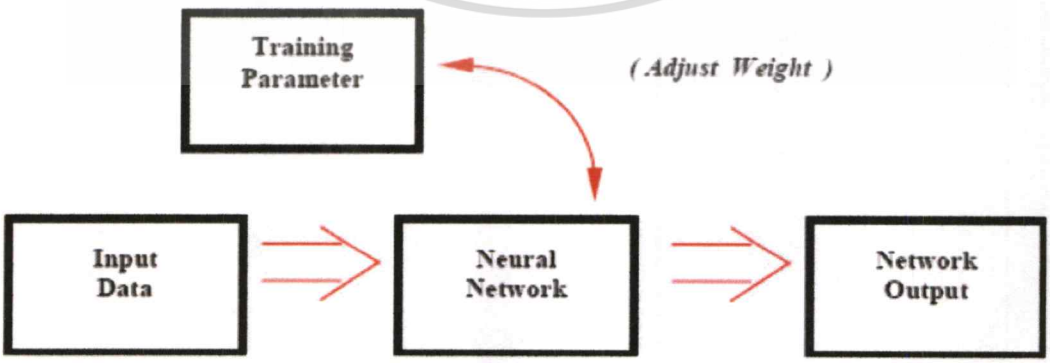
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised learning)

การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised learning) เมื่อให้ค่าข้อมูลรับกับโครงข่ายแล้ว โครงข่ายจะพยายามจัดกลุ่มข้อมูลรับที่มีลักษณะเดียวกันให้ผลลัพธ์ที่ออกมาที่ชุดเดียวกัน โดยภายในโครงข่ายจะมีโหนดผลลัพธ์ (Output node) อยู่หลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อทำการให้ค่าข้อมูลรับกับโครงข่าย โครงข่ายจะพยายามจัดกลุ่มโดยดูว่าค่าข้อมูลรับที่เข้ามานั้นมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผลลัพธ์ใด ตัวอย่างการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน เช่น

- Kohonen SOMs
- Principal Component Analysis



รูปที่ 2.5 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised learning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

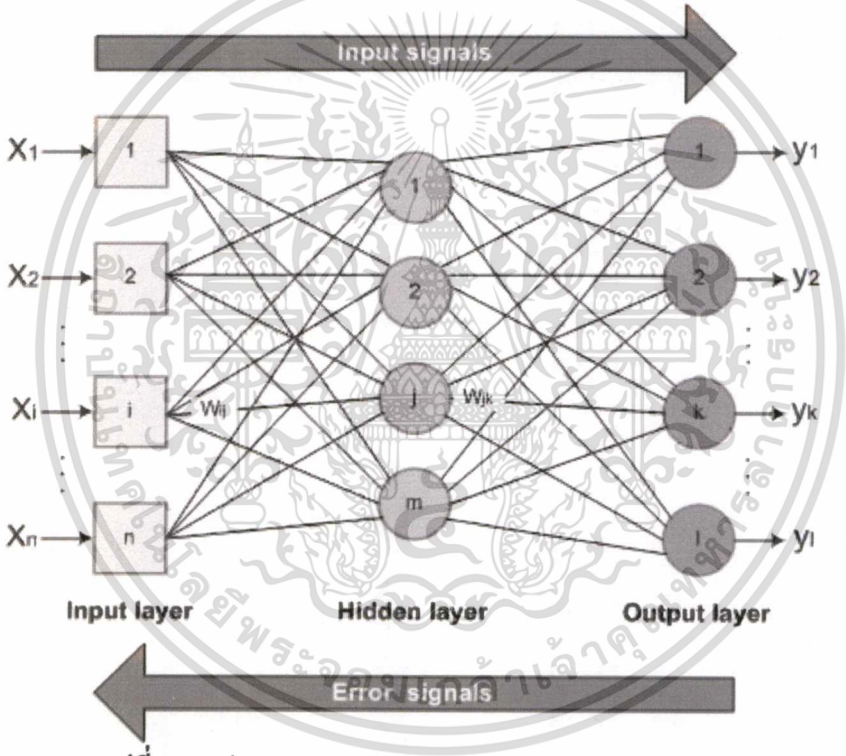
2.3 Back-propagation Algorithm

Back-propagation เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน Multilayer perceptron เพื่อหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งแล้วนำมาปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดที่เหมาะสม โดยการปรับค่านี้จะขึ้นกับความแตกต่างของ ผลลัพธ์ที่คำนวณได้กับผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งขั้นตอนของ Back-propagation มีดังนี้ กำหนดให้

i, j, k คือ โหนดในชั้นรับข้อมูล ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

Wij คือ ค่าน้ำหนักสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโหนด i ในชั้นรับข้อมูล กับ โหนด j ในชั้นซ่อน

Wjk คือ ค่าน้ำหนักสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโหนด j ในชั้นซ่อน กับ โหนด k ในชั้นผลลัพธ์



รูปที่ 2.6 รูปแบบของ Back-propagation neural network

1. กำหนดค่าน้ำหนักและขอบเขตของโครงข่ายโดยวิธีการกำหนดให้เป็นแบบสุ่มในช่วง [-1, 1]
2. นำค่า Input $X_1(p), X_2(p),\ldots,X_n(p)$ และค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ $Y_{d,1}(p),Y_{d,2}(p),\ldots,Y_{d,n}(p)$ มาทำการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นซ่อน (Hidden layer) ตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y_j(p) = f\left[\sum_{i=1}^{n} X_i(p) \times W_{ij}(p) - \theta_j\right] \quad (2.3)$$

เมื่อ n คือจำนวน Input โหนดในชั้นรับข้อมูล (Input layer) และ

ใช้ Sigmoid เป็น Activation function โดย $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$

คำนวณหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นผลลัพธ์ (Output layer) ตามสมการ

$$Y_k(p) = f\left[\sum_{j=1}^{m} X_{jk}(p) \times W_{jk}(p) - \theta_k\right] \quad (2.4)$$

เมื่อ m คือจำนวน Hidden node ในชั้นซ่อน

3. ทำการปรับค่าน้ำหนักโดยนำค่าความผิดพลาดกับค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น มาคำนวณหาค่า Gradient ของความผิดพลาดในชั้นผลลัพธ์ตามสมการ

$$\delta_k(p) = Y_k(p) \times \left[1 - Y_k(p)\right] \times e_k(p) \quad (2.5)$$

เมื่อ $e_k(p) = Y_{d,k}(p) - Y_k(d)$

ทำการคำนวณค่าน้ำหนักให้ถูกต้องตามสมการ

$$\Delta W_{jk}(p) = \alpha \times Y_j(p) \times \delta_k(p) \quad (2.6)$$

ปรับค่าน้ำหนักที่ชั้นผลลัพธ์ตามสมการ

$$W_{jk}(p+1) = W_{jk}(p) + \Delta W_{jk}(p) \quad (2.7)$$

ทำการคำนวณค่า Gradient ของความผิดพลาดในชั้นซ่อนตามสมการ

$$\delta_j(p) = Y_j(p) \times \left[1 - Y_j(p)\right] \times \sum_{k=1}^{l} \delta_k(p) \times W_{jk}(p) \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการคำนวณค่าน้ำหนักให้ถูกต้องตามสมการ

$$\Delta W_{ij}(p) = \alpha \times X_i(p) \times \delta_j(p) \quad (2.9)$$

ปรับค่าน้ำหนักที่ชั้นซ่อนตามสมการ

$$W_{ij}(p+1) = W_{ij}(p) + \Delta W_{ij}(p) \quad (2.10)$$

4. ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 ซ้ำ โดยใช้ข้อมูลชุดที่ $p+1$ จนกระทั่งได้ค่าผลรวมความผิดพลาดกำลังสองเป็นไปตามที่ต้องการ

2.4 การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network Pruning)

โดยทั่วไปรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้นนั้นจะมีการเชื่อมต่อกันของโหนดระหว่างแต่ละชั้นในโครงข่ายทุกโหนด ซึ่งเป็นทางเลือกในการออกแบบที่ง่ายแต่มีข้อจำกัดในการหาผลลัพธ์จากการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

ปัญหาสำคัญของ Machine learning คือ การลดความซับซ้อนของระบบ โดยปกติแล้วในโครงข่ายประสาทเทียมปัญหานี้ถูกจัดการด้วยการลดจำนวนการเชื่อมต่อของค่าน้ำหนักในโครงข่าย แต่ถ้าภายในโครงข่ายมีการเชื่อมต่อของค่าน้ำหนักน้อยเกินไป มีความเป็นไปได้ที่โครงข่ายจะไม่สามารถเรียนรู้จากชุดข้อมูลฝึกสอนได้

2.4.1 Magnitude based pruning

การตัดแต่งโครงข่ายด้วยวิธี Magnitude based ของ Hertz, Krogh และ Palmer นั้นทำโดยเลือกตัดค่าน้ำหนักที่มีค่าน้อยในแต่ละรอบการฝึกสอนออก และทำการฝึกสอนโครงข่ายซ้ำจนกระทั่งได้โครงข่ายที่มีค่าความผิดพลาดตามที่กำหนด จึงหยุดตัดแต่งโครงข่าย

2.4.1.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Magnitude based

1. เลือกโครงข่ายที่มีโครงสร้างเหมาะสม
2. ทำการฝึกสอนโครงข่ายจนได้ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้
3. เรียงลำดับตัวแปรค่าน้ำหนัก และ ทำการกำจัดค่าน้ำหนักที่มีค่าน้อยที่สุดออกจากโครงข่าย
4. ทำขั้นตอนที่ 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 Optimal Brain Damage (OBD)

การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Optimal Brain Damage ของ Le Cun, Denker และ Solla ประสบความสำเร็จในการลดความซับซ้อนในโครงข่ายที่ผ่านการฝึกสอนมาอย่างดีแล้ว โดยใช้การคำนวณความสำคัญของค่าน้ำหนัก ซึ่งทำโดยการคำนวณการเพิ่มขึ้นของค่าความผิดพลาด แล้วจึงลบค่าน้ำหนักที่ทำให้ค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดออกไป

2.4.2.1 ขั้นตอนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Optimal Brain Damage

1. เลือกโครงข่ายที่มีโครงสร้างเหมาะสม
2. ทำการฝึกสอนโครงข่ายจนได้ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้
3. คำนวณอนุพันธ์ที่สองสำหรับตัวแปรค่าน้ำหนักแต่ละตัว $\frac{\partial^2 E}{\partial w_i^2}$
4. คำนวณความสำคัญของค่าน้ำหนักสำหรับตัวแปรค่าน้ำหนักแต่ละตัว
5. เรียงลำดับตัวแปรค่าน้ำหนักตามความสำคัญของค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ใน 4 และทำการกำจัดค่าน้ำหนักที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุดออกจากโครงข่าย
6. ทำขั้นตอนที่ 2 ซ้ำ

2.4.2.2 ความสำคัญของค่าน้ำหนัก

OBD นั้นใช้การประมาณค่าเชิงกำลังสอง (Second order approximation) เพื่อที่จะทำให้ค่าความผิดพลาดในการฝึกสอนเพิ่มขึ้นจากการกำจัดค่าน้ำหนักในโครงข่าย การประมาณค่าความผิดพลาด E_T โดยใช้ Taylor Series ที่สองอธิบาย คือ

$$\delta E_T \cong \sum_{i=1}^{N} \frac{\partial E_T}{\partial w_i} \delta w_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \frac{\partial^2 E_T}{\partial w_i^2} \delta w_i^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{i=1, i \neq j}^{N} \frac{\partial^2 E_T}{\partial w_i \partial w_j} \delta w_i \delta w_j \qquad (2.11)$$

เมื่อ N คือ จำนวนค่าน้ำหนักที่เชื่อมต่อกันระหว่างโหนดภายในโครงข่าย

W_i คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมอยู่กับโหนด i

E_T คือ ค่าความผิดพลาดในการฝึกสอน

พจน์แรกของสมการ (2.11) จะเท่ากับศูนย์ ถ้าการฝึกสอนโครงข่ายนั้นทำให้ได้ค่า E_T ที่ต่ำที่สุด ในกรณีของ OBD เราจะสนใจเฉพาะค่าน้ำหนักใดน้ำหนักหนึ่งเท่านั้นโดยไม่สนใจในส่วนของผลกระทบของ Cross terms ดังนั้น ส่วนที่ Off-diagonal ของพจน์กำลังสองจะเท่ากับศูนย์ จากสมการ (2.11) จะได้สมการ (2.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta E_T \sim \delta_j \equiv -\frac{1}{2}\frac{\partial^2 E_T}{\partial w_j^2} w_j^2 \tag{2.12}$$

ซึ่งถูกเรียกว่า Saliency จากงานของ Le Cun การประมาณ Saliency ถูกใช้ในการลบเซต ของค่าน้ำหนัก $\{w_k | k \in D\}$ และค่า Cumulative increase ถูกประมาณโดยสมการ

$$\delta E_T \sim \sum_{j \in D} \delta_j \tag{2.13}$$

ค่าความผิดพลาดที่เพิ่มเข้าไป $E_T = \frac{1}{p}\sum_{\alpha=1}^{p} E^\alpha$ เมื่อ E^α คือ ค่าความผิดพลาดจากตัวอย่างที่ α Diagonal ของ เมทริกซ์อนุพันธ์กำลังสองถูกกำหนดโดย

$$\frac{\partial^2 E_T}{\partial w_j^2} = \frac{1}{p}\sum_{\alpha=1}^{p}\left[\frac{\partial^2 E^\alpha}{\partial (V^\alpha)^2}\left(\frac{\partial F_w(x^\alpha)}{\partial w_j}\right)^2 + \frac{\partial E^\alpha}{\partial V^\alpha}\frac{\partial^2 F_w(x^\alpha)}{\partial w_j^2}\right] \tag{2.14}$$

เมื่อ F_w คือ ฟังก์ชันที่ถูกใช้ในโครงข่าย

$V^\alpha = F_w(x^\alpha)$ คือ ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับค่า x^α ที่รับมา

p คือ จำนวนตัวอย่างในชุดข้อมูลฝึกสอน

โดยทั่วไปเมื่อใช้ Cost function แล้วพจน์ที่สองจะไม่มีความสำคัญตั้งแต่การคำนวณ $\frac{\partial E}{\partial V}$ จากผลรวมค่าความผิดพลาดกำลังสอง (Sum of squared errors) $E_T = \frac{1}{2p}\sum_\alpha (y^\alpha - F_w(x^\alpha))^2$ สมการ (2.14) จะได้

$$\frac{\partial^2 E_T}{\partial w_j^2} = \frac{1}{p}\sum_{\alpha=1}^{p}\left[\left(\frac{\partial F_w(x^\alpha)}{\partial w_j}\right)^2 + (y^\alpha - F_w(x^\alpha))\left(-\frac{\partial^2 F_w(x^\alpha)}{\partial w_j^2}\right)\right] \tag{2.15}$$

เมื่อส่งชุดข้อมูลฝึกสอน p ชุดให้กับระบบ ซึ่งแต่ละชุดจะมีข้อมูลเข้า x^α และผลลัพธ์ที่ต้องการ y^α ถ้าโครงข่ายเรียนรู้ที่จะจำลองรูปแบบนี้มา ค่าความผิดพลาดจะเท่ากับศูนย์ $e^\alpha = y^\alpha - F_w(x^\alpha)$ โดยทั่วไปโครงข่ายที่ผ่านการฝึกสอนมาดีแล้วควรจะมีค่าความผิดพลาดแบบสุ่ม ซึ่งทำให้ e^α ไม่มีความสำคัญไป และความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดกับค่าอนุพันธ์กำลังสองในโครงข่ายถูกทำให้หายไปในชุดข้อมูลฝึกสอนขนาดใหญ่ จากพจน์ที่สองในสมการที่ (2.15) ที่มีค่าประมาณศูนย์นั้น ทำให้พจน์แรกที่เหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสมการ เมทริกซ์อนุพันธ์กำลังสองมีค่าเป็นบวก ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วระหว่างการฝึกสอน สุดท้ายแล้วการประมาณค่าความผิดพลาดในการฝึกสอนที่เพิ่มขึ้นเมื่อกำจัดค่าน้ำหนัก j คือสมการ

$$\delta_j = w_j^2 \frac{1}{2p} \sum_{\alpha} \frac{\partial^2 E^{\alpha}}{\partial (V^{\alpha})^2} \left(\frac{\partial F_w(x^{\alpha})}{\partial w_j} \right)^2 \tag{2.16}$$

เมื่อ E_T คือ ผลรวมค่าความผิดพลาดกำลังสอง และ $\frac{\partial^2 E}{\partial V^2} = 1$

2.4.2.3 OBD สำหรับโครงข่ายสองชั้น

จากโครงข่ายในรูปที่ 2.7 เราสามารถที่จะ map ข้อมูลเข้าแบบไบนารีขนาด M มิติ ให้เป็นข้อมูล Real Number ได้โดยสมการ (2.15)

$$F_w(x^{\alpha}) = \sum_{j=1}^{n_H} W_j \tanh\left(\sum_{k=0}^{n_i} w_{jk} x_k^{\alpha} \right) + W_0 \tag{2.17}$$

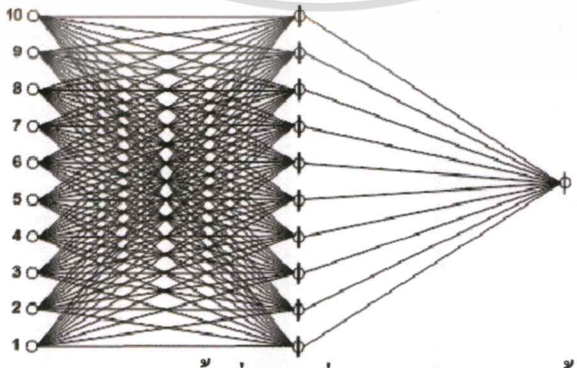
เมื่อ n_H คือ จำนวนโหนดในชั้นซ่อน

n_i คือ จำนวนโหนดในชั้นรับข้อมูล ในที่นี้ให้ $n_i = M$

เริ่มต้นโดยเชื่อมต่อโหนดระหว่างแต่ละชั้นในโครงข่ายด้วยค่าน้ำหนัก ในที่นี้โครงข่ายมีสองชั้น ชั้นผลลัพธ์มี 1 โหนด

เมื่อ W_{jk} คือ ค่าน้ำหนักที่อยู่ระหว่างโหนด j ในชั้นซ่อนกับโหนด k ในชั้นรับข้อมูล

W_j คือ ค่าน้ำหนักที่อยู่ระหว่างชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์



รูปที่ 2.7 โครงข่ายสองชั้นที่มีการเชื่อมต่อโหนดภายในทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความผิดพลาดที่ได้จากการฝึกสอนคำนวณจากสมการ(2.18)

$$E_T = \frac{1}{2p}\sum_{\alpha=1}^{p}(y^{\alpha} - F_w(x^{\alpha}))^2 \qquad (2.18)$$

ความสำคัญของค่าน้ำหนักในชั้นผลลัพธ์คือสมการ(2.19)

$$\delta_j = W_j^2 \frac{1}{2p}\sum_{\alpha=1}^{p}\tanh^2\left(\sum_{k=0}^{n_j} w_{jk} x_k^{\alpha}\right) \qquad (2.19)$$

ความสำคัญของค่าน้ำหนักระหว่างชั้นรับข้อมูลและชั้นซ่อนคือสมการ(2.20)

$$\delta_{jk} = W_j^2 w_{jk}^2 \frac{1}{2p}\sum_{\alpha=1}^{p}\left[1-\tanh^2\left(\sum_{k'=0}^{n} w_{jk'} x_{k'}^{\alpha}\right)\right]^2 \qquad (2.20)$$

2.5 การวัดระดับความถูกต้อง

เกณฑ์ที่ใช้วัดระดับความถูกต้องจากการฝึกสอนโครงข่ายคือ การวัดความคลาดเคลื่อนรวมของข้อมูลทั้ง n ตัว รูปแบบการวัดที่นิยมใช้มีดังนี้

– **RMSE (Root Mean Square Error)** เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2} \qquad (2.21)$$

– **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)** เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนค่าสัมบูรณ์

$$MAPE = \frac{1}{n}\left[\left|\sum\frac{e_t}{a_t}\right|\right] \qquad (2.22)$$

เมื่อ n คือ รอบในการฝึกสอนโครงข่าย

a คือ ค่าความจริงของ Period

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาโครงงานนี้ เป็นการนำทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชันเน็ทเวิร์ค (Back-propagation) และ การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Magnitude based และ Optimal Brain Damage มาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบทั้งสอง โดยแบ่งการดำเนินการศึกษาออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. โครงสร้างแบบจำลอง
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน
3. การออกแบบโปรแกรมจำลอง
4. ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์
5. ขั้นตอนการทำการทดลอง

3.1 โครงสร้างแบบจำลอง

โครงสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) แบบแบคพรอพพาเกชันเน็ทเวิร์ค (Back-propagation) ที่ใช้ในโครงงานนี้ ประกอบด้วยโครงสร้างการทำงานที่แบ่งเป็นจำนวนชั้นการทำงานทั้งหมด 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นรับข้อมูล (Input layer) เป็นชั้นที่รับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม โดยที่จำนวนโหนดในชั้นรับข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ตามความต้องการ
2. ชั้นซ่อน (Hidden layer) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างชั้นรับข้อมูลและชั้นซ่อนที่ได้กำหนดไว้ โดยที่จำนวนโหนดในชั้นซ่อนนั้นผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ตามความต้องการต้องการ
3. ชั้นผลลัพธ์ (Output layer) มีหน้าที่ส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกนอกโครงข่าย โดยการทำงานของชั้นผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับการทำงานของชั้นซ่อนและค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์ โดยที่จำนวนโหนดในชั้นผลลัพธ์นั้น

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

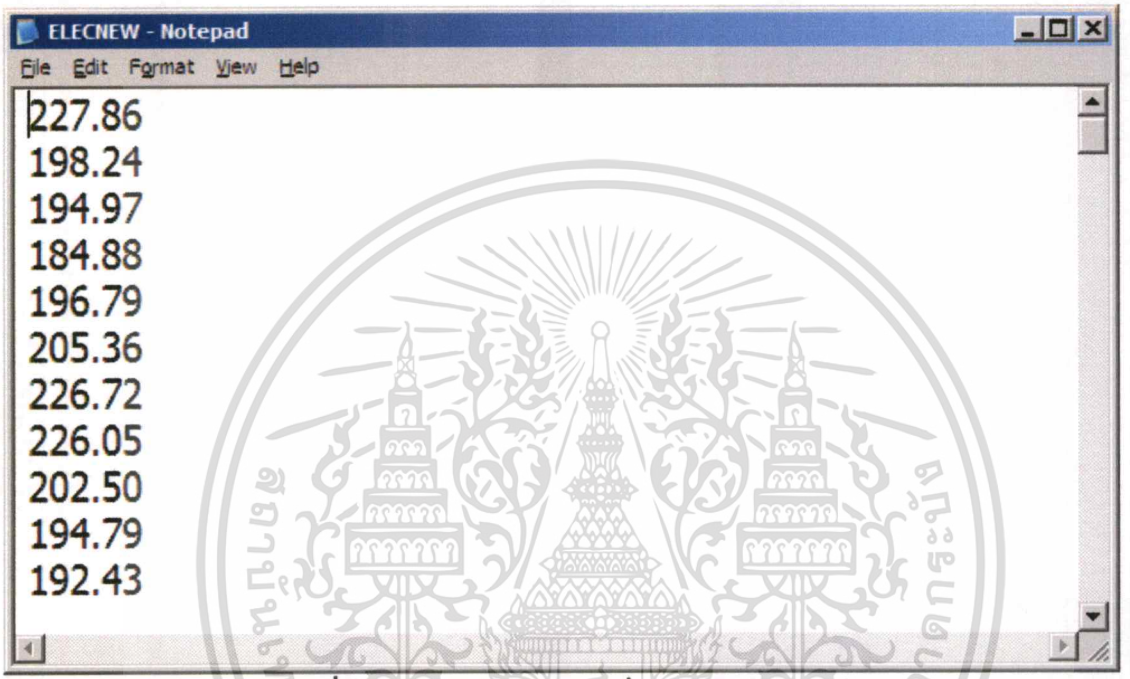
โครงการพัฒนาระบบงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม โดยทำการพัฒนาระบบสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมทั้งสองเทคนิค คือ Magnitude based และ Optimal Brain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05977

Damage ว่าเทคนิคใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน โดยใช้ Visual Basic.NET 2005 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1. การจัดเตรียมข้อมูล เพื่อจัดเตรียมเป็น Input Vector และ Output Vector โดยมีการจัดรูปแบบข้อมูลเป็นแถว แถวละ 1 ข้อมูล มาเป็นข้อมูล เพื่อป้อนให้กับโครงข่ายที่เราจะทำการสร้างขึ้น ดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบข้อมูลที่รับเข้าสู่โปรแกรม

2. การแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่กำหนด (Normalization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาปรับเปลี่ยนให้ข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อให้ข้อมูลที่จะนำเข้ามานั้นสอดคล้องกับฟังก์ชันที่ใช้ในโครงข่าย โดยฟังก์ชัน Sigmoid ที่ใช้ในโครงข่ายนี้กำหนดให้ข้อมูลที่รับเข้ามาต้องเป็นตัวเลขที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมการที่ใช้ในการแปลงข้อมูลมีดังนี้

$$normalize\ data = [\frac{data - \min}{\max - \min}] \times [\max_s - \min_s] + \min_s \qquad (3.1)$$

โดย $\max$ คือ ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด

$\min$ คือ ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด

$\max_s$ คือ ค่าข้อมูลที่ต้องการให้มากที่สุด

$\min_s$ คือ ค่าข้อมูลที่ต้องการให้น้อยที่สุด

3. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาทำการจัดให้อยู่ในรูปอนุกรมเวลา

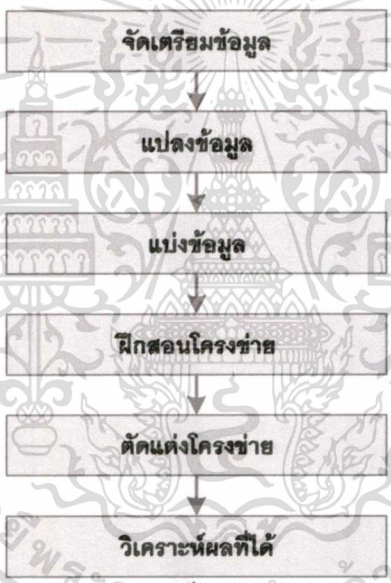
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาทำการแบ่งข้อมูลสำหรับใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายและการทดสอบโครงข่าย

5. นำข้อมูลชุดฝึกสอนโครงข่ายจากขั้นตอนที่ 4 มาป้อนเป็นข้อมูลเข้าสำหรับฝึกสอนโครงข่ายที่มีการทำงานแบบแบคพรอพพาเกชัน

6. หลังจากฝึกสอนโครงข่ายจนได้ค่าความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อมูลโครงข่ายและข้อมูลค่าน้ำหนักภายในโครงข่ายที่ผ่านการฝึกสอนแล้วมาเข้าอัลกอริทึมการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Optimal Brain Damage หรือ Magnitude Based

7. นำข้อมูลโครงข่ายและข้อมูลค่าน้ำหนักภายในโครงข่ายที่ผ่านการตัดแต่งจนได้ค่าความผิดพลาดที่ต้องการแล้วมาทำการทดสอบโครงข่าย เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ดูความถูกต้อง แสดงการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงาน

3.3 การออกแบบโปรแกรมจำลอง

กระบวนการออกแบบและการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ มีดังนี้

3.3.1 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมประยุกต์นี้จะมีลักษณะเป็น การเขียนโปรแกรมแบบโครงสร้าง (Structure programming) โดยจัดแบ่งหน้าที่การทำงานส่วนต่างๆ เป็นฟังก์ชันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 ฟังก์ชันการแปลงข้อมูล (Normalization)

เป็นฟังก์ชันการทำงานที่รับค่าข้อมูลเข้ามาจาก Text File แล้วนำมาคำนวณตามสูตรการแปลงข้อมูล (3.1) ผลลัพธ์จากการคำนวณนั้นจะอยู่ในช่วงที่กำหนด นำผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาใช้เป็นชุดข้อมูลเข้าในการฝึกสอนโครงข่ายต่อไป

3.3.1.2 ฟังก์ชันการแบ่งข้อมูลสำหรับใช้ฝึกสอนโครงข่ายและทดสอบโครงข่าย

เป็นฟังก์ชันสำหรับแบ่งข้อมูลที่ถูกแปลงให้อยู่ในช่วงที่กำหนดแล้ว ออกเป็นชุดข้อมูลเข้าที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่าย และชุดข้อมูลเข้าที่ใช้สำหรับทดสอบโครงข่าย โดยรับข้อมูลการฝึกสอนเป็นเปอร์เซ็นต์และทำการคำนวณหาจำนวนข้อมูลที่ใช้ทำการฝึกสอนโครงข่ายและข้อมูลที่ใช้ทำการทดสอบโครงข่าย

3.3.1.3 ฟังก์ชันกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในโครงข่าย

เป็นฟังก์ชันสำหรับกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในโครงข่าย ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรค่าคงที่ที่ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย และตัวแปรค่าคงที่ที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างให้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชัน (Back-propagation)

ตัวแปรค่าคงที่ในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

- ค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate)
- จำนวนรอบในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย (Learning Cycle)

ตัวแปรค่าคงที่กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชัน

- จำนวนโหนดในชั้นรับข้อมูล
- จำนวนโหนดในชั้นซ่อน

3.3.1.4 ฟังก์ชันควบคุมการทำงานของโครงข่าย

เป็นฟังก์ชันฝึกสอนโครงข่ายและฟังก์ชันการตัดแต่งโครงข่าย ซึ่งจะทำงานตามอัลกอริทึมดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 ในการทำงานส่วนนี้โปรแกรมจะใช้ชุดข้อมูลเข้าจากที่ได้เตรียมไว้แล้วมาประมวลผลข้อมูล โดยแบ่งส่วนออกเป็น

- ส่วนของชุดข้อมูลเข้าที่ผ่านการแปลงข้อมูลแล้ว
- ส่วนของข้อมูลค่าน้ำหนักซึ่งได้มาจากการสุ่มค่า (Random) แล้วจึงทำการประมวลผลโดยโปรแกรมจะทำงานวนรอบฝึกสอนโครงข่ายจนกระทั่งครบจำนวนรอบในการทดสอบ (Learning Cycle) ที่ตั้งไว้ใน 3.3.1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

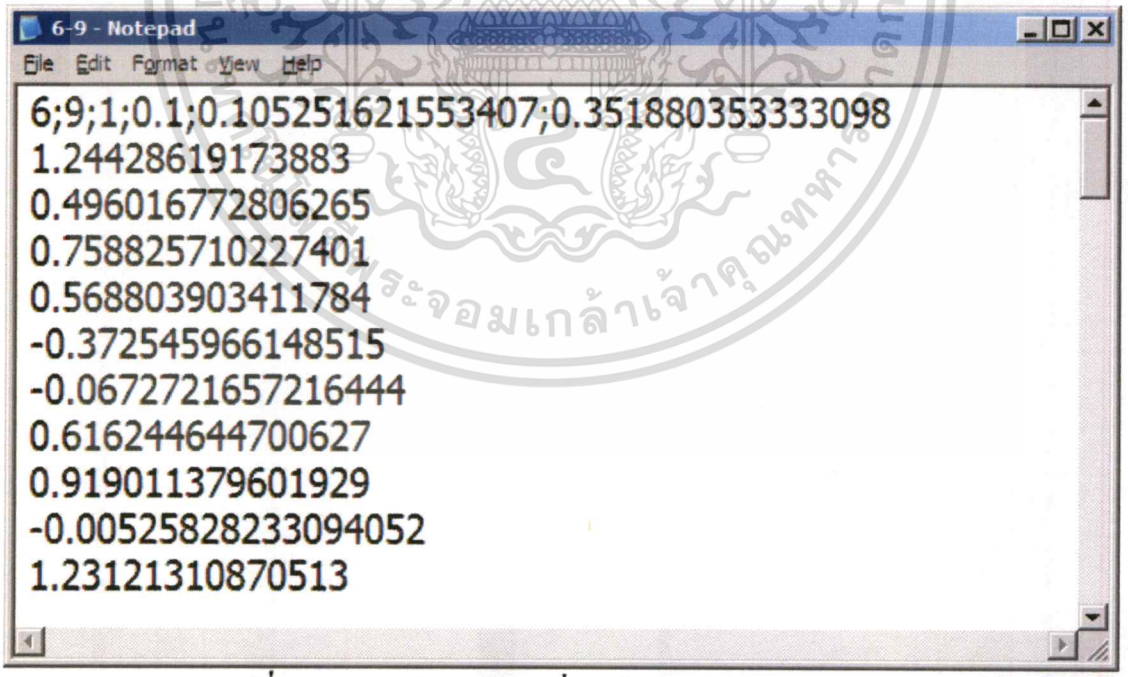
- ส่วนข้อมูลค่าน้ำหนักที่ได้หลังจากผ่านการฝึกสอนโครงข่ายแล้ว นำมาประมวลผลผ่านอัลกอริทึมการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม โดยโปรแกรมจะทำงานวนรอบตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมจนกระทั่งครบจำนวนรอบในการตัดแต่งที่ตั้งไว้

3.3.1.5 ฟังก์ชันสำหรับการทดสอบ

เป็นฟังก์ชันสำหรับการทดสอบโครงข่ายโดยมีลักษณะการทำงานเหมือนฟังก์ชันควบคุมการทำงานของโครงข่ายในส่วนของการฝึกสอนโครงข่าย แต่จะใช้ชุดข้อมูลทดสอบเป็นข้อมูลเข้าสำหรับฟังก์ชันการทดสอบโครงข่าย โดยใช้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมเดียวกัน

3.3.1.6 ฟังก์ชันบันทึกข้อมูล

เป็นฟังก์ชันสำหรับบันทึกตัวแปรค่าคงที่กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมทั้ง Input node และ Hidden node ตัวแปรอัตราการเรียนรู้ที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่าย ตัวแปรค่าความผิดพลาดที่ได้จากการฝึกสอนโครงข่าย ซึ่งบันทึกไว้ในบรรทัดแรกของไฟล์ ใช้ ; ในการแยกค่าตัวแปร ในบรรทัดที่สองเป็นต้นไปจะเป็นค่าน้ำหนักจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม หรือ ค่าน้ำหนักหลังการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 3.3 แสดงรูปแบบข้อมูลที่บันทึกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.7 ฟังก์ชันคำนวณค่าผิดพลาดจากโครงข่าย

เป็นฟังก์ชันสำหรับคำนวณหาค่าความผิดพลาดในโครงข่าย มีสองวิธีการคือ RMSE (Root Mean Square Error) และ MAPE (Mean Absolute Percentage Error) เป็นการวัดค่าความถูกต้องของการประมวลผลโดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อน

3.3.1.8 ฟังก์ชันแสดงผลลัพธ์

เป็นโมดูลในการแสดงผลลัพธ์ข้อมูลออกมาเป็นตัวเลขและทำการส่งค่าข้อมูลต่างๆ ไปยังโปรแกรม Microsoft Office Excel เพื่อนำค่าที่ได้ไปทำการแปลงเป็นกราฟ หรือเพื่อให้เก็บบันทึกข้อมูลได้โดยง่าย

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

เพื่อให้เห็นภาพรวมของการทำงานโปรแกรมประยุกต์ สามารถแสดงเป็นขั้นตอนการทำงานโดยรวมได้ดังนี้

1. เลือกชุดข้อมูลที่จะนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม
2. ทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่โครงข่ายกำหนด
3. กำหนดค่าคงที่ให้ตัวแปรที่ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม
4. กำหนดค่าคงที่ให้ตัวแปรที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม
5. ทำการสุ่มค่าน้ำหนักเริ่มต้นให้โครงข่ายประสาทเทียมตามโครงสร้างข้อ 4. โดยค่าน้ำหนักจะอยู่ในช่วง [-1, 1]
6. ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าจากตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดไว้ให้โครงข่ายมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม จนได้โครงข่ายที่มีความเหมาะสมแล้วจึงหยุดการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม
7. บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม
8. เลือกชุดข้อมูลค่าน้ำหนักที่จะนำมาใช้ในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
9. กำหนดค่าคงที่ให้ตัวแปรที่ใช้ในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมและตัวแปรที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมตามชุดข้อมูลน้ำหนักที่เลือกข้อ 8.
10. ทำการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าจากตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดไว้มาใช้ในการตัดค่าน้ำหนัก จนได้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีความเหมาะสมแล้วจึงหยุดการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
11. บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้จากการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
12. เลือกชุดข้อมูลที่จะนำมาทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม
13. กำหนดค่าคงที่ให้ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมและตัวแปรที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมตามชุดข้อมูลทดสอบที่เลือกข้อ 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ทำการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าจากตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดไว้ให้โครงข่ายมาใช้ในการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม

15. สามารถส่งค่าผลลัพธ์ออกไปยัง โปรแกรม Microsoft Office Excel ได้

3.5 ขั้นตอนการทำการทดลอง

1. ทำการหาค่า Input node และ Hidden node ที่ให้ค่าความผิดพลาดต่ำที่สุดโดยกำหนดช่วง Input node, Hidden node ของฟังก์ชัน Sigmoid function ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางกำหนดค่า Input node และ Hidden node ของ Sigmoid function

input	hidden
4	4
4	5
4	6
4	7

input	hidden
5	5
5	6
5	7
5	8

input	hidden
6	6
6	7
6	8
6	9

2. นำค่า Input node และ Hidden node ที่กำหนดไปหาค่าความผิดพลาดที่ต่ำที่สุดในข้อมูลการฝึกสอนทั้ง 4 ชุดข้อมูล

3. นำค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนมาเข้าการตัดแต่งโครงข่ายทั้งสองวิธี

4. นำข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบให้ตรงกับชุดข้อมูลที่ทำการฝึกสอนมาทำการทดสอบกับค่า Input node, Hidden node และ ค่าน้ำหนักที่หาได้จากข้อที่ 2 และ ข้อที่ 3

5. นำผลของค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทดสอบของแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองการทำงานจากการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชัน โดยแบ่งการอธิบายออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนการจัดเตรียมข้อมูล
2. ส่วนการหาค่าความผิดพลาด
3. ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูล

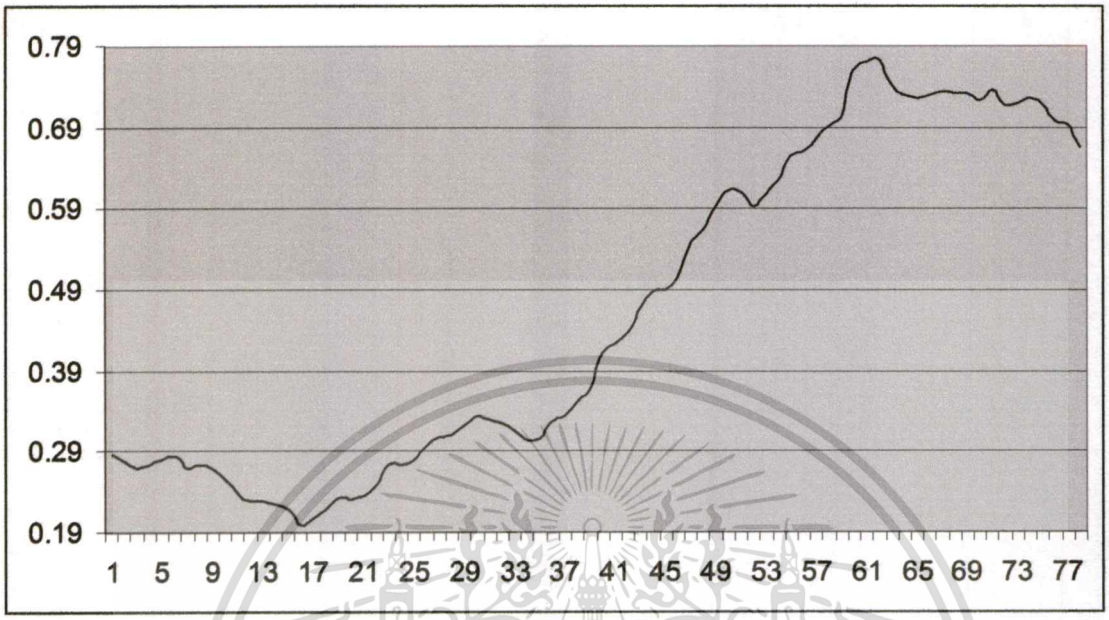
4.1 ส่วนการจัดเตรียมข้อมูล

ก่อนการทำการทดลองนี้ได้มีการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อจะนำมาใช้ในการทดลองตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม โดยข้อมูลที่ใช้เป็นอนุกรมเวลาโดยมีข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด มีรายละเอียดตามตาราง 4.1 เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจึงทำการจัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเข้าโปรแกรมได้ โดยโปรแกรมกำหนดให้ข้อมูลที่จะนำเข้าโครงข่ายต้องมีการจัดพิมพ์ข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Text File ภายในมีการจัดเรียงข้อมูล 1 ข้อมูลต่อ 1 บรรทัด แล้วจึงนำค่าของข้อมูลมาเข้าฟังก์ชันการแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่โครงข่ายกำหนดคือช่วง 0 ถึง 1 [0,1] จากนั้นจึงทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ชุดข้อมูลส่วนการฝึกสอนโครงข่ายและชุดข้อมูลส่วนการทดสอบโครงข่าย เพื่อการทดสอบที่ถูกต้องจึงให้ความสำคัญกับส่วนการฝึกสอนโดยที่แบ่งข้อมูลการฝึกสอนโครงข่ายเป็น 60% และข้อมูลการทดสอบโครงข่าย 40% โดยที่ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบมีทั้งสิ้น 4 ชุด คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ถึง ข้อมูลชุดที่ 4 สามารถดูข้อมูลทั้ง 4 ชุดได้ในส่วนภาคผนวก ก.

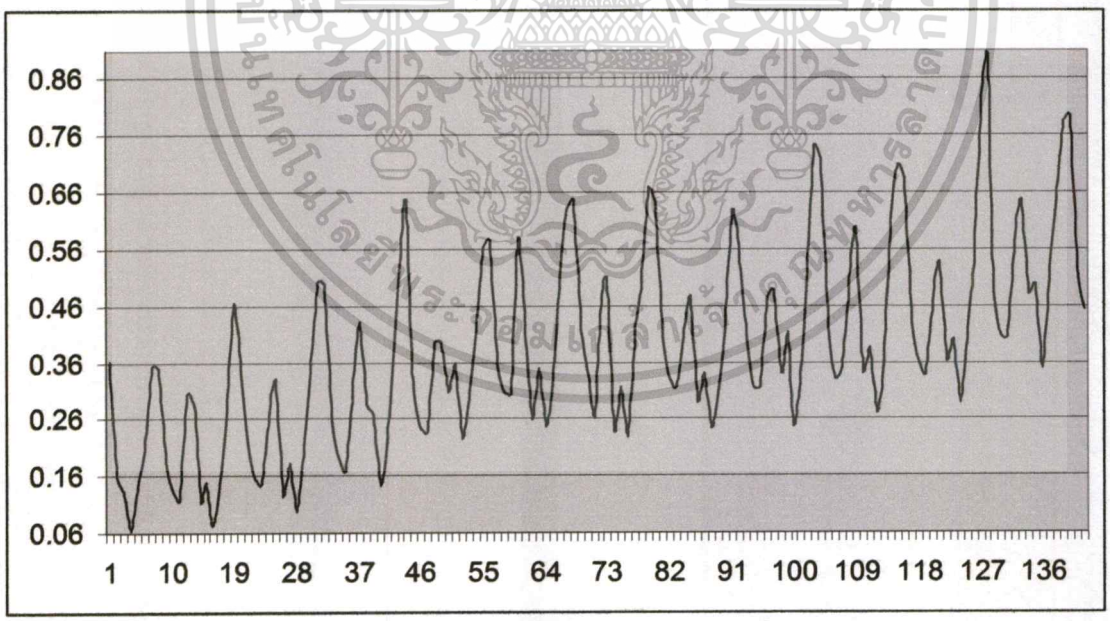
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนข้อมูลในการทดลอง

ชุดข้อมูลที่	จำนวนข้อมูล	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุดหลังการแปลง	ค่าสูงสุดหลังการแปลง
1	78	108.54	124.14	0.199273	0.772086
2	142	184.88	304.71	0.064057	0.894425
3	476	1254	15359	0.004198	0.948583
4	733	113.2	1006.19	0.005964	0.946985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

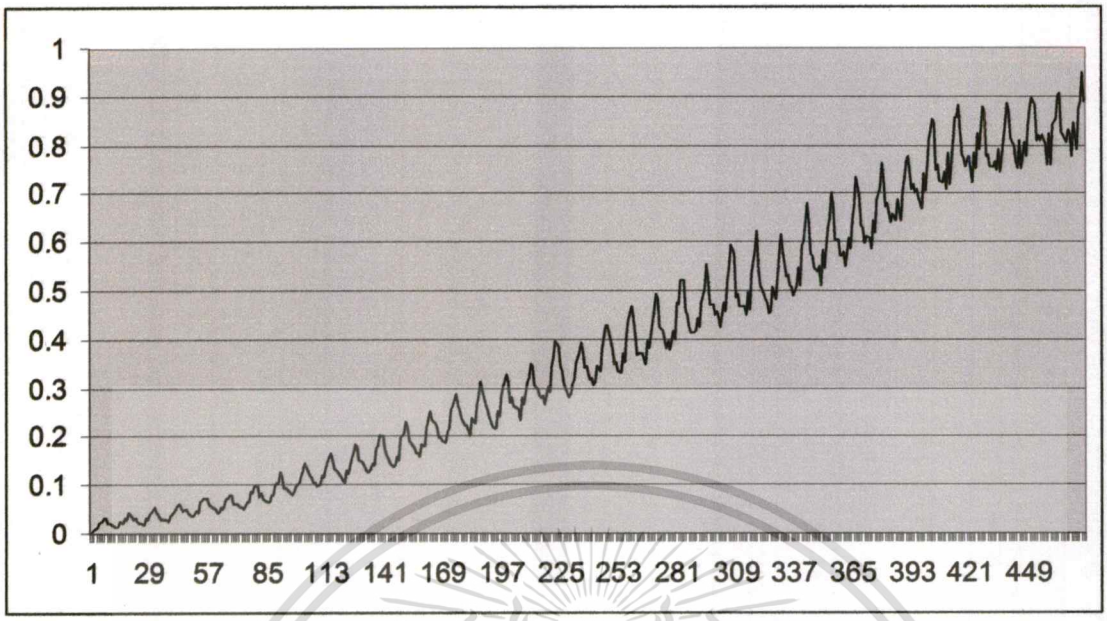


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงข้อมูลหลังการแปลงให้อยู่ในช่วงที่กำหนดของข้อมูลชุดที่ 1

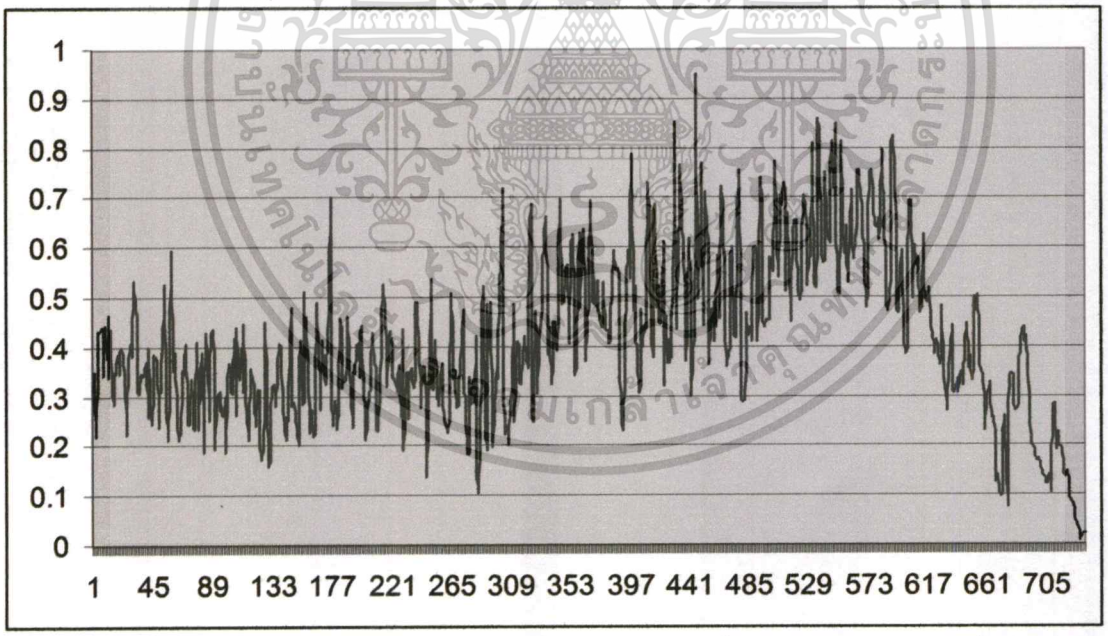


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงข้อมูลหลังการแปลงให้อยู่ในช่วงที่กำหนดของข้อมูลชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลหลังการแปลงให้อยู่ในช่วงที่กำหนดของข้อมูลชุดที่ 3



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลหลังการแปลงให้อยู่ในช่วงที่กำหนดของข้อมูลชุดที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนการหาค่าความผิดพลาด

ทำการทดสอบหาค่าความผิดพลาด ในการทดลองนี้จะใช้การหาค่าความผิดพลาดแบบ Root Mean Square Error ที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดจากการกำหนดค่า Input node และ Hidden node ในแต่ละชุดข้อมูลของการฝึกสอนทั้ง 4 ชุด โดยจะได้ค่า Input node และ Hidden node ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดดังตารางที่ 4.2 ถึงตารางที่ 4.5 ตามลำดับ โดยจะนำค่า Input node, Hidden node, ค่าน้ำหนัก และ ค่าตัวแปรที่ได้ต่างๆจากการฝึกสอนไปใช้กับการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมต่อไป แล้วจึงนำโครงข่ายที่ได้จากการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมมาทำการทดสอบด้วยชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย

4.3 ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูล

นำค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนและการตัดแต่งที่น้อยที่สุดของแต่ละชุดข้อมูลมาทำการทดสอบและเปรียบเทียบกัน

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนน้ำหนักที่ถูกตัดออกจากโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลทั้ง 4 ชุด

จำนวนน้ำหนักที่ถูกตัดออกจากโครงข่าย									
input	hidden	Magnitude Based Prune				Optimal Brain Damage			
		ข้อมูลชุดที่				ข้อมูลชุดที่			
		1	2	3	4	1	2	3	4
4	4	4	3	4	3	1	3	1	3
4	5	4	3	4	3	4	3	1	3
4	6	4	3	4	3	4	3	1	3
4	7	4	3	3	3	4	3	3	3
5	5	4	3	4	3	4	3	4	3
5	6	4	3	4	3	4	3	1	3
5	7	3	3	3	3	4	3	1	3
5	8	4	3	4	3	4	3	1	3
6	6	3	3	4	3	3	3	4	3
6	7	3	3	4	3	3	3	4	3
6	8	4	3	4	3	4	3	3	3
6	9	3	4	4	3	3	4	4	3

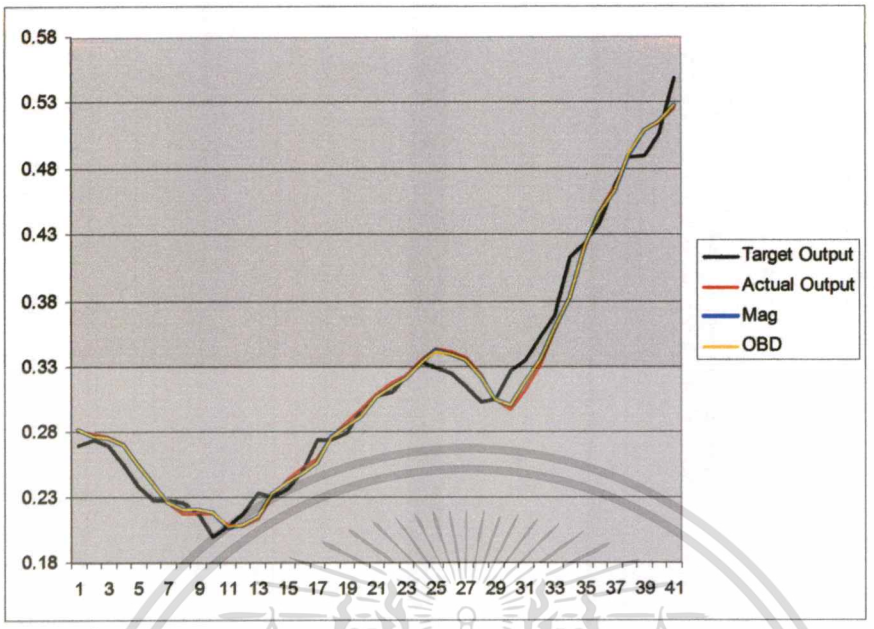
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาด โดยการกำหนดค่า Input node และ Hidden node ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลชุดที่ 1

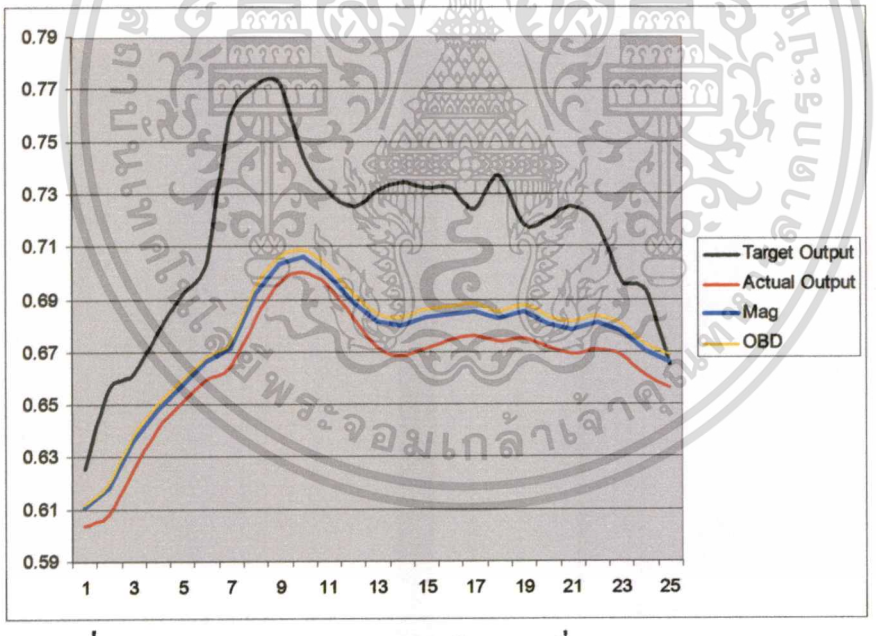
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 1

ข้อมูลชุดที่ 1							
input	hidden	RMSE					
		Train			Test		
		Train	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage	Test	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage
4	4	0.01681	0.02736	0.02720	0.03363	0.02715	0.03496
4	5	0.01721	0.02796	0.02745	0.03760	0.02662	0.02197
4	6	0.01606	0.02612	0.02607	0.04243	0.02671	0.02677
4	7	0.01590	0.02720	0.02673	0.04872	0.01953	0.03180
5	5	0.01638	0.02627	0.02603	0.02198	0.04396	0.02741
5	6	0.01728	0.02662	0.02660	0.03488	0.03098	0.03258
5	7	0.01529	0.02311	0.02312	0.02434	0.02869	0.02840
5	8	0.01548	0.02551	0.02549	0.04427	0.03662	0.03732
6	6	0.01424	0.02313	0.02312	0.05186	0.04342	0.04407
6	7	0.01377	0.02254	0.02243	0.05732	0.05375	0.05476
6	8	0.01613	0.02709	0.02705	0.04765	0.07205	0.04795
6	9	0.01376	0.02248	0.02247	0.05235	0.04442	0.04200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 1 input = 6 hidden = 9



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 1 input = 6 hidden = 9

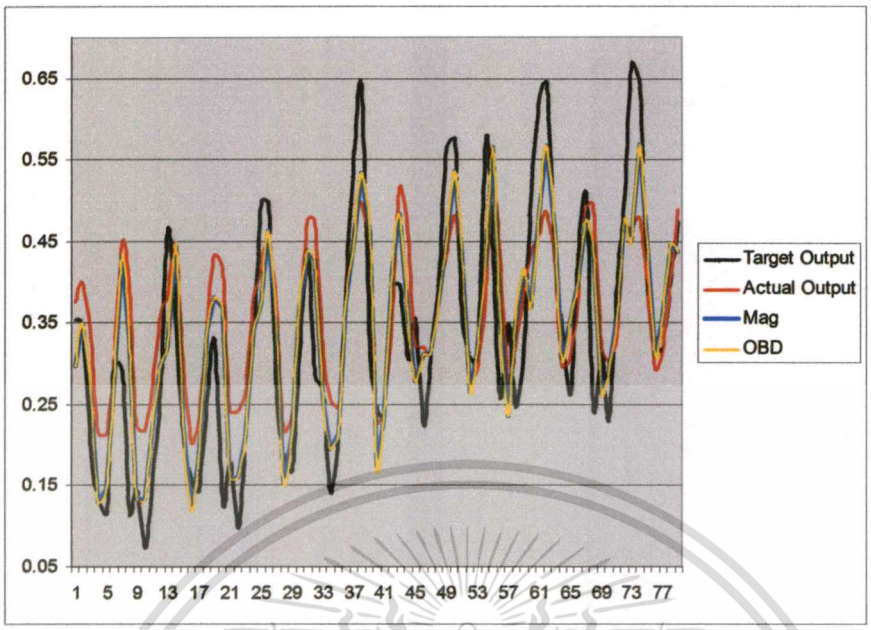
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาด โดยการกำหนดค่า Input node และ Hidden node ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลชุดที่ 2

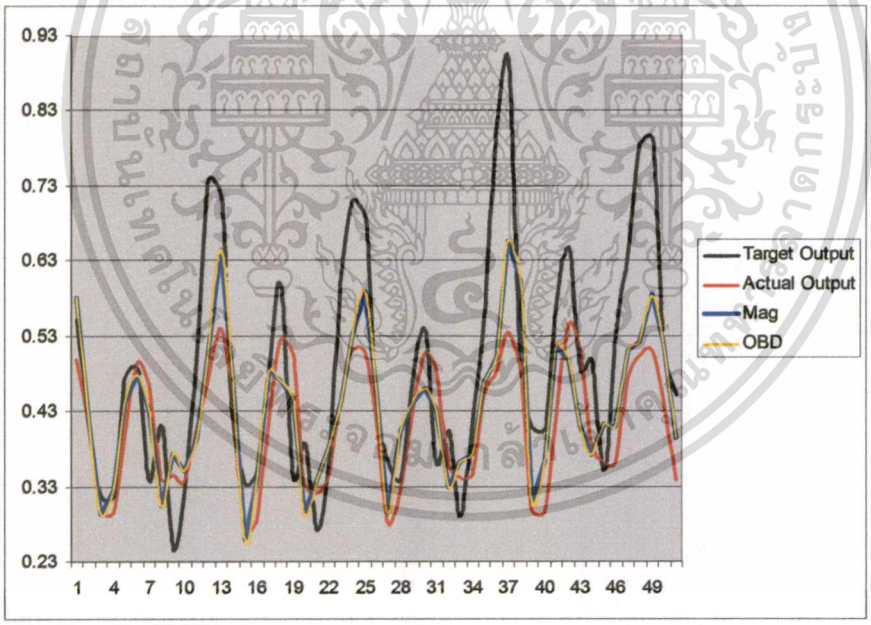
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 2

ข้อมูลชุดที่ 2							
input	hidden	RMSE					
		Train			Test		
		Train	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage	Test	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage
4	4	0.10170	0.17198	0.17217	0.12460	0.12083	0.12116
4	5	0.10093	0.17251	0.17259	0.12400	0.12215	0.12220
4	6	0.10331	0.17367	0.17368	0.12674	0.12156	0.12165
4	7	0.10293	0.17348	0.17348	0.12438	0.12091	0.12090
5	5	0.09549	0.16204	0.16220	0.11306	0.11578	0.11639
5	6	0.09614	0.16299	0.16299	0.11165	0.11501	0.11501
5	7	0.09472	0.16140	0.16140	0.11248	0.11841	0.11835
5	8	0.09613	0.16379	0.16379	0.11078	0.11213	0.11213
6	6	0.09654	0.15696	0.15704	0.11583	0.11104	0.11078
6	7	0.09526	0.15459	0.15512	0.11472	0.11204	0.11279
6	8	0.09675	0.16087	0.16073	0.11375	0.11113	0.11103
6	9	0.10525	0.17867	0.17863	0.13214	0.11277	0.11275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 2 input = 6 hidden = 9



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 2 input = 6 hidden = 9

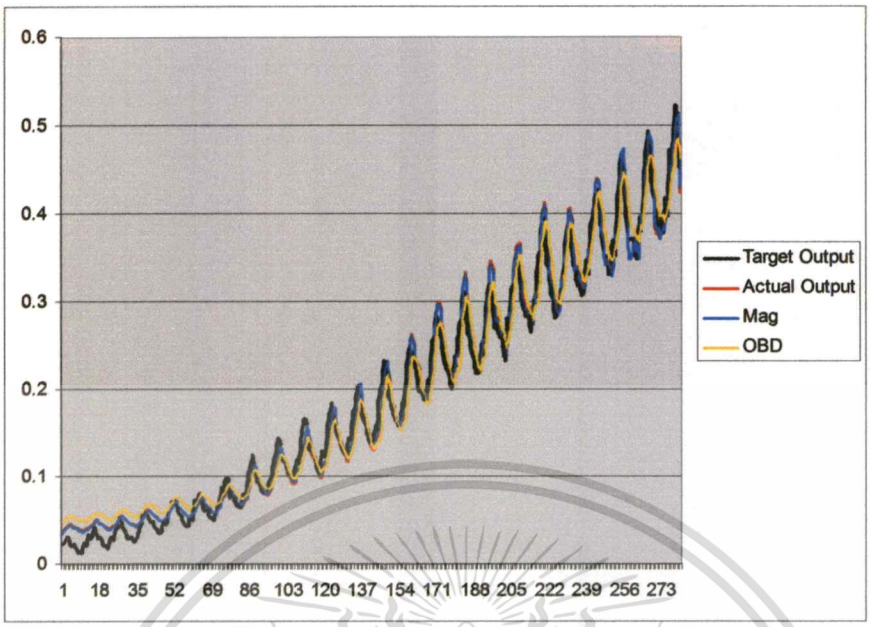
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาด โดยการกำหนดค่า Input node และ Hidden node ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลชุดที่ 3

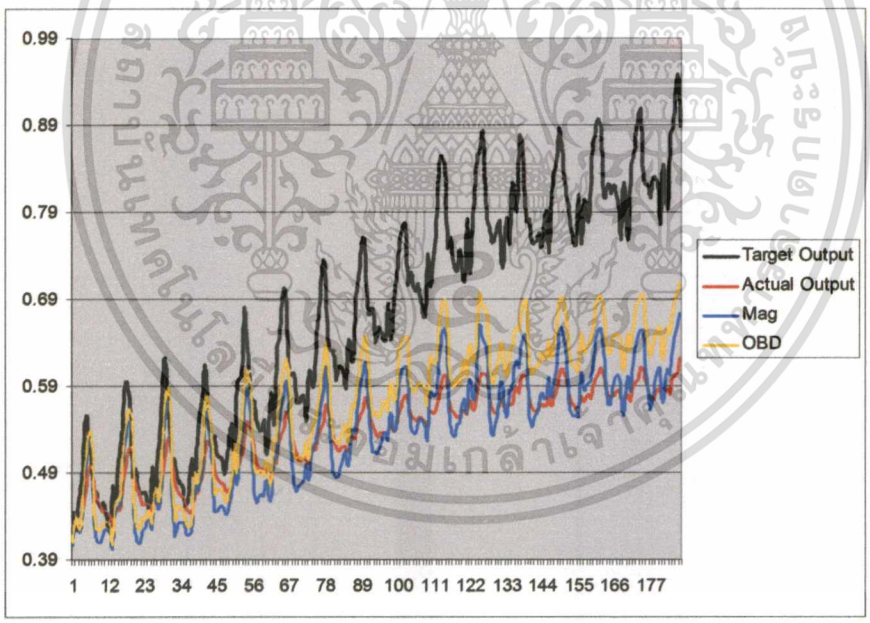
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 3

ข้อมูลชุดที่ 3							
input	hidden	RMSE					
		Train			Test		
		Train	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage	Test	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage
4	4	0.02576	0.04226	0.03963	0.19558	0.21886	0.24522
4	5	0.02642	0.04201	0.04126	0.16475	0.15525	0.12137
4	6	0.02389	0.04013	0.04014	0.09614	0.12328	0.09625
4	7	0.02733	0.04188	0.04232	0.21500	0.23244	0.21996
5	5	0.02588	0.04155	0.03942	0.16490	0.15640	0.18389
5	6	0.02677	0.04418	0.04142	0.19815	0.20886	0.17043
5	7	0.02522	0.04188	0.03951	0.09501	0.23244	0.15789
5	8	0.02641	0.04369	0.04102	0.19011	0.20883	0.13022
6	6	0.02299	0.03908	0.03917	0.08647	0.10916	0.10109
6	7	0.02356	0.03886	0.03884	0.09462	0.10614	0.12044
6	8	0.02588	0.03997	0.03975	0.14973	0.15691	0.13569
6	9	0.02566	0.04213	0.04213	0.21335	0.22421	0.22431

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 3 input = 4 hidden = 5



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 3 input = 4 hidden = 5

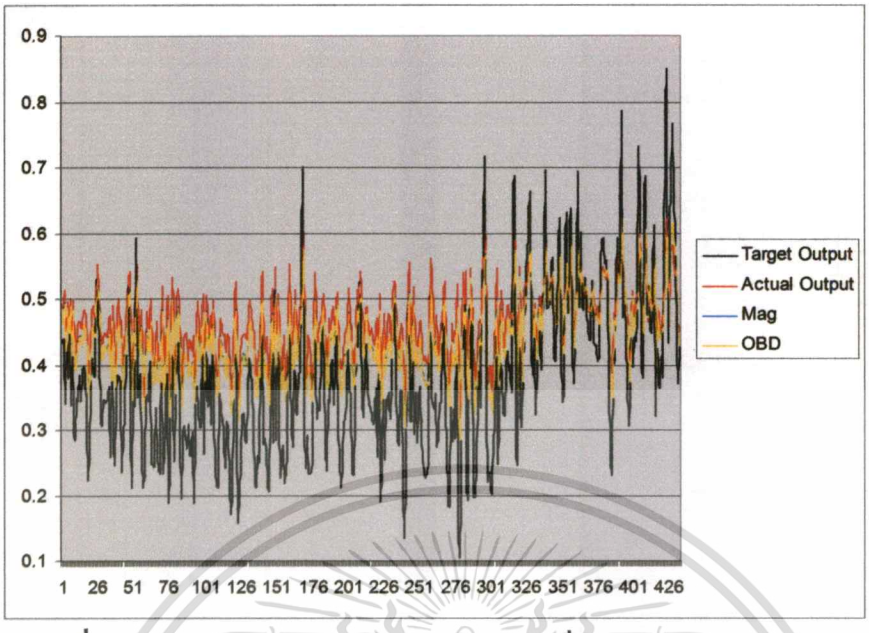
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาด โดยการกำหนดค่า Input node และ Hidden node ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลชุดที่ 4

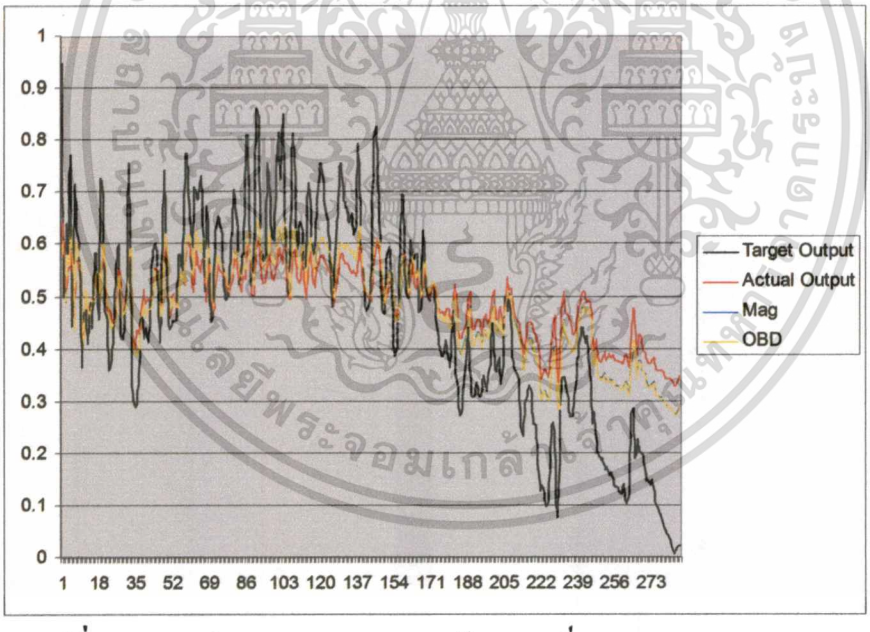
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลชุดที่ 4

ข้อมูลชุดที่ 4							
input	hidden	RMSE					
		Train			Test		
		Train	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage	Test	Magnitude Based Prune	Optimal Brain Damage
4	4	0.09896	0.16988	0.16922	0.10883	0.10802	0.10808
4	5	0.10138	0.17444	0.17444	0.11096	0.10884	0.10884
4	6	0.10760	0.18371	0.18489	0.12098	0.11900	0.12088
4	7	0.11114	0.18498	0.18481	0.12186	0.11690	0.11640
5	5	0.10283	0.18241	0.17634	0.11329	0.13306	0.11294
5	6	0.10663	0.18314	0.18261	0.11834	0.11796	0.11689
5	7	0.11091	0.18937	0.18921	0.12153	0.11916	0.11884
5	8	0.11525	0.19204	0.19729	0.12505	0.11722	0.12230
6	6	0.11219	0.19199	0.19168	0.12819	0.12676	0.12625
6	7	0.11741	0.20127	0.20212	0.13218	0.12979	0.13028
6	8	0.13369	0.20265	0.20246	0.14937	0.12684	0.12650
6	9	0.12834	0.21773	0.21769	0.14468	0.14153	0.14140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลการฝึกสอนข้อมูลชุดที่ 4 input = 6 hidden = 8



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงผลการทดสอบข้อมูลชุดที่ 4 input = 6 hidden = 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้เทคนิค Magnitude Based และ Optimal Brain Damage เพื่อทำการทดสอบหาเทคนิคการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด โดยใช้สภาพแวดล้อมในการทดสอบที่เหมือนกัน คือ ใช้ชุดข้อมูลและค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้กำหนดโครงสร้างให้โครงข่ายประสาทเทียมเดียวกัน เพื่อทำการเปรียบเทียบหาเทคนิคที่เหมาะสมในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

โครงการนี้ได้มีผลสรุปการดำเนินงานและสรุปผลการทดลองรวมถึงข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากชุดข้อมูลทั้งหมดซึ่งมีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาสำหรับการทดสอบ Neural Network แบ่งเป็น 4 ชุด ชุดละ 12 โครงสร้าง ทำให้ได้ผลการทดลองทั้งหมด 48 การทดลอง สามารถสรุปผลได้ 5 ข้อดังนี้

1. โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการตัดแต่งให้ค่าความถูกต้องมากกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่ไม่ผ่านการตัดแต่ง

   วิธี Magnitude Based คิดเป็น 62.50% ของจำนวนการทดลองทั้งหมด

   วิธี Optimal Brain Damage คิดเป็น 66.67% ของจำนวนการทดลองทั้งหมด

2. โครงข่ายที่ไม่ผ่านการตัดแต่งให้ค่าความถูกต้องมากกว่าโครงข่ายที่ผ่านการตัดแต่ง คิดเป็น 12.50% ของจำนวนการทดลองทั้งหมด

3. จำนวนค่าน้ำหนักที่ถูกตัดออกจากโครงข่าย

   วิธี Magnitude Based คิดเป็น 8.56% จากจำนวนค่าน้ำหนักทั้งหมด

   วิธี Optimal Brain Damage คิดเป็น 7.51% จากจำนวนค่าน้ำหนักทั้งหมด

4. ค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นจากโครงข่ายที่ผ่านการตัดแต่ง

   วิธี Magnitude Based คิดเป็น 1.37% เมื่อเทียบกับค่าความถูกต้องของโครงข่ายที่ไม่ผ่านการตัดแต่ง

   วิธี Optimal Brain Damage คิดเป็น 5.08% เมื่อเทียบกับค่าความถูกต้องของโครงข่ายที่ไม่ผ่านการตัดแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธี Optimal Brain Damage ให้ค่าความถูกต้องมากกว่า วิธี Magnitude Based คิดเป็น 3.7% เมื่อเทียบกับค่าความถูกต้องของโครงข่ายที่ไม่ผ่านการตัดแต่ง

5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

การกำหนดเงื่อนไขในการหยุดการตัดแต่งโครงข่ายที่ไม่เหมาะสม ทำให้โครงข่ายที่ผ่านการตัดแต่งแล้วให้ค่าความผิดพลาดมากกว่าโครงข่ายที่ไม่ผ่านการตัดแต่ง ดังนั้นจึงควรทดลองหยุดตัดด้วยเงื่อนไขที่ต่างกันออกไป แล้วเลือกเงื่อนไขการหยุดตัดที่ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดมาใช้ในโครงข่ายต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อปรับปรุงโปรแกรมประยุกต์นี้ให้มีประสิทธิภาพการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมเพิ่มขึ้น อาจจะเพิ่มฟังก์ชันการหาเงื่อนไขการหยุดตัดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละชุดข้อมูลที่นำมาใช้ เช่น ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลฝึกสอน (Training Data) ข้อมูลตรวจสอบเงื่อนไข (Validate Data) ข้อมูลทดสอบ (Testing Data) นำข้อมูลฝึกสอนไปฝึกสอนโครงข่าย และเก็บค่าความผิดพลาด ($RMSE_{train}$) นำชุดค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนโครงข่าย ($Weight_{train}$) ไปทำการตัดแต่งโครงข่าย ทำได้ให้ชุดค่าน้ำหนักที่ผ่านการตัดแต่ง ($Weight_{prune}$) นำข้อมูลตรวจสอบเงื่อนไขไปทำการทดสอบโครงข่าย และเก็บค่าความผิดพลาด ($RMSE_{validate}$) ทำการเปรียบเทียบผล ถ้า $RMSE_{validate}$ มากกว่า $RMSE_{train}$ ให้หยุดตัดแต่งโครงข่าย

โปรแกรมประยุกต์นี้อาจนำไปใช้ในการพัฒนาต่อเพื่อใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมโมเดลอื่นๆ ได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลในการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูล 78 ข้อมูล

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
1	110.94	27	111.48	53	119.66
2	110.69	28	111.58	54	120.14
3	110.43	29	111.9	55	120.97
4	110.56	30	112.19	56	121.13
5	110.75	31	112.06	57	121.55
6	110.84	32	111.96	58	121.96
7	110.46	33	111.68	59	122.26
8	110.56	34	111.36	60	123.79
9	110.46	35	111.42	61	124.11
10	110.05	36	112	62	124.14
11	109.6	37	112.22	63	123.37
12	109.31	38	112.7	64	123.02
13	109.31	39	113.15	65	122.86
14	109.25	40	114.36	66	123.02
15	109.02	41	114.65	67	123.11
16	108.54	42	115.06	68	123.05
17	108.77	43	115.86	69	123.05
18	109.02	44	116.4	70	122.83
19	109.44	45	116.44	71	123.18
20	109.38	46	116.88	72	122.67
21	109.53	47	118.07	73	122.73
22	109.89	48	118.51	74	122.86
23	110.56	49	119.28	75	122.67
24	110.56	50	119.79	76	122.09
25	110.72	51	119.7	77	122
26	111.23	52	119.28	78	121.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลชุดที่ 2 ประกอบด้วยข้อมูล 142 ข้อมูล

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
1	227.86	30	225.59	59	219.3	88	210.84	117	237.66
2	198.24	31	247.91	60	259.04	89	220.35	118	227.97
3	194.97	32	247.64	61	237.29	90	236.84	119	224.75
4	184.88	33	213.01	62	212.88	91	266.15	120	242.91
5	196.79	34	203.01	63	226.03	92	255.2	121	253.08
6	205.36	35	200.26	64	211.07	93	234.76	122	228.13
7	226.72	36	220.5	65	222.91	94	221.29	123	233.68
8	226.05	37	237.9	66	249.18	95	221.26	124	217.38
9	202.5	38	216.94	67	266.38	96	244.13	125	236.38
10	194.79	39	214.01	68	268.53	97	245.78	126	256.08
11	192.43	40	196	69	238.02	98	224.62	127	292.83
12	219.25	41	208.37	70	224.69	99	234.8	128	304.71
13	217.47	42	232.75	71	213.75	100	211.37	129	245.57
14	192.34	43	257.46	72	237.43	101	222.39	130	234.41
15	196.83	44	267.69	73	248.46	102	249.63	131	234.12
16	186.07	45	220.18	74	210.82	103	282.29	132	258.17
17	197.31	46	210.61	75	221.4	104	279.13	133	268.66
18	215.02	47	209.59	76	209	105	236.6	134	245.31
19	242.67	48	232.75	77	234.37	106	223.62	135	247.47
20	225.17	49	232.75	78	248.43	107	225.86	136	226.25
21	206.69	50	219.82	79	271.98	108	246.41	137	251.67
22	197.75	51	226.74	80	268.11	109	261.7	138	268.79
23	196.43	52	208.04	81	233.88	110	225.01	139	288.94
24	213.55	53	220.12	82	223.43	111	231.54	140	290.16
25	222.75	54	235.69	83	221.38	112	214.82	141	250.69
26	194.03	55	257.05	84	233.76	113	227.7	142	240.8
27	201.85	56	258.69	85	243.97	114	263.86		
28	189.5	57	227.15	86	217.76	115	278.15		
29	206.07	58	219.91	87	224.66	116	274.64		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลชุดที่ 3 ประกอบด้วยข้อมูล 476 ข้อมูล

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
1	1254	29	1777	57	2096	85	2184	113	3200
2	1290	30	1824	58	2055	86	2144	114	3408
3	1379	31	1994	59	2004	87	2379	115	3679
4	1346	32	1835	60	1924	88	2383	116	3473
5	1535	33	1787	61	1851	89	2717	117	3154
6	1555	34	1699	62	1839	90	2774	118	3107
7	1655	35	1633	63	2019	91	3051	119	3052
8	1651	36	1645	64	1937	92	2891	120	2918
9	1500	37	1597	65	2270	93	2613	121	2786
10	1538	38	1577	66	2251	94	2600	122	2739
11	1486	39	1709	67	2382	95	2493	123	3125
12	1394	40	1756	68	2364	96	2410	124	3033
13	1409	41	1936	69	2129	97	2390	125	3486
14	1387	42	2052	70	2110	98	2463	126	3661
15	1543	43	2105	71	2072	99	2616	127	3927
16	1502	44	2016	72	1980	100	2734	128	3851
17	1693	45	1914	73	1995	101	2970	129	3456
18	1616	46	1925	74	1932	102	3125	130	3390
19	1841	47	1824	75	2171	103	3342	131	3280
20	1787	48	1765	76	2162	104	3207	132	3166
21	1631	49	1721	77	2489	105	2964	133	3080
22	1649	50	1752	78	2424	106	2919	134	3069
23	1586	51	1914	79	2641	107	2764	135	3340
24	1500	52	1857	80	2630	108	2732	136	3310
25	1497	53	2159	81	2324	109	2622	137	3798
26	1463	54	2195	82	2412	110	2698	138	3883
27	1648	55	2287	83	2284	111	2950	139	4191
28	1595	56	2276	84	2186	112	2895	140	4213

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
141	3766	169	4014	197	5425	225	6353	253	6176
142	3628	170	3994	198	5706	226	6205	254	6138
143	3520	171	4320	199	6061	227	5830	255	6717
144	3322	172	4400	200	5846	228	5646	256	6470
145	3250	173	5002	201	5242	229	5379	257	7312
146	3287	174	5091	202	5408	230	5489	258	7763
147	3552	175	5471	203	5114	231	5824	259	8171
148	3440	176	5193	204	5042	232	5907	260	7788
149	4153	177	4997	205	5008	233	6482	261	7311
150	4265	178	4737	206	4657	234	6795	262	6679
151	4655	179	4546	207	5359	235	7028	263	6704
152	4492	180	4498	208	5193	236	6776	264	6724
153	4051	181	4350	209	5891	237	6274	265	6552
154	3967	182	4206	210	5980	238	6362	266	6427
155	3807	183	4743	211	6390	239	5940	267	7105
156	3639	184	4582	212	6366	240	5958	268	6869
157	3647	185	5191	213	5756	241	5769	269	7683
158	3560	186	5457	214	5640	242	5887	270	8082
159	3929	187	5891	215	5429	243	6367	271	8555
160	3858	188	5618	216	5398	244	6165	272	8386
161	4485	189	5158	217	5413	245	6868	273	7553
162	4697	190	5030	218	5141	246	7201	274	7398
163	4977	191	4800	219	5695	247	7601	275	7112
164	4675	192	4654	220	5554	248	7581	276	6886
165	4596	193	4453	221	6369	249	7090	277	7077
166	4491	194	4440	222	6592	250	6841	278	6820
167	4127	195	4945	223	7107	251	6408	279	7426
168	4144	196	4788	224	6917	252	6435	280	7143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
281	8261	309	8471	337	8492	365	10801	393	11764
282	8240	310	8572	338	8795	366	11246	394	11956
283	8977	311	8150	339	9354	367	12167	395	11646
284	8991	312	8168	340	8796	368	11578	396	11750
285	8026	313	8166	341	10072	369	10645	397	11485
286	7911	314	7903	342	10174	370	10613	398	11198
287	7510	315	8606	343	11326	371	10104	399	12265
288	7381	316	8071	344	10744	372	10348	400	11704
289	7366	317	9178	345	9806	373	10263	401	12419
290	7414	318	9873	346	9740	374	9973	402	13259
291	7824	319	10476	347	9373	375	10803	403	13945
292	7524	320	9296	348	9244	376	10409	404	13839
293	8279	321	8818	349	9407	377	11458	405	12387
294	8707	322	8697	350	8827	378	11845	406	12546
295	9486	323	8381	351	9880	379	12559	407	12038
296	8973	324	8293	352	9364	380	12070	408	11977
297	8231	325	7942	353	10580	381	11221	409	12336
298	8206	326	8001	354	10899	382	11338	410	11793
299	7927	327	8744	355	11687	383	10761	411	12877
300	7999	328	8397	356	11280	384	11012	412	11923
301	7834	329	9115	357	10208	385	10923	413	13306
302	7521	330	9773	358	10212	386	10790	414	13988
303	8284	331	10358	359	9725	387	11427	415	14002
304	7999	332	9849	360	9721	388	10788	416	14336
305	8940	333	9083	361	9846	389	11772	417	12867
306	9381	334	9143	362	9407	390	12104	418	12721
307	10078	335	8800	363	10265	391	12634	419	12449
308	9796	336	8741	364	9970	392	12772	420	12686

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
421	12810	449	13746
422	12015	450	14259
423	12888	451	14590
424	12431	452	14354
425	13499	453	13254
426	13014	454	13464
427	14296	455	13302
428	14125	456	13456
429	12817	457	13171
430	12862	458	12517
431	12449	459	13489
432	12489	460	12509
433	12621	461	13785
434	12380	462	13921
435	13023	463	14603
436	12302	464	14749
437	13339	465	13540
438	13825	466	13457
439	14428	467	13243
440	14151	468	13590
441	13355	469	13487
442	13094	470	12776
443	12656	471	13812
444	12435	472	13032
445	13287	473	14268
446	12434	474	14473
447	13209	475	15359
448	12817	476	14457

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลชุดที่ 4 ประกอบด้วยข้อมูล 733 ข้อมูล

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
1	385.34	30	469.13	59	669.12	88	499.4	117	443.44
2	438.82	31	608.37	60	441.38	89	516.88	118	424.78
3	317.22	32	562.38	61	440.42	90	421.33	119	409.02
4	505.15	33	525.81	62	471.11	91	291.39	120	396.94
5	513.57	34	415.59	63	372.26	92	374.25	121	337.55
6	515.48	35	398.06	64	308.55	93	398.23	122	403.86
7	519.31	36	436.89	65	330.52	94	365.47	123	393.54
8	524.42	37	434.64	66	439.67	95	399.48	124	330.8
9	430.38	38	432.37	67	442.34	96	356.31	125	269.71
10	527.86	39	436.46	68	434.54	97	355.06	126	297.89
11	467.25	40	454.18	69	490.87	98	389.09	127	416.37
12	547.68	41	353.71	70	343.64	99	285.71	128	532.98
13	428.1	42	486.32	71	343.52	100	392	129	427.62
14	519.38	43	397.47	72	338.43	101	456.03	130	260.76
15	404.74	44	340.25	73	424.45	102	421.94	131	299.12
16	377.95	45	427.57	74	358.84	103	403.81	132	339.37
17	439.9	46	472.29	75	341.53	104	396.69	133	409.16
18	434.65	47	466.95	76	330.08	105	502.69	134	416.12
19	472.25	48	463.79	77	497.54	106	358.37	135	388.47
20	434.87	49	332.87	78	333.63	107	521.93	136	374.89
21	468.36	50	396.88	79	362.37	108	463.62	137	430.87
22	486	51	400.09	80	398.84	109	426.42	138	494
23	476.66	52	513.36	81	471.53	110	485.72	139	477.09
24	422.87	53	559.07	82	289.33	111	401.01	140	458.11
25	321.15	54	602.5	83	351.94	112	531.99	141	404.04
26	360.79	55	436.19	84	510.98	113	430.61	142	327.33
27	435.66	56	309.19	85	461.96	114	343.58	143	308.86
28	493.59	57	443.44	86	347.99	115	315.35	144	354.6
29	472.93	58	429.61	87	436.01	116	307.93	145	345.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
146	490.86	175	589.4	204	400.06	233	350.12	262	321.85
147	558.26	176	769.36	205	407.61	234	437.82	263	329.94
148	372.58	177	437.62	206	427.46	235	428.98	264	342.15
149	380.16	178	337.55	207	512.95	236	446.66	265	584.59
150	367.25	179	383.22	208	457.17	237	409.37	266	451.13
151	321.93	180	328.85	209	438.17	238	463.74	267	423.44
152	303.8	181	330.94	210	339.29	239	560.29	268	442.77
153	411.05	182	370.53	211	326.9	240	572.95	269	370.56
154	501.1	183	536.53	212	405.07	241	477.94	270	383.49
155	376.05	184	484.39	213	518.25	242	394.91	271	428.35
156	593.39	185	410.36	214	512.58	243	370.99	272	432.89
157	378.92	186	429.9	215	606.84	244	446.05	273	508.39
158	544.44	187	420.29	216	551.57	245	448.95	274	554.24
159	436.73	188	487.75	217	460.45	246	341.22	275	415.83
160	325.05	189	542.87	218	410.94	247	235.96	276	383.48
161	350.66	190	478.49	219	478.4	248	334.07	277	287.35
162	366.97	191	393.81	220	516.75	249	457.87	278	280.27
163	316.25	192	332.17	221	460.18	250	614.63	279	424.89
164	332.28	193	437.82	222	434.73	251	414.79	280	376.05
165	354.6	194	433.74	223	425.87	252	403.8	281	421.94
166	567.46	195	473.94	224	416.21	253	501.73	282	382.62
167	464.75	196	492.12	225	400.46	254	386.21	283	508.37
168	418.27	197	429.77	226	408.78	255	448.13	284	290.79
169	370.65	198	486.14	227	450.6	256	374.19	285	206.38
170	500.3	199	523.94	228	352.62	257	423.79	286	308.37
171	435.1	200	400.85	229	519.44	258	454.79	287	505.04
172	414.71	201	365.03	230	294.28	259	390.3	288	511.66
173	470.8	202	309.43	231	344.59	260	358.65	289	596.84
174	475.48	203	340.65	232	438.06	261	335.02	290	330.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
291	293.53	320	478.2	349	574.29	378	607.71	407	484.92
292	560.72	321	486.57	350	617.31	379	526.63	408	527.55
293	482.61	322	450.41	351	638.5	380	515.49	409	520.59
294	563.69	323	713.47	352	507.23	381	514.28	410	550.67
295	295.73	324	754.51	353	493.42	382	493.1	411	797.42
296	295.19	325	375.6	354	642.42	383	495.36	412	697.64
297	338.19	326	343.75	355	697.01	384	629.82	413	504.57
298	407.33	327	551.51	356	535.03	385	657.57	414	470.89
299	477.14	328	447.13	357	432.21	386	669.76	415	711.13
300	428.89	329	396.4	358	446.66	387	632.46	416	757.07
301	614.89	330	474.09	359	631.22	388	636.75	417	563.3
302	628.98	331	525.82	360	703.81	389	610.52	418	600.92
303	786.59	332	591.87	361	561.97	390	474.27	419	546.61
304	472.22	333	654.39	362	652.98	391	376.1	420	532.03
305	319.54	334	668.46	363	709.05	392	330.56	421	571.56
306	331.44	335	732.83	364	539	393	480.97	422	683.56
307	317.86	336	531.97	365	458.89	394	491.44	423	415.58
308	300.61	337	471.77	366	523.21	395	582.88	424	542.94
309	373.81	338	525.22	367	573.84	396	670.05	425	458.98
310	401	339	415.67	368	766.18	397	616.88	426	454.34
311	569.96	340	483.73	369	571.81	398	645.68	427	498.52
312	349.32	341	533.49	370	677.8	399	854.13	428	470.67
313	417.3	342	534.96	371	580.64	400	559.46	429	633.98
314	495.64	343	479.64	372	565.14	401	603.91	430	791.3
315	465.46	344	573.62	373	611.92	402	511.72	431	905.45
316	431.26	345	599.54	374	569.39	403	480.74	432	523.65
317	415.03	346	768.71	375	547.63	404	397.82	433	707.17
318	466.93	347	566.73	376	525.8	405	441.76	434	720.68
319	506.33	348	570.12	377	523.33	406	558.62	435	835.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
436	741.77	465	791.38	494	808.68	523	575.72	552	588.11
437	671.46	466	750.78	495	701.64	524	620.94	553	781.7
438	540.95	467	561.69	496	551.62	525	655.86	554	878.29
439	459.91	468	540.96	497	522.52	526	772.21	555	761.48
440	512.47	469	451.16	498	537.05	527	756.25	556	664.59
441	693.51	470	476.54	499	537.05	528	687.71	557	717.18
442	526.15	471	495.21	500	539.26	529	603.68	558	691.07
443	389.69	472	617.02	501	656.62	530	653.91	559	610.89
444	462.1	473	673.62	502	651.66	531	658.03	560	713.66
445	516.48	474	510.93	503	632.86	532	875.81	561	787.88
446	798.05	475	503.34	504	835.9	533	874	562	719.53
447	1006.19	476	525.76	505	841.35	534	622.04	563	652.11
448	588.32	477	642.56	506	741.25	535	599.86	564	695.46
449	713.47	478	820.75	507	618.01	536	738.64	565	739.78
450	641.86	479	475.15	508	777.69	537	919.68	566	819.39
451	838.13	480	392.97	509	764.89	538	897.71	567	824.47
452	528.2	481	381.11	510	756.84	539	687.41	568	774.19
453	776.93	482	385.35	511	801.02	540	645.95	569	739.28
454	707.6	483	497.83	512	755.34	541	662.24	570	710.02
455	663.77	484	549.93	513	590.96	542	822.04	571	671.53
456	455.82	485	506.81	514	744.05	543	736.15	572	562.67
457	546.17	486	525.68	515	633.14	544	693.71	573	625.09
458	557.09	487	497.76	516	534.92	545	682.87	574	702.37
459	495.37	488	541.69	517	572.22	546	786.37	575	806.92
460	570.79	489	663.2	518	685.11	547	880.52	576	822.81
461	525.78	490	678.64	519	727.19	548	791.95	577	758.54
462	658.06	491	651.17	520	720.3	549	914.2	578	753.24
463	659.04	492	497.86	521	684.2	550	773.57	579	725.16
464	543.52	493	583.47	522	614.93	551	609.17	580	715.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล	ลำดับ	ข้อมูล
581	732.43	610	652.78	639	425.48	668	226.73	697	286.1
582	692.81	611	658.08	640	399.38	669	238.97	698	266.88
583	716.5	612	552.37	641	416.23	670	221.57	699	271.51
584	860.77	613	569.73	642	437.43	671	199.37	700	256.11
585	714.09	614	700.34	643	410.49	672	210.14	701	259.78
586	645.9	615	605.86	644	438.55	673	283.55	702	243.45
587	581.26	616	589.14	645	468.95	674	352.49	703	236.43
588	555.99	617	573.16	646	531.23	675	251.66	704	232.8
589	576.22	618	597.47	647	449.37	676	180.66	705	226.41
590	669.32	619	600	648	444.73	677	323.39	706	222.4
591	854.82	620	553.42	649	470.4	678	429.25	707	241.52
592	889.11	621	499.14	650	422.93	679	435.36	708	205.09
593	823.62	622	489.79	651	475.12	680	424.63	709	227.62
594	653.6	623	472.83	652	578.56	681	389.79	710	360.59
595	565.62	624	501.34	653	555.82	682	362.98	711	378.85
596	549.91	625	491.06	654	583.9	683	365.56	712	289.3
597	639.7	626	453.77	655	494.33	684	388.13	713	321.45
598	670.66	627	484.71	656	455.6	685	447.39	714	298.97
599	665.73	628	566.38	657	441.78	686	481.22	715	296.12
600	528.24	629	457.66	658	430.74	687	519.89	716	291.2
601	474.14	630	403.04	659	354.89	688	525.06	717	246.31
602	502.55	631	365	660	326.81	689	497.16	718	247.13
603	594.4	632	379.49	661	382.2	690	508.05	719	237.6
604	767.06	633	426.48	662	402.06	691	451.48	720	249.05
605	765.84	634	479.02	663	419.86	692	352.42	721	218.01
606	589.06	635	523.12	664	399.31	693	371.14	722	201.32
607	578.99	636	406.11	665	350.37	694	302.85	723	192.78
608	680.74	637	399.38	666	348.73	695	296.23	724	184.83
609	644.8	638	403.81	667	294.49	696	284.45	725	166.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล
726	154.3
727	147.24
728	139.44
729	124.68
730	113.2
731	119.97
732	128.81
733	128.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

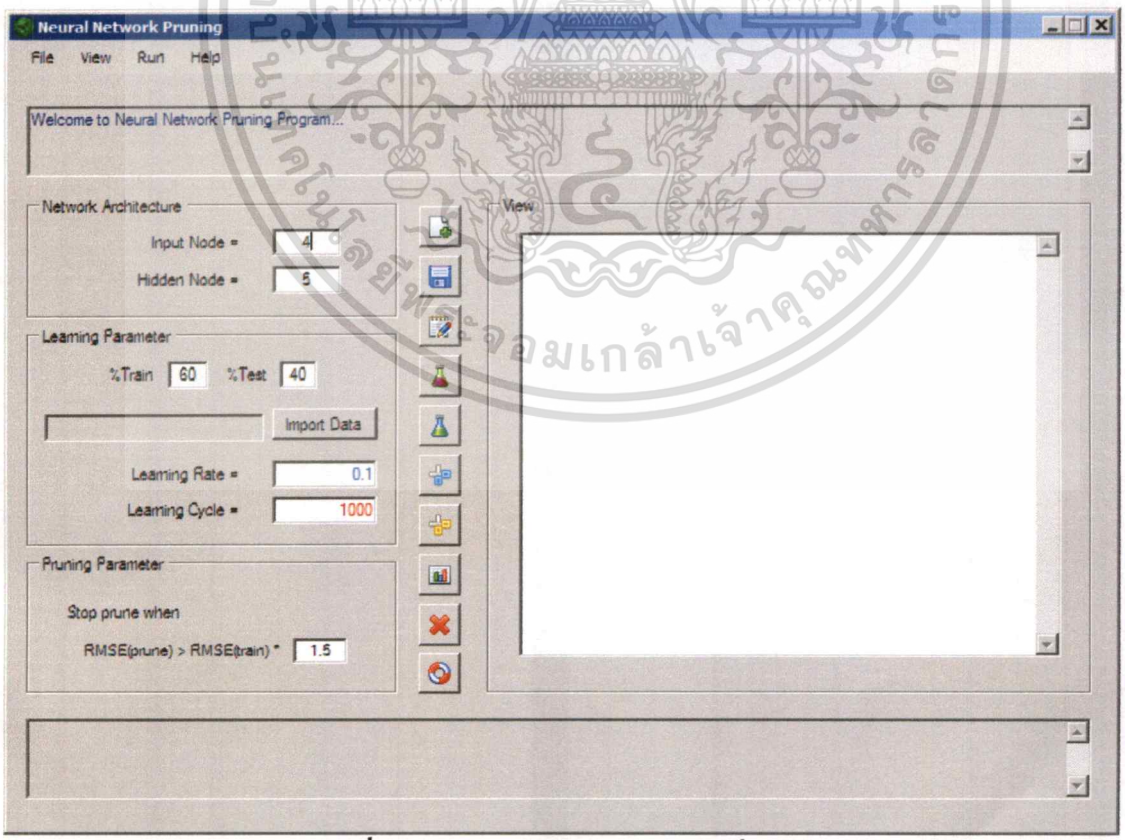
คู่มือผู้ใช้ระบบ

1. การทำงานของโปรแกรมประยุกต์

การทำงานของโปรแกรมประยุกต์แบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

- ส่วนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม
- ส่วนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม
- ส่วนการทดสอบหาผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียม
- ส่วนการแสดงผล

เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมประยุกต์จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ข-1 โดยแบ่งเมนูการทำงานออกเป็นส่วนๆ คือ ส่วนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ส่วนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Magnitude Based ส่วนการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Optimal Brain Damage และ ส่วนการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ ข.1 หน้าจอโปรแกรมประยุกต์เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การรับข้อมูล (Data input)

ในส่วนของการรับข้อมูลนี้จะมีการทำงานเป็นส่วนดังนี้ ส่วนการทำงานของปุ่มกด ส่วนของการป้อนข้อมูลจากหน้าต่างโปรแกรม และส่วนการรับข้อมูลจาก Text file

3. ส่วนของปุ่มการทำงาน

– Import File ทำการเลือกแหล่งที่มาของข้อมูลเข้าโครงข่าย โดยแหล่งข้อมูลต้องมีนามสกุล .txt เท่านั้นและข้อมูลต้องมีการจัดรูปแบบดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.2

– Save ทำการบันทึกตัวแปรค่าคงที่ต่างๆ ที่ใช้กำหนดโครงสร้างของโครงข่าย และตัวแปรค่าน้ำหนักหลังจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการตัดแต่งโครงข่ายและทดสอบโครงข่ายต่อไป

– Normalize Data การแปลงค่าของข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อให้ข้อมูลที่เข้ามานั้นสอดคล้องกับฟังก์ชันที่ใช้ในโครงข่าย

– Training Network การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ตัวแปรจากค่าคงที่ต่างๆ ที่กำหนดให้โครงข่ายประสาทเทียม

– Testing Network การทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ตัวแปรค่าน้ำหนักจากการฝึกสอนโครงข่าย

– Magnitude Based Pruning การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Magnitude Based โดยใช้ค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนโครงข่ายมาใช้เป็นตัวแปรสำคัญในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

– Optimal Brain Damage Pruning การตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Optimal Brain Damage โดยใช้ค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนโครงข่ายมาใช้เป็นตัวแปรสำคัญในการตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

– Export to MS. Excel การส่งผลการคำนวณค่า Yk และ Target ที่ได้จากโครงข่ายไปยัง MS Excel เพื่อแสดงกราฟเปรียบเทียบต่อไป

– Clear All การยกเลิกแหล่งข้อมูลที่ได้ทำการเลือกไว้ทั้งหมด

– Help การช่วยเหลือผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนของการป้อนข้อมูล

– Input Node เป็นช่องสำหรับใส่ค่าจำนวนโหนดสำหรับข้อมูลเข้าให้โครงข่ายโดยโปรแกรมจะนำมาใช้กำหนดโครงสร้างให้โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

– Hidden Node เป็นช่องสำหรับใส่ค่าจำนวนโหนดสำหรับชั้นซ่อนให้โครงข่ายโดยโปรแกรมจะนำมาใช้กำหนดโครงสร้างให้โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

– % Train เป็นช่องสำหรับใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ในแบ่งข้อมูลไว้เป็นชุดข้อมูลฝึกสอนโครงข่าย

– % Test เป็นช่องสำหรับใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ในแบ่งข้อมูลไว้เป็นชุดข้อมูลทดสอบโครงข่าย

– Learning Rate เป็นช่องสำหรับใส่ค่าอัตราการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

– Learning Cycle เป็นช่องสำหรับใส่ค่าจำนวนรอบในการฝึกสอนโครงข่าย

– Stop Prune เป็นช่องสำหรับใส่ค่าการหยุดตัดแต่งโครงข่ายประสาทเทียม

5. ส่วนของการแสดงผล

ส่วนการแสดงผลแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ

- Log Text แสดงขั้นตอนการทำงาน พร้อมทั้งค่าตัวแปรต่างๆ ที่ถูกกำหนดเข้าไปให้โปรแกรม เช่น ชุดข้อมูลเข้า ชุดค่าน้ำหนักที่เลือกใช้ โครงสร้างของโครงข่าย ค่าความผิดพลาด

- View แสดงชุดข้อมูลที่ผู้ใช้สนใจ เช่น ชุดข้อมูลเข้า ชุดข้อมูลที่ผ่านแปลงในช่วงที่กำหนดแล้ว ชุดค่าน้ำหนัก ชุดข้อมูลการคำนวณ Yk และ Target

- Result Text แสดงค่าความผิดพลาดที่ได้จากการทดสอบโครงข่าย ด้วยชุดข้อมูลฝึกสอนและ ชุดข้อมูลทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นางสาวสุคนธ์ทิพย์ คอวนิช

วันเกิด 5 เมษายน 2527

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี บริหารธุรกิจบัณฑิต

สถานที่สำเร็จการศึกษา คณะบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้