การพยากรณ์เพื่อบริหารสินค้าคงคลัง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

FORECASTING APPROACH FOR INVENTORY MANAGEMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

ดวงสุดา กองแก้ว

DUANGSUDA KONGKEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-SC-M-002-020

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์เพื่อบริหารสินค้าคงคลัง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

FORECASTING APPROACH FOR INVENTORY MANAGEMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

T110431

ดวงสุดา กองแก้ว

DUANGSUDA KONGKEW

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 110431
วัน,เดือน,ปี - 2 พย. 2553

b 12255 21x
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-SC-M-002-020

FORECASTING APPROACH FOR INVENTORY MANAGEMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

DUANGSUDA KONGKEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-SC-M-002-020

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพยากรณ์เพื่อบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
Forecasting Approach For Inventory Management Using Artificial Neural Network

นักศึกษา นางสาวดวงสุดา กองแก้ว

รหัสประจำตัว 48067511

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.นวลสวาท หิริญสกลวงศ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.นวลสวาท	หิริญสกลวงศ์	
ผศ.ดร.จีรพร	วีระพันธุ์	
ผศ.ดร.กรกช	ประชุมรักษ์	
ดร.ชาคริต	วัชโรภาส	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคารจุฬาภรณ 1 คณะวิทยาศาสตร์ ห้อง 219

คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุษฎี ธนะบริพัฒน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 24 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 53

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 31 เดือน พ.ค. พ.ศ. 53
ลงชื่อ.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์เพื่อบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นางสาวดวงสุดา กองแก้ว
รหัสประจำตัว	48067511
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.นวลสวาท หิรัญสกลวงศ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในธุรกิจกระจายสินค้า เพื่อบริหารจัดการสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาจากปริมาณความต้องการสินค้า ของร้านสะดวกซื้อเซเว่นอิเลฟเว่น ระหว่างปี พ.ศ. 2551- พ.ศ. 2552 ซึ่งปัจจุบันพยากรณ์ความต้องการของร้านสาขาโดยวิธีอนุกรมเวลา จากการศึกษาพบว่าวิธีการปัจจุบันสามารถให้ความแม่นยำได้เพียง ร้อยละ 80 เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมสามารถปรับตัวแบบตามข้อมูลได้ดีกว่า จึงขอเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โมเดล แบค-โพพลาเกรชั่น นิวรอลเน็ตเวิร์ค เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และลดความผิดพลาดในการพยากรณ์

Thesis	FORECASTING APPROACH FOR INVENTORY MANAGEMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
Student	Miss. Duangsuda Kongkew
Student ID	48067511
Degree	Master of Science
Program	Computer Science
Year	2010
Thesis Advisor	**Asst**. Prof. Dr. Nualsawat Hiransakolwong

ABSTRACT

This research presents the developing of the ability to forecast customers demand for managing inventory effectively in the distribution business, the convenience store SEVEN Eleven during 2008-2009, currently forecasted by using time series with accuracy only 80 percent. The neural network can be adjusted according to the data better. This research proposes a new method of forecasting customer's demand using neural network model, back propagation. This proposed method can increase accuracy of forecasting, and reduce errors in forecasting.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้มิอาจจะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากมิได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง ความรู้ และความเอาใจใส่จาก ผศ.ดร.นวลสวาท หิรัญสกลวงศ์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้สละเวลาให้กับข้าพเจ้าอย่างเต็มที่ จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร กรกช ประชุมรักษ์ ผศ.ดร.จีรพร วีระพันธุ์ และดร.ชาคริต วัชโรภาส คณะกรรมการสอบหัวข้อ และโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะจนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่สนันสนุนให้ได้เรียนในระดับที่ได้ตั้งใจ และให้ความรัก ความอบอุ่น ความเข้าใจ อีกทั้งยังได้ดูแลเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆระหว่างศึกษาเป็นอย่างดีอีกด้วย

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา และช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

สำหรับคุณงามความดีและประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา อาจารย์ทุกท่านซึ่งเป็นที่เคารพรักยิ่ง ตลอดจนญาติพี่น้อง และเพื่อนๆทุกคน

ดวงสุดา กองแก้ว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตการศึกษา 1

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินการงานวิจัย 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีการพยากรณ์ 3

2.1.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ 3

2.1.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ 4

2.2 ข่ายงานประสาทเทียม 6

2.2.1 Neuron Network Modeling 7

2.2.2 ฟังก์ชั่นโอนย้าย (Transfer Functions) 8

2.2.3 Architecture of Layer 12

2.2.4 Network Architecture 14

2.2.5 Back propagation algorithm 15

2.2.6 การเรียนรู้สำหรับ Neural Network 21

2.2.7 การประยุกต์ใช้งาน Neural Network 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 23

3.1 รายละเอียดและที่ของข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง 23

3.2 วิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยวิธีการดั้งเดิม 27

3.3 การจัดเรียง Transfer Function 30

3.4 การกำหนดชุด Node 33

3.5 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด (Mean Square Error) 35

บทที่ 4 ผลการทดลอง 36

4.1 ระบบคอมพิวเตอร์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 36

4.2 วิธีการทดลอง 36

4.3 ผลการทดลอง 37

4.3.1 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network 3 Layers 37

4.3.2 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network 4 Layers 42

4.3.3 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network 5 Layers 47

4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง 53

4.5 การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดย Neural Network กับวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน 54

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 55

5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง 55

5.2 ข้อเสนอแนะ 55

เอกสารอ้างอิง 56

ภาคผนวก ก 57

ภาคผนวก ข 79

ประวัติผู้เขียน 100

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า..... 24
3.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าที่ Normalizeแล้ว..... 25
3.3 แสดงตัวอย่างข้อมูล Input เพื่อทำการ Train..... 25
3.4 แสดงตัวอย่างข้อมูล Output เพื่อทำการ Train..... 26
3.5 แสดงผลการทดสอบโดยใช้ Transfer Function เชิงเส้น..... .30
3.6 แสดง MSE เริ่มต้นโดยใช้ Transfer Function ไม่เชิงเส้น..... .31
3.7 แสดง MSE เมื่อจบการ Train โดยใช้ Transfer Function ไม่เชิงเส้น..... .31
3.8 แสดง MSE เริ่มต้นโดยใช้ Transfer Function แบบผสม..... .32
3.9 แสดง MSE เมื่อจบการ Train โดยใช้ Transfer Function แบบผสม..... .33
3.10 แสดงผลการทดลองเพื่อกำหนดชุด Node..... .33
4.1 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 3 Layer ชุด Node ที่ 1.....37
4.2 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer ชุด Node ที่ 1.....38
4.3 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 3 Layer ชุด Node ที่ 2.....39
4.4 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer ชุด Node ที่ 2.....40
4.5 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer.....42
4.6 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 4 Layer ชุด Node ที่ 1.....42
4.7 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer ชุด Node ที่ 1.....43
4.8 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 4 Layer ชุด Node ที่ 2.....44
4.9 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer ชุด Node ที่ 2.....45
4.10 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer.....47
4.11 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 1.....47
4.12 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer ชุด Node ที่ 1.....49
4.13 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 2.....49
4.14 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer ชุด Node ที่ 2.....51
4.15 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer.....52
4.16 แสดง Model ที่มีค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด.....53

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 เซลล์ประสาท.....6

2.2 ระบบประสาทในสมองมนุษย์.....7

2.3 แสดงส่วนประกอบของของนิวรอน 7

2.4 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบลิเนียร์ (Linear)..... 8

2.5 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบล็อคซิกมอย (Log-Sigmoid).....9

2.6 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบแทนซิกมอย (Tan-Sigmoid) 11

2.7 Single Layer.....12

2.8 Multiple Layers 13

2.9 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedforward network 14

2.10 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedback network.....14

2.11 แสดงโครงข่าย MLFF แบบ Back Propagation.....16

2.12 แสดงโครงข่ายแบบเคลื่อนไปข้างหน้าหลายชั้น สำหรับชั้นซ่อนที่ 1.....17

2.13 แสดงกระบวนการปรับแก้น้ำหนักแบบ BP.....21

2.14 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning).....21

2.15 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน Unsupervised Learning.....22

4.1 แสดงผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 1.....38

4.2 แสดงผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 2.....40

4.3 แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 3 Layer.....41

4.4 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2.....41

4.5 แสดงผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 1.....43

4.6 แสดงผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 2.....45

4.7 แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 4 Layer.....46

4.8 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2.....46

4.9 แสดงผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 1.....48

4.10 แสดงผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 2.....50

4.11 แสดงค่า MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 5 Layer.....51

4.12 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2.....52

4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MSE 53

2. วิเคราะห์วิธีการและความสามารถในการพยากรณ์ความต้องการของร้านสาขา ด้วยวิธีการดั้งเดิม

3. ใช้เครื่องมือในการประมวลผลของโปรแกรม Matlab ช่วยในการพัฒนา

4. งานวิจัยนี้ทำการพัฒนา ความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการของร้านสาขา

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์การพยากรณ์ความต้องการของร้านสาขาด้วยวิธีการดั้งเดิม

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ทำการตั้งสมมุติฐานโดยคาดว่าโครงข่ายประสาทเทียม รูปแบบ Back propagation Algorithm สามารถนำมาพัฒนาเพื่อพยากรณ์ความต้องการของร้านสาขา ได้อย่างแม่นยำ

4. พัฒนาโปรแกรมตามกระบวนวิธีที่นำเสนอ

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

6. สรุปผลการทดลอง พร้อมเสนอแนวทางการพัฒนางานวิจัย

7. เขียนวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัยการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามีดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ความต้องการของร้านสาขา ได้อย่างแม่นยำ เพื่อวางแผนรองรับอัตราการสั่งสินค้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ และลดการสูญเสียโอกาสในการขาย

2. สามารถนำข้อมูลการพยากรณ์ไปใช้ในการบริหารคลังสินค้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้า

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในส่วนแรกจะกล่าวถึงการพยากรณ์และเทคนิคการพยากรณ์ทั่วไป ส่วนที่สองจะกล่าวถึงโครงข่ายประสาทเทียม

2.1 การพยากรณ์

ในการดำเนินธุรกิจในปัจจุบันข้อมูลที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนเตรียมพร้อมสำหรับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้การตัดสินใจต่างๆอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล และมีความถูกต้องมากที่สุด ข้อมูลเหล่านี้อาจอยู่ในรูปข้อเท็จจริง ความรู้ในอดีต การเก็บข้อมูลจากลูกค้า หรือการพยากรณ์อนาคต

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting) คือ การคาดการณ์ปริมาณความต้องการในสินค้าและบริการของลูกค้า โดยมีพื้นฐานจากข้อมูลการจำหน่ายสินค้าและบริการในอดีต

การพยากรณ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1. การพยากรณ์เชิงคุณภาพ

การพยากรณ์เชิงคุณภาพเป็นการพยากรณ์ที่อาศัยความรู้ ความสามารถประสบการณ์ ความชำนาญ รวมทั้งวิจารณญาณของผู้ทำการพยากรณ์โดยตรงซึ่งในการเลือกใช้การพยากรณ์เชิงคุณภาพอาจเกิดจาก ผู้ทำการพยากรณ์ไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้ ไม่ชำนาญในตัวแบบเชิงปริมาณ หรือไม่มีความเชื่อถือในแบบจำลองเชิงปริมาณ เป็นต้น การพยากรณ์เชิงคุณภาพมีหลายวิธี เช่น

- การประมาณการของพนักงานขาย (Sale Force Estimates) ใช้การประมาณการของพนักงานขายซึ่งเป็นผู้ที่ได้สัมผัสกับสภาพของตลาดมากที่สุดและมีใกล้ชิดกับลูกค้ามากที่สุด พนักงานขายจะพยากรณ์โดยรวบรวมยอดขายแต่ละเขตพื้นที่ซึ่งตนรับผิดชอบแล้วส่งมายังสำนักงานใหญ่ แต่วิธีนี้อาจมีข้อผิดพลาดได้เนื่องจากพนักงานขายบางคนมองโลกแง่ดีเกินไปหรือพนักงานขายมักจะรู้ดีว่ายอดขายของการพยากรณ์จะถูกใช้ในการกำหนดเป้าหมายการขายจึงประมาณการไว้ต่ำเพื่อให้ยอดขายสูงได้

- ความคิดเห็นของผู้บริหาร (Executive Opinion) ใช้พยากรณ์ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่ออกสู่ท้องตลาดมาก่อน จึงใช้ความคิดเห็นของผู้บริหารที่มีประสบการณ์คนหนึ่งหรือหลายคนมาช่วยพยากรณ์และกำหนดกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ มักใช้เวลาของกลุ่มผู้บริหารในการประชุมสรุปการพยากรณ์มากจึงเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูงและไม่ควรใช้ผู้บริหาร

ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งพยากรณ์ตามลำพังโดยไม่ได้สรุปร่วมกับผู้บริหารฝ่ายอื่น เพราะผลของการพยากรณ์กระทบทุกฝ่ายขององค์กร

- การวิจัยตลาด (Market Research) เป็นวิธีที่ต้องกระทำอย่างมีระบบโดยสร้างสมมติฐานแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อทำการพยากรณ์ การวิจัยตลาดต้องประกอบด้วยการออกแบบสอบถาม กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล สุ่มตัวอย่าง รวบรวมข้อมูล ประมวลผลและวิเคราะห์ตามลำดับ วิธีนี้ใช้กับการพยากรณ์ในระยะสั้น ระยะปานกลางและระยะยาวได้ แต่เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูงและต้องพิถีพิถันในการปฏิบัติหลายขั้นตอน

- วิธีเดลฟาย (Delphi Method) เป็นวิธีที่ประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้น วิธีนี้จะใช้ได้ดีเมื่อไม่มีข้อมูลใดจะใช้พยากรณ์ได้และผู้บริหารขององค์การไม่มีประสบการณ์ในผลิตภัณฑ์นั้นเพียงพอ วิธีนี้จะเริ่มจากการส่งคำถามเวียนไปยังผู้เชี่ยวชาญหลายคนให้ตอบกลับมาแล้วทำเป็นรายงานส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทุกคนได้อ่านข้อคิดเห็นของทุกคน เพื่อให้ทุกคนปรับปรุงแนวความคิดใหม่ แล้วส่งกลับมาอีกทำซ้ำๆหลายรอบจนได้ข้อสรุปยุติจากทุกคน ข้อเสียของวิธีนี้คือเสียเวลามาก ผู้เชี่ยวชาญบางคนอาจยึดมั่นในความคิดของตนจนไม่สรุปกับข้อคิดเห็นของคนอื่น คำถามหรือแบบสอบถามที่ไม่ดีทำให้สรุปยาก จึงควรใช้วิธีนี้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นได้

2.1.2. การพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการนำหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์และสถิติ มาประยุกต์ใช้เป็นตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งเราสามารถที่จะแบ่งตัวแบบการพยากรณ์เชิงปริมาณออกเป็น 2 แบบ คือ

- แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time Series Model) เป็นตัวแบบในการพยากรณ์เชิงปริมาณที่อาศัยข้อมูลในอดีต เพื่อนำมาคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น ยอดขาย จำนวนลูกค้า ความต้องการสินค้า เป็นต้น สามารถกล่าวได้ว่า แบบจำลองอนุกรมเวลาจะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับสิ่งที่ต้องการพยากรณ์ ซึ่งเทคนิคการพยากรณ์จะมีหลายวิธีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการในการพยากรณ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้บริหาร ในการนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการวางแผนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การใช้อนุกรมเวลามี 3 วิธีคือ

1 . การพยากรณ์อย่างง่าย (Naive Forecast) เป็นการพยากรณ์ว่ายอดขายในอนาคตจะเท่ากับยอดขายปัจจุบัน เช่น เดือนมกราคมขายได้ 100 หีบ เดือนกุมภาพันธ์จะควรขายได้ 100 หีบเช่นกัน ถ้าเดือนกุมภาพันธ์ขายได้จริง 150 หีบ ก็จะพยากรณ์เดือนมีนาคมว่าขายได้ 150 หีบเช่นกัน การพยากรณ์อย่างง่ายอาจแสดงเป็นแนวโน้มของอุปสงค์ ดังนี้ ถ้าเดือนมกราคมขายได้ 100 หีบ เดือนกุมภาพันธ์ขายได้ 130 หีบ จะพยากรณ์เดือนมีนาคมว่าขายได้ 130 + (130-100) เท่ากับ 160 หีบ ถ้าเดือนมีนาคมขายได้จริง 150 หีบ เดือนเมษายนจะมียอดขายพยากรณ์ 150+ (150-130) เท่ากับ 170 หีบ และใช้พยากรณ์ฤดูกาลว่าถ้าปีที่แล้วในช่วงเวลานี้ขายได้เท่าไร ปีนี้ก็น่าจะขายได้เท่านั้น วิธีนี้

ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ใช้ได้ในกรณีที่อิทธิพลต่างๆที่มีต่อยอดขายส่งผลอย่างสม่ำเสมอเท่านั้น แต่ถ้ามีเหตุการณ์ผิดปรกติเกิดขึ้นจะเกิดความคลาดเคลื่อน

2. การหาค่าเฉลี่ย (Moving Average) เป็นการหาค่าเฉลี่ยของยอดขายโดยใช้จำนวนข้อมูล 3 ช่วงเวลาขึ้นไปในการคำนวณ เมื่อเวลาผ่านไป 1 ช่วงก็ใช้ข้อมูลใหม่มาเฉลี่ยแทนข้อมูลในช่วงเวลาไกลที่สุดซึ่งจะถูกตัดทิ้งไป การพยากรณ์แบบค่าเคลื่อนที่ต้องรอเก็บข้อมูลอย่างน้อย 3 ช่วงเวลา ดังนั้นค่าพยากรณ์ที่ได้ครั้งแรกคือของช่วงที่ 4 เช่น ถ้าเริ่มเก็บข้อมูลยอดเดือนมกราคม ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคมก็ยังพยากรณ์ไม่ได้ จะเริ่มพยากรณ์ได้เมื่อสิ้นเดือนมีนาคมโดยคำนวณค่าพยากรณ์ของเดือนเมษายนและค่านี้ทำการพยากรณ์เดือนพฤษภาคม โดยตัดยอดขายจริงของเดือนมกราคมที่อยู่ไกลสุดออกไป เอายอดขายจริงของเดือนเมษายนเข้าแทนที่แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซึ่งเป็นค่าพยากรณ์ของเดือนพฤษภาคมต่อไป จำนวนข้อมูลที่ใช้อาจเป็นจำนวนคี่หรือคู่ก็ได้ ถ้ายอดขายมีลักษณะค่อนข้างคงที่ (Stability) ก็ควรใช้ข้อมูลจำนวนมากมาหาค่าเฉลี่ยจึงจะได้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า แต่ถ้ายอดขายมีความเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้นๆ (Responsiveness) จะควรใช้ข้อมูลจำนวนน้อยหาค่าเฉลี่ยจึงจะให้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า และถ้าหาค่าเฉลี่ย 12 เดือนจะขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกไปได้

3. การปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) เป็นการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่จัดค่าพยากรณ์ออกมาในรูปการใช้สมการคำนวณ ซึ่งจะใช้ข้อมูลเริ่มต้นค่าเดียวและถ่วงน้ำหนักโดยใช้สัมประสิทธิ์เชิงเรียบ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00

ค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียล

$$(F_t) = F_{t-1} + a(A_{t-1} - F_{t-1}) \qquad (2\text{-}1)$$

โดยที่ F_{t-1} เป็นค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาก่อนการพยากรณ์ 1 ช่วง

A_{t-1} เป็นค่าจริงในช่วงเวลาก่อนการพยากรณ์ 1 ช่วง

ในการคำนวณค่าเอ็กซ์โปเนนเชียล จะกำหนดให้ค่าพยากรณ์ค่าแรกเท่ากับค่าจริงของช่วงเวลาก่อนหน้านั้น 1 ช่วง (ซึ่งก็คือการใช้หลักการเดียวกับการพยากรณ์อย่างง่ายนั่นเอง) จะเห็นได้ว่าการหาค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียลใช้ข้อมูลน้อยกว่าและได้ค่าพยากรณ์เร็วกว่าการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แต่ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำเท่ากับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก

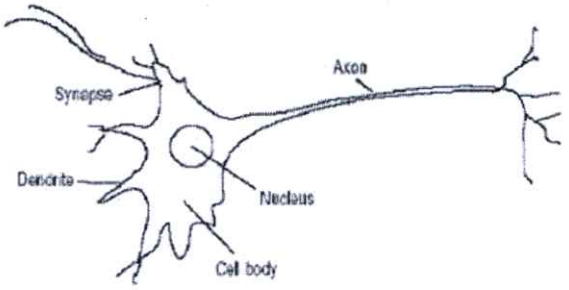
- แบบจำลองเหตุผล

แบบจำลองเหตุผลจะมีความแตกต่างจากแบบจำลองอนุกรมเวลา โดยที่แบบจำลองเหตุผลเป็นการพยากรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของเวลา เช่น ยอดขาย อาจขึ้นอยู่กับราคาของผลิตภัณฑ์ งบประมาณในการโฆษณา ภาวะเศรษฐกิจ เป็นต้น ซึ่งเราสามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยที่ตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์เราจะเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรที่มีต่อตัวแปรตาม เราเรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, .., X_n) \qquad (2\text{-}2)$$

2.2 ข่ายงานประสาทเทียม

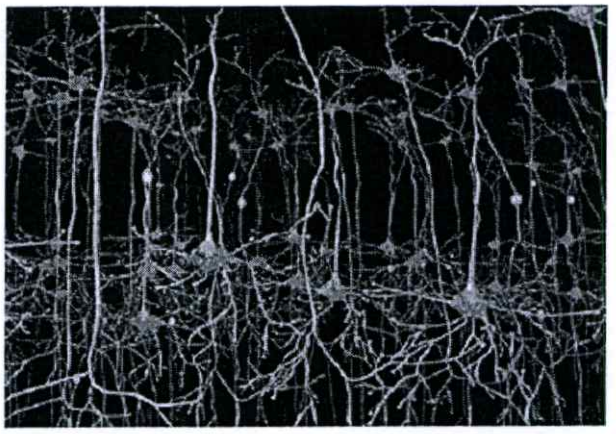
ข่ายงานประสาทเทียม (ANN: Artificial Neural Network) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) โดยจะจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้จดจำ และการอุปมานความรู้ เช่นเดียวกับความสามารถของมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพในสมอง ซึ่งในสมองของมนุษย์จะประกอบไปด้วย เซลล์ประสาท หรือ นิวรอล (Neurons) จุดประสานประสาท (Synapses) กระแสประสาท (Dendrite) และปลายในการส่งกระแสประสาท (Axon) แสดงดังรูป 2-1



รูปที่ 2.1 เซลล์ประสาท

กระแสประสาทจะทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าเคมีซึ่งส่งมาจากเซลล์ประสาทใกล้เคียง เมื่อสัญญาณไฟฟ้าเคมีที่รับค่าเข้ามาเกินค่าหนึ่ง เซลล์จะถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณไปทางปลายกระแสประสาท เพื่อส่งสัญญาณไปยังเซลล์อื่นๆต่อไป เซลล์ประสาทตัวหนึ่งๆ จะเชื่อมต่อกับเซลล์ตัวอื่นๆ

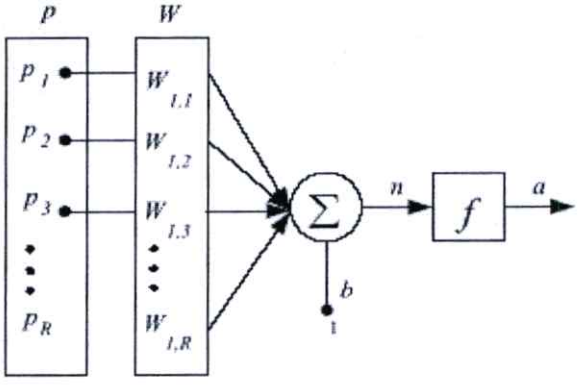
ประมาณ 10,000 ตัว ประมาณกันว่าสมองของคนเรามีเซลล์ประสาทอยู่ทั้งสิ้นประมาณ 10^{11} ตัว ดังรูป



รูปที่ 2.2 ระบบประสาทในสมองมนุษย์

2.2.1 Neuron Network Modeling

รูปแบบของนิวรอลเน็ตเวิร์คจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ ส่วนแรกคือ ส่วนข้อมูลนำเข้า (Input) ของเน็ตเวิร์คแทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษร P ซึ่งจะอยู่ในรูปของเวค- เตอร์ โดยข้อมูลนำเข้าแต่ละตัวจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) ประจำข้อมูลนำเข้า แทนด้วยอักษรตัว W ผลคูณ ที่เกิดจากการคูณค่าน้ำหนักกับค่าข้อมูลนำเข้าแต่ละค่าจะนำมารวมกัน (Summing) ณ จุดรวมสัญญาณ จากนั้นจะนำผลคูณที่ได้ทั้งหมดมารวมกับค่าของความเอนเอียน (Bias) ซึ่งแทนด้วยตัวอักษร b แล้วส่งผลรวมที่ได้ผ่านไปยังชั้นโอนย้าย (Transfer Function) แทนด้วยสัญลักษณ์ f และได้ผลเป็นผลลัพธ์ของระบบ ดังแสดงได้ในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของของนิวรอนเน็ตเวิร์ค

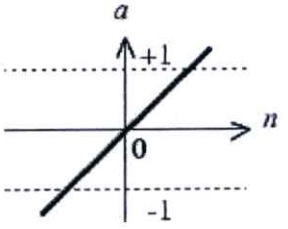
จากรูปที่ 2-3 ผลลัพธ์ของนิวรอลเน็ตเวิร์คสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$a = f(Wp + b) \tag{2-3}$$

2.2.2 ฟังก์ชั่นโอนย้าย (Transfer Functions)

ฟังก์ชั่นโอนย้าย (Transfer function) คือฟังก์ชั่นที่ใช้ในข่ายงานประสาทเทียมซึ่งจะทำหน้าที่รับข้อมูลนำเข้าจากผลการรวมข้อมูลนำเข้ากับค่าน้ำหนัก นำมาผ่านกระบวนการของแต่ละฟังก์ชั่น เพื่อแสดงผลลัพธ์ของข่ายงานประสาทเทียม ซึ่งนำมาใช้ทดสอบในงานวิจัยนี้ 3 รูปแบบ

2.2.2.1 ฟังก์ชั่นเชิงเส้น (Linear Function) เป็นฟังก์ชั่นที่ต่อเนื่องและหาค่าอนุพันธ์ได้ ข้อดีของฟังก์ชั่นชนิดนี้คือ สามารถสร้างฟังก์ชั่นค่าผิดพลาด E ซึ่งใช้วัดค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลงของเครือข่ายเมื่อเทียบกับค่าถ่วงน้ำหนัก W =[W_{jk}] จึงใช้วิธีการ Optimization นี้ในรูปแบบ Gradient Descent เพื่อลดค่าผิดพลาดให้น้อยที่สุด



$a = purelin(n)$

รูปที่ 2.4 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบลิเนียร์ (Linear)

สมการหา Output ในชั้นซ่อน

$$O = w^T x + b \tag{2-4}$$

สมการหา Output ในชั้น Output

$$O = W^T o + B \tag{2-5}$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้น Output

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \eta(y-O)o \tag{2-6}$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \eta(y-o)x \tag{2-7}$$

เมื่อ

x_i = Input vector ซึ่งประกอบด้วย x_1 , x_2 , x_3 ,..... , x_m

y_i = Output vector ประกอบด้วย y_1 , y_2 , y_3 ,..... , y_n

o = Output ในชั้นซ่อน

O = Output ในชั้น Output

η= อัตราการเรียนรู้ ซึ่งมีค่า 0.1-0.7

w = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้นซ่อน

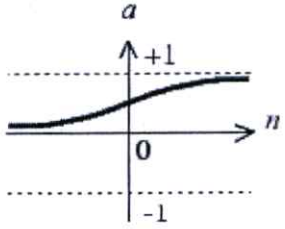
W = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้น Output

b = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้นซ่อน

B = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้น Output

2.2.2.2 ฟังก์ชั่นไม่เชิงเส้น (Nonlinear Function) ข้อดีของฟังก์ชั่นเหล่านี้คือ สามารถจำกัดขอบเขตของตัวแปร Output ได้ และมีบทบาทสำคัญสำหรับ Multi-Layer Perceptron ซึ่งสามารถหาคำตอบของปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยกรณีฟังก์ชั่นแบบเชิงเส้น

- Binary-sigmoid หรือ LOG – Sigmoid ขอบเขตของ Output คือ 0 ถึง (+1)



$a = logsig(n)$

รูปที่ 2.5 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบล็อคซิกมอย (Log-Sigmoid)

สมการหา Output ในชั้นซ่อน

$$o = \frac{1}{1+\exp(-w^T x+b))} \tag{2-8}$$

สมการหา Output ในชั้น Output

$$O = \frac{1}{1+\exp(-W^T o+B))} \tag{2-9}$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้น Output

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \eta(y-O)O(1-O)o \tag{2-10}$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \eta(y-O)O(1-O)W(1-0)x \tag{2-11}$$

เมื่อ

x_i = Input vector ซึ่งประกอบด้วย x_1, x_2, x_3,….., x_m

y_i = Output vector ประกอบด้วย y_1, y_2, y_3,….., y_n

o = Output ในชั้นซ่อน

O = Output ในชั้น Output

η = อัตราการเรียนรู้ ซึ่งมีค่า 0.1-0.7

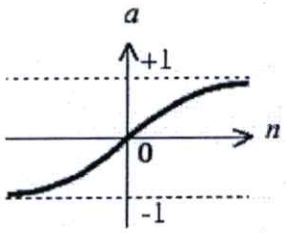
w = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้นซ่อน

W = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้น Output

b = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้นซ่อน

B = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้น Output

- Bipolar-sigmoid หรือ Tan-Sigmoid ขอบเขตของ Output คือ (-1) ถึง (+1)



รูปที่ 2.6 ฟังก์ชั่นโอนย้ายแบบแทนซิกมอย (Tan-Sigmoid)

สมการหา Output ในชั้นซ่อน

$$o = \left[\frac{2}{1+\exp(-(W^T x+b))} \right] -1 \qquad (2\text{-}12)$$

สมการหา Output ในชั้น Output

$$O = \left[\frac{2}{1+\exp(-(W^T o+B))} \right] -1 \qquad (2\text{-}13)$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้น Output

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \frac{1}{2} \eta(y-O)(1-O)^2 o \qquad (2\text{-}14)$$

สมการปรับค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + \frac{1}{2} \eta(y-o)o(1-o)^2 x \qquad (2\text{-}15)$$

เมื่อ

x_i = Input vector ซึ่งประกอบด้วย x_1 , x_2, x_3,..... , x_m

y_i = Output vector ประกอบด้วย y_1 , y_2, y_3,..... , y_n

o = Output ในชั้นซ่อน

O = Output ในชั้น Output

η = อัตราการเรียนรู้ ซึ่งมีค่า 0.1-0.7

w = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้นซ่อน

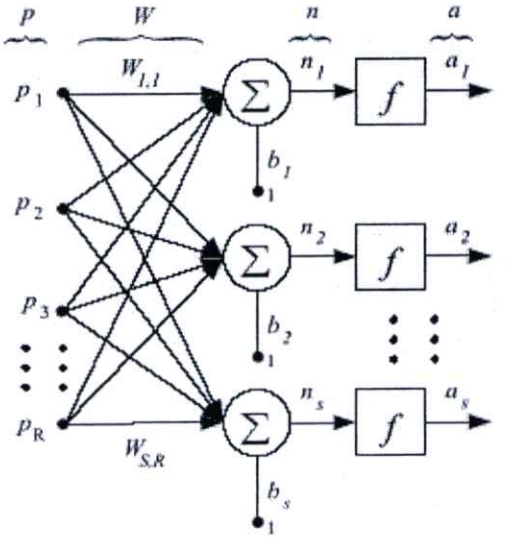
W = ค่าน้ำหนัก (Weight) ในชั้น Output

b = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้นซ่อน

B = ค่าความเอนเอียง (Bias)ในชั้น Output

2.2.3 Architecture of Layer

- Single Layer นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบชั้นเดียวประกอบด้วยจำนวนนิวรอนหลายๆ ตัว แสดงในรูปที่ 2-7 ในที่นี้นิวรอลเน็ตเวิร์คจะมีข้อมูลนำเข้าจำนวน R ตัว และมีจำนวนของนิวรอนจำนวน S ตัว

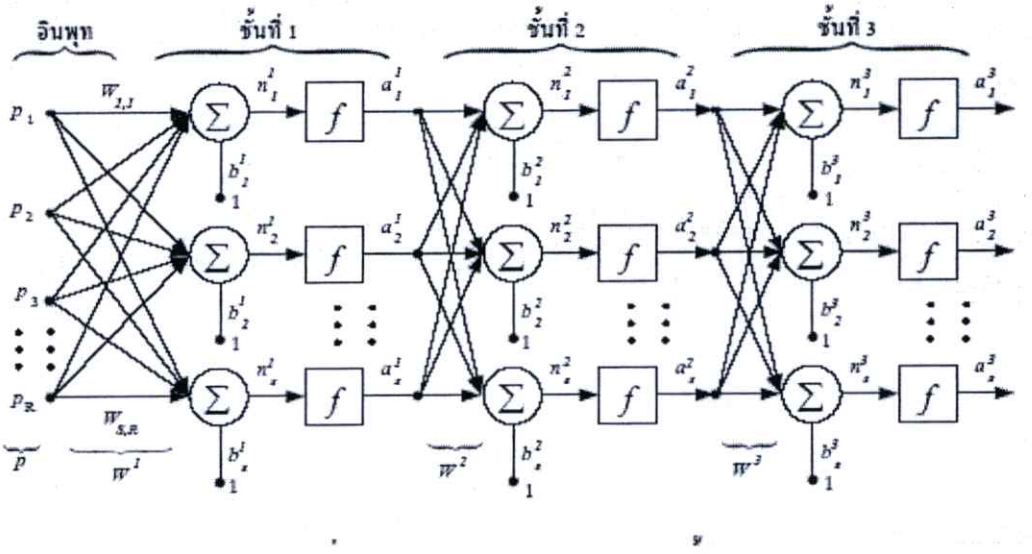


รูปที่ 2.7 Single Layer

จากรูปที่ 2-7 ผลลัพธ์ของนิวรอลเน็ตเวิร์คสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$a = f(Wp+b) \tag{2-16}$$

- Multiple Layers นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบหลายชั้น ในแต่ละชั้นจะมีเมตริต W มีค่าความเอนเอียง b และมีผลลัพธ์เวคเตอร์ a ตัวอย่างของเน็ตเวิร์คแบบสามชั้นแสดงตามภาพที่ 2-8 ชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 2 รวมกันเรียกว่า ฮิตเด้นเลเยอร์ (Hidden Layer) ส่วนชั้นที่ 3 เรียกว่าเอ้าพุต- เลเยอร์ (Output Layer)



รูปที่ 2.8 Multiple Layers

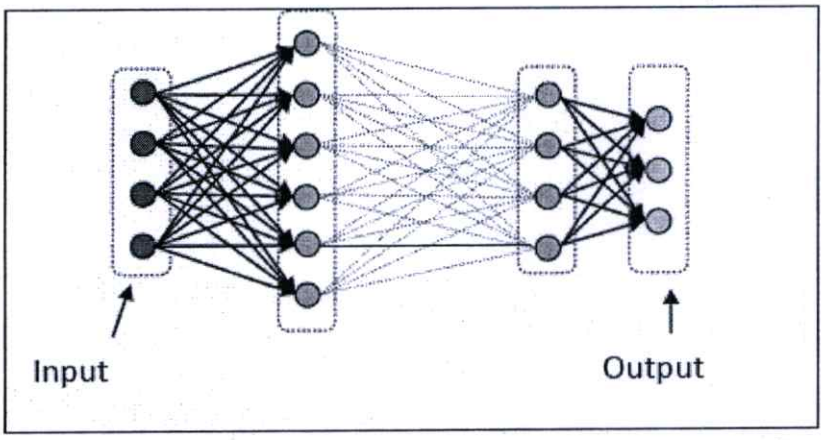
จากรูปที่ 2-8 ผลลัพธ์ของนิวรอลเน็ตเวิร์คสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$a = f(W^3 f(W^2 f(W^1 p+b^1)+b^2)+b^3) \tag{2-17}$$

2.2.4 Network Architecture

- Feedforward network

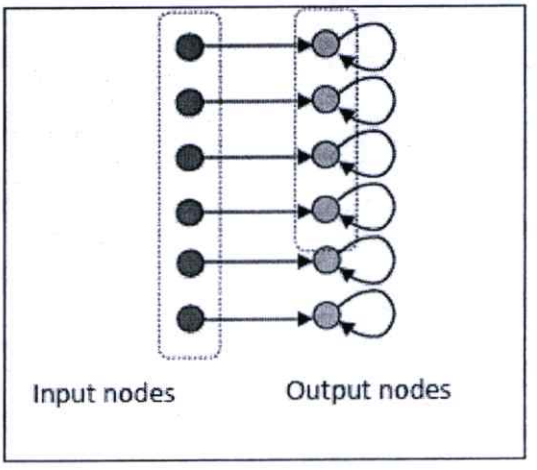
ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input nodes ส่งต่อมาเรื่อย ๆ จนถึง output nodes โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูล หรือแม้แต่ Nodes ใน layer เดียวกันก็ไม่มีการเชื่อมต่อกัน



รูป 2.9 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedforward network

- Feedback network

ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่าย จะมีการป้อนกลับเข้าไปยังวงจรข่ายหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งได้คำตอบออกมา



รูป 2.10 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedback network

- Network Layer

พื้นฐานที่สำคัญของ Artificial Neural Network ประกอบไปด้วย 3 ส่วน หรือ 3 layer ได้แก่ ชั้นของ input units ที่ถูกเชื่อมต่อกับชั้นของ hidden units ซึ่งเชื่อมต่อกับชั้นของ output units

-Input unit จะทำหน้าที่แทนส่วนของข้อมูลดิบ ที่จะถูกป้อนเข้าสู่เครือข่าย

-Hidden units จะถูกกำหนด โดยการทำงานของ input units และค่าน้ำหนักบนความสัมพันธ์ระหว่าง input units และ hidden units

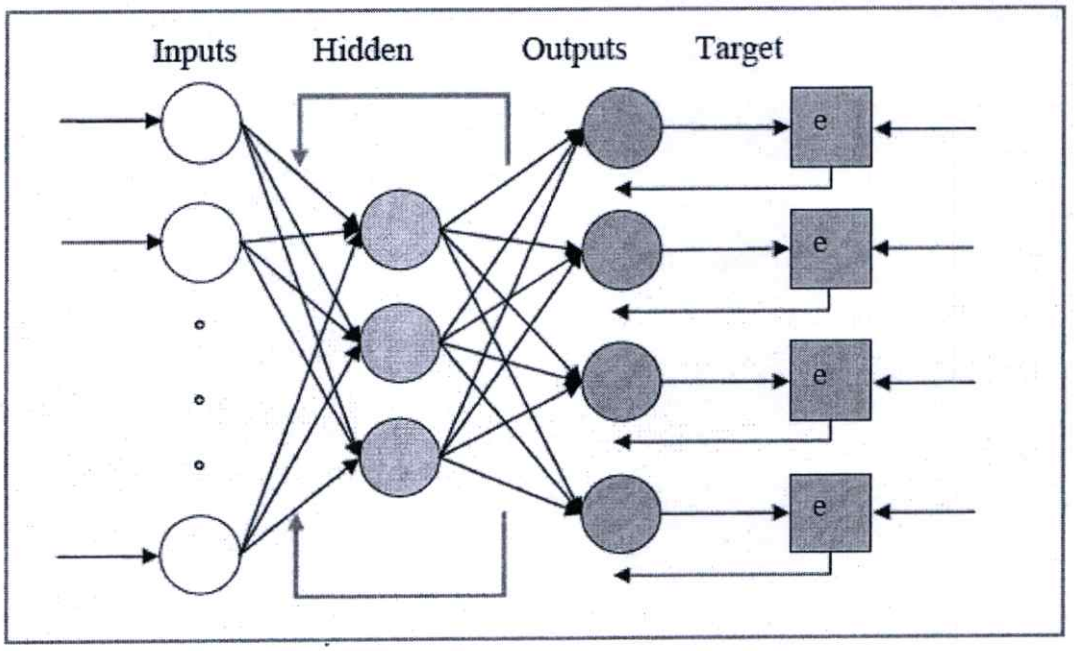
-Output units จะขึ้นอยู่กับการทำงานของ hidden units และค่าน้ำหนักระหว่าง hidden units และ output units

ประเภทของเครือข่ายนี้เป็นที่น่าสนใจ เพราะสามารถกำหนดการแทนค่าให้แก่ input units ได้อย่างอิสระ ค่าน้ำหนักระหว่าง input units และ hidden units จะถูกกำหนดเมื่อ hidden unit กำลังทำงาน ฉะนั้นเวลาที่แก้ไขค่าน้ำหนัก hidden units จะสามารถเลือกว่าอะไรคือค่าที่ถูกแทนเข้ามา

2.2.5 Back propagation algorithm

ข่ายงานประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งของข่ายงานประสาทเทียม โดยเป็นการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) ข่ายงานประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับจะทำการปรับค่าน้ำหนักให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ทำการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวังแล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดใหม่ ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้ จะถูกส่งกลับเข้าสู่นิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ปรับปรุงค่าน้ำหนักต่อไป

วิธีการเรียนรู้แบบ Back Propagation เป็นการเรียนรู้แบบมีครูสอนสามารถประยุกต์ใช้กับโครงข่าย MLFF ทุกรูปแบบ โดยการใช้ฟังก์ชั่นของการกระตุ้น (Activation Function) ที่สามารถหาอนุพันธ์ได้และหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม จะใช้วิธีการ Optimization ที่เรียกว่า Gradient Descent ซึ่งจะทำให้ปรับค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อที่จะลดความผิดพลาดของการคำนวณในแต่ละรอบ ในระหว่างการเรียนรู้ รูปแบบของ Input จะถูกส่งผ่านไปข้างหน้าตามลำดับชั้นจนได้ผลการคำนวณของ Output จากนั้นผลการคำนวณจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงหรือข้อมูลเป้าหมายเพื่อหาค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าว จะนำไปใช้เป็นข้อมูล Input ย้อนกลับในขณะเดียวกันจะทำการปรับค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยในแต่ละชั้นในทิศทางย้อนกลับ รูปที่ 3-2 แสดงโครงข่าย MLFF ที่ปรับปรุงเพื่อใช้ในการเรียนรู้แบบ Back Propagation ซึ่งจะสังเกตได้ว่าการเชื่อมโยงโครงข่ายย้อนกลับจะใช้ในขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้เท่านั้น

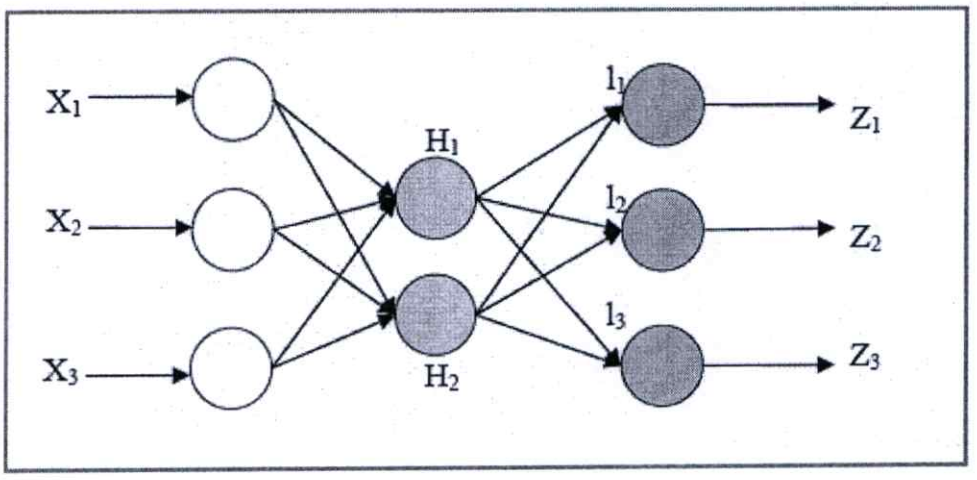


รูปที่ 2.11 แสดงโครงข่าย MLFF แบบ Back Propagation

ด้วยกระบวนการเรียนรู้ BP ค่าถ่วงน้ำหนักในชั้นซ่อนจะถูกปรับค่าแต่ละชั้นเริ่มจากการปรับค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างชั้น Output กับชั้นซ่อนสุดท้ายโดยความคลาดเคลื่อนในชั้น Output ในทำนองเดียวกันความคลาดเคลื่อนที่เกิดในชั้นซ่อนสุดท้ายจะนำมาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนสุดท้ายกับชั้นซ่อนก่อนหน้าโดยวิธีนี้ความคลาดเคลื่อนจะถูกทำให้เคลื่อนตัวย้อนกลับผ่านชั้นแต่ละชั้นในลักษณะของวิธีการแบบซ้ำๆกัน รูปแบบของข้อมูลทุกแบบจะถูกส่งผ่านกระบวนการนี้จนกระทั่งความคลาดเคลื่อนทั้งหมดในชั้น Output เข้าหาค่าที่ต่ำสุดหรือจำนวนรอบของการกระทำซ้ำๆกันถูกจำกัดโดยเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

พิจารณาโครงข่าย MLFF ที่ประกอบด้วยชั้นซ่อนเพียง 1 ชั้น โดยแต่ละหน่วยในชั้นต่างจะเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน โดยค่าถ่วงน้ำหนัก v และ w กล่าวคือน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยที่ i ในชั้น Input กับหน่วยที่ j ในชั้นซ่อนกำหนดโดย Vji , i = 1, 2, …., n ; j = 1, 2, …., h ในขณะเดียวกันกับน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยที่ j ในชั้นซ่อนกับหน่วยที่ k ในชั้น Output กำหนดโดย Wkj , k = 1, 2, …, m ข้อมูล Input มิติ n ของแต่ละภาพที่แบบข้อมูล p กำหนดโดย X^p, p=1, 2, 3 ……, P ผลการคำนวณ Output ของหน่วยที่ j ในชั้นซ่อนสำหรับข้อมูล Input แบบที่ p กำหนดโดย y^p_j , j = 1, 2, 3 ,….,h ในทำนองเดียวกัน Output ที่ได้จากการคำนวณจากหน่วยที่ k ของชั้น Output สำหรับข้อมูลรูปแบบ x^p กำหนด z^p_k ส่วน Output เป้าหมาย ให้กำหนดโดย t^p_k , k = 1,2,….,m

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.12 แสดงโครงข่ายแบบเคลื่อนไปข้างหน้าหลายชั้น สำหรับชั้นซ่อน 1 ชั้น

$$H_j = \sum_i v_{ji} x_i, j = 1,2,.....,h \tag{2-18}$$

$$I_k = \sum_j w_{kj} y_j, k = 1,2,.....m \tag{2-19}$$

เมื่อ H_j = ผลรวมหรือ Input สุทธิสำหรับหน่วยที่ j ในชั้นซ่อน

I_k = ผลรวมหรือ Input สุทธิสำหรับหน่วยที่ k ในชั้น Output

Output ที่ได้จากการคำนวณสำหรับหน่วยที่ j ในชั้นซ่อนและหน่วยที่ k ในชั้น Output ดังนี้

$$y_j = f(H_j), j = 1,2,.....h \tag{2-20}$$

$$z_k = f(I_k), k = 1,2,.....m \tag{2-21}$$

เมื่อ f = ฟังก์ชั่นการกระตุ้นที่เป็นแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งมีค่าจำกัดในช่วงหนึ่งและสามารถทำการแยกได้ และ $z_k = f(I_k)$, k=1, 2, … , m สามารถเขียนได้เป็น

$$z_k = f\left(\sum_j w_{kj} f(H_j)\right) = f\left(\sum_j w_{kj} f\left(\sum_i v_{ji} x_i\right)\right) \tag{2-22}$$

110431

เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชั่นไม่เชิงเส้น ดังนั้น z_k จึงเป็นฟังก์ชั่นที่ไม่เชิงเส้นของข้อมูล Input x กล่าวคือ

$$z = g(f, x, w) \tag{2-23}$$

เมื่อ w = (v,w)

g = ฟังก์ชั่นของเวคเตอร์มิติ n

ในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประเภทนี้จะต้องทำการลดความคลาดเคลื่อนของ Output ที่ได้จากการคำนวณโดยโครงข่ายโดยทำการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก ถ้าเราให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำหนดโดย E_m

$$E_m = \frac{1}{p}\sum_{p=1}^{p} E^p \tag{2-24}$$

เมื่อ E^p = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อมูลทุกรูปแบบ p

จากสมการ E_m ข้างต้น ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของโครงข่ายที่เกิดจาก ข้อมูลทุกรูปแบบ p จะลดลง ถ้าความคลาดเคลื่อนสำหรับข้อมูลแต่ละชุดลดลง ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาวิธีการสำหรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเป็นสัดส่วนกับความคลาดเคลื่อนที่ลดลงซึ่งเราเรียกวิธีการนี้ว่า กฎของเดลตา (Delta Rule) ในการนี้จะทำการเปลี่ยนค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละชุดของข้อมูลที่ส่งผ่านไปยังโครงข่ายเพื่อช่วยให้ความคลาดเคลื่อนลดลงจากการคำนวณครั้งก่อนหน้า วิธีการนี้บรรลุผลถ้าค่าถ่วงน้ำหนักต่างๆที่เชื่อมโยงในโครงข่ายถูกปรับแก้ให้เป็นสัดส่วนกับค่าลบของค่าอนุพันธ์ของความคลาดเคลื่อนดังสมการนี้

$$\Delta w(s+1) = -\eta \frac{\partial E^p}{\partial w(s)} \tag{2-25}$$

เมื่อ Δw = ค่าปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก

s,(s+1) = ขั้นเวลาที่(s) ละ (s+1) ตามลำดับ

η = ค่าคงที่สำหรับการเรียนรู้

และ $$\frac{\partial E^p}{\partial w} = \left[\frac{\partial E^p}{\partial v_{11}}, \frac{\partial E^p}{\partial v_{12}}, \cdots\cdots, \frac{\partial E^p}{\partial w_{hm}}\right] \frac{\partial E_m}{\partial w} = \frac{1}{p}\sum_{p=1}^{p} \frac{\partial E^p}{\partial w} \tag{2-26}$$

โดยทั่วไปเราสามารถกำหนดให้ความคลาดเคลื่อน E^p ให้เป็นฟังก์ชั่นของการวัดค่าทางสถิติได้หลายแบบ เช่น ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เป็นต้น กำหนดให้ E^p เป็นความคลาดเคลื่อนกำลังสองดังสมการ

$$E^p = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{m}\left(t_k^p - z_k^p\right)^2 \tag{2-27}$$

โดยค่าคงที่ $\frac{1}{2}$ เป็นค่าที่ใส่เพื่อความเหมาะสมทางด้านคณิตศาสตร์ หลังจากได้ปรับค่าถ่วงน้ำหนักแล้วจะทำการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับขั้นเวลาใหม่ดังนี้

$$w_{kj}(s+1) = w_{kj}(s) + \Delta w_{kj}(s+1) \tag{2-28}$$

ดังนั้น การหาค่าปรับถ่วงน้ำหนัก Δw_{kj} จะต้องทำการหาอนุพันธ์ของความคลาดเคลื่อน $\frac{\partial E^p}{\partial w_{kj}}$

และ $\frac{\partial E^p}{\partial v_{ji}}$ โดยกฎลูกโซ่ดังนี้

$$\frac{\partial E}{\partial w_{kj}} = \frac{\partial E}{\partial I_k} \bullet \frac{\partial I_k}{\partial w_{kj}} = \frac{\partial E}{\partial I_k}\left\{\frac{\partial\left(\sum_j y_j w_{kj}\right)}{\partial w_{kj}}\right\} \tag{2-29}$$

และเนื่องจาก

$$\frac{\partial}{\partial w_{kj}}\sum_j y_j w_{kj} = y_j \tag{2-30}$$

และ

$$\frac{\partial E}{\partial I_k} = \frac{\partial E}{\partial z_k} \bullet \frac{\partial z_k}{\partial I_k} = -(t_k - z_k) f'(I_k) \tag{2-31}$$

จะได้

$$\frac{\partial E}{\partial z_k} = -(t_k - z_k) \text{ และ } \frac{\partial z_k}{\partial I_k} = f'(I_k) \tag{2-32}$$

เมื่อ

$$\delta_k = (t_k - z_k) f'(I_k) \tag{2-33}$$

ในทำนองเดียวกันค่าปรับแก้น้ำหนักชั้น Input กับชั้นซ่อน จะสามารถหาได้

$$\Delta v_{ji} = -\eta \frac{\partial E}{\partial v_{ji}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial H_j} \bullet \frac{\partial H_j}{\partial v_{ji}} \tag{2-34}$$

โดย

$$\frac{\partial H_j}{\partial v_{ji}} = \sum_i \frac{\partial}{\partial v_{ji}} \left(v_{ji} x_i \right) = x_i \tag{2-35}$$

และ

$$\frac{\partial E}{\partial H_j} = \frac{\partial E}{\partial y_j} \bullet \frac{\partial y_j}{\partial H_j} = \frac{\partial E}{\partial y_j} f'\left(H_j \right) \tag{2-36}$$

โดย

$$\frac{\partial E}{\partial y_j} = \frac{1}{2} \sum_k \frac{\partial \left\{ t_k - f\left(\sum_j w_{kj} y_j \right) \right\}^2}{\partial y_j} \tag{2-37}$$

$$= -\sum_k \left(t_k - z_k \right) f'\left(I_k \right) w_{kj} \tag{2-38}$$

ดังนั้นจะได้สมการ

$$\Delta v_{ji} = \eta \delta_j x_i = \eta x_i f'\left(H_j \right) \sum_j \delta_k w_{kj} \tag{2-39}$$

เมื่อ

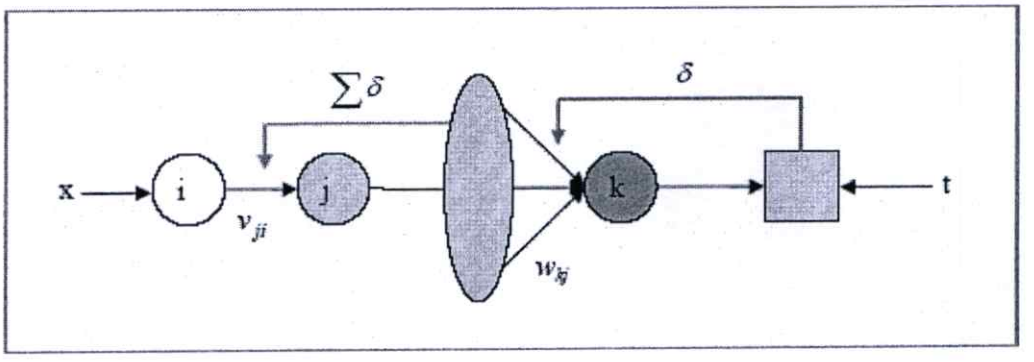
$$\delta_j = f'\left(H_j \right) \sum_k \delta_k w_{kj} \tag{2-40}$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบ Output ที่ได้จากการคำนวณกับ Output เป้าหมาย แล้วจะทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนและส่งค่าความคลาดเคลื่อนใหม่นี้ผ่านในทิศทางย้อนกลับเข้าสู่กระบวนการปรับแก่ค่าถ่วงน้ำหนัก โดยค่าถ่วงน้ำหนักใหม่จะถูกปรับแก้ตามสมการ

$$w_{kj}^{new} = w_{kj}^{old} + \Delta w_{kj} = w_{kj}^{old} + \eta y_j \left(t_k - z_k \right) f'\left(I_k \right) \tag{2-41}$$

$$v_{ji}^{new} = v_{ji}^{old} + \Delta v_{ji} = v_{ji}^{old} + \eta x_i f'\left(H_j \right) \sum_k \delta_k w_{kj} \tag{2-42}$$

กระบวนการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนักในชั้นต่างๆ แสดงดังนี้

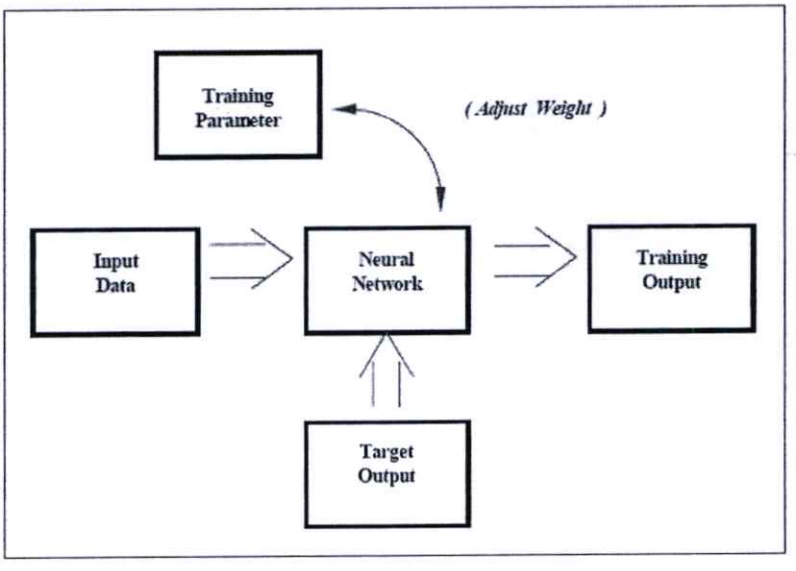


รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการปรับแก้น้ำหนักแบบ BP

2.2.6 การเรียนรู้สำหรับ Neural Network

1. การเรียนแบบมีการสอน (Supervised Learning)

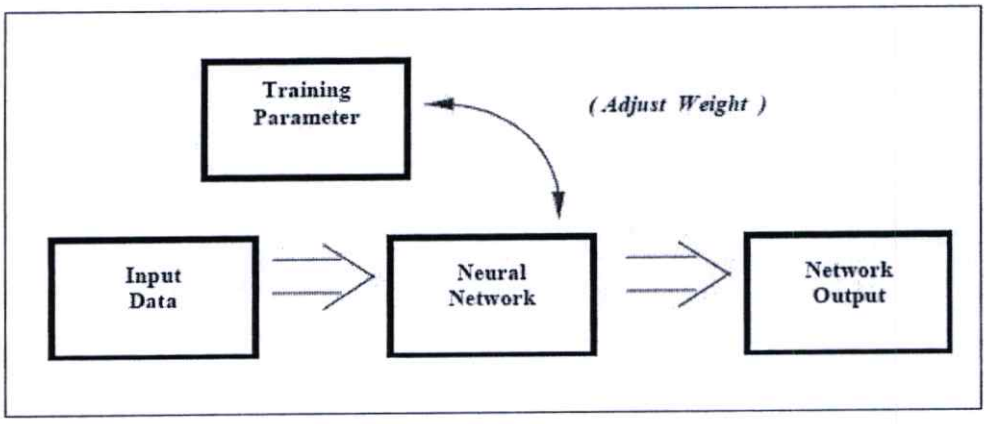
เป็นการเรียนแบบที่มีการตรวจคำตอบเพื่อให้นิวรอลเน็ตเวิร์คปรับตัว ชุดข้อมูลที่ใช้สอนจะมีคำตอบไว้คอยตรวจดูว่านิวรอลเน็ตเวิร์คให้คำตอบที่ถูกหรือไม่ ถ้าตอบไม่ถูก นิวรอลเน็ตเวิร์คก็จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น (เปรียบเทียบกับคน เหมือนกับการสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ)



รูปที่ 2.14 แสดงการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning)

2. การเรียนแบบไม่มีการสอน (Unsupervised Learning)

เป็นการเรียนแบบไม่มีผู้แนะนำ ไม่มีการตรวจคำตอบว่าถูกหรือผิด นิวรอลเน็ตเวิร์คจะจัดเรียงโครงสร้างด้วยตัวเองตามลักษณะของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้ นิวรอลเน็ตเวิร์คจะสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ (เปรียบเทียบกับคน เช่น การที่เราสามารถแยกแยะพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ตามลักษณะรูปร่างได้เองโดยไม่มีใครสอน)



รูปที่ 2.15 แสดงการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน Unsupervised Learning

2.2.7 การประยุกต์ใช้งาน Neural Network

เนื่องจากความสามารถในการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของระบบที่มีความซับซ้อนจากข้อมูลที่ป้อนให้เรียนรู้ การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทจึงเป็นทางเลือกใหม่ ซึ่งมีผู้นำมาประยุกต์ใช้งานหลายประเภท ได้แก่

1. งานการจดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอน เช่น ลายมือ ลายเซนต์ ตัวอักษร รูปหน้า

2. งานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ (มี inputs และ outputs แต่ไม่ทราบว่า inputs กับ outputs มีความสัมพันธ์กันอย่างไร)

3. งานที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

4. งานจัดหมวดหมู่และแยกแยะสิ่งของ

5. งานทำนาย เช่นพยากรณ์อากาศ พยากรณ์หุ้น

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 รายละเอียดและที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการสั่งสินค้าจริงระหว่างปี 2551-2552 มาจากศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่มีขนาดใหญ่เป็นลำดับที่ 2 ของบริษัทซีพีออลล์จำกัดมหาชน ซึ่งทำธุรกิจค้าปลีกร้านเซเว่นอิเลฟเว่น โดยศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมิมีหน้าที่จัดส่งสินค้าตามที่ร้านสาขาต้องการ มีขอบเขตการรับผิดชอบร้านสาขาจำนวน 1,560 ร้านสาขา (ข้อมูล ณ วันที่1 พฤษภาคม 2553) เป็นร้านสาขาในภาคตะวันออก กรุงเทพเขตตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

ทางศูนย์กระจายสินค้าจะทำการรับคำสั่งซื้อจากร้านสาขา ซึ่งคำสั่งซื้อนี้จะประกอบไปด้วยสินค้าจาก 8 แผนก ได้แก่

1. Full Case

   คือสินค้าประเภทจ่ายยกหีบ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายตามหีบห่อที่ได้รับสินค้าจาก Supplier เช่น นมกล่อง ใน 1 หีบ จะมี 48 กล่องเล็ก, ขนมกรุบกรอบ 1 หีบ จะมี 30 ซอง แผนก Full Case จะจ่ายครั้งละ 1 หีบ

2. Break Case

   คือสินค้าประเภทแกะจ่าย ปริมาณการจ่ายจะจ่ายตามบรรจุภัณฑ์ภายในหีบ กล่าวคือ เมื่อเปิดหีบออกจะพบบรรจุภัณฑ์ภายใน เช่น ผงซักฟอก เมื่อเปิดหีบออกจะพบห่อภายใน ในแต่ละห่อจะบรรจุถุงผงซักฟอกห่อละ 6 ถุง แผนก Break Case จะจ่ายครั้งละ 1 ห่อ

3. Security

   คือสินค้าประเภทควบคุมพิเศษ เนื่องจากมีแนวโน้มว่าอาจเกิดอันตราย หรือการทุจริต เช่น เหล้า, บุหรี่, ไพ่, ถ่านไฟฉาย, ไม้ขีดไฟ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายในรูปแบบเดียวกับสินค้า Break Case

4. Strong Room

   คือสินค้าประเภทบัตร เช่น บัตรเติมเงินโทรศัพท์มือถือ, บัตรโทรศัพท์ต่างประเทศ, ซิมโทรศัพท์มือถือ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายรูปแบบเดียวกับสินค้า Break Case

5. Entertain

   คือสินค้าเพื่อความบันเทิง เช่น CD, VCD ปริมาณการจ่ายจะจ่ายครั้งละ 1 แผ่น

6. POP

คือสินค้าส่งเสริมการขาย เป็นเอกสารประกอบการขายในรูปแบบใบปลิว, สื่อวิดิทัศน์, ป้ายประกาศ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายครั้งละ 1 ชิ้น เช่น CD 1 แผ่น, ใบปลิว 1 แผ่น

7. Supply Use

คือสินค้าวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ, ปากกา, ลวดเสียบกระดาษ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายครั้งละ 1 ชิ้น เช่น กระดาษ 1 ห่อ, ปากกา 1 ด้าม

8. Book Smile

คือสินค้าหนังสือ ปริมาณการจ่ายจะจ่ายครั้งละ 1 เล่ม

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลการสั่งสินค้า

Day	Full Case	Break Case	Security	Strong Room	Entertain	POP	Supply Use	Book Smile
จันทร์	119,417	69,687	45,033	46,796	43,344	6,750	7,568	8,094
อังคาร	225,400	274,259	6,797	54,579	32,211	4,177	4,544	8,167
พุธ	97,537	210,633	45,975	52,186	26,279	4,313	5,379	5,204
พฤหัส	4,728	81,327	32,558	40,501	28,715	4,089	2,977	4,616
ศุกร์	115,382	21,916	47,703	56,429	33,155	5,562	5,381	5,226
เสาร์	110,469	210,118	42,607	52,078	40,333	5,907	4,785	4,528

ปริมาณการสั่งสินค้ารวมทั้งหมดในแต่ละวันจะถูกเรียกว่า Workload ซึ่งจาก 8 แผนกข้างต้น แผนกที่มีความสำคัญในการวางแผนการทำงานของทางศูนย์กระจายสินค้ามากที่สุด คือ แผนก Full Case เนื่องจากเป็นแผนกที่มีรูปแบบการจัดสินค้าที่ใช้เวลาและบุคลากรมากที่สุด ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า หากพยากรณ์ Workload ของแผนก Full Case ผิดพลาดจะทำให้การดำเนินการต่างๆคลาดเคลื่อนหรืออาจผิดพลาดได้

เนื่องข้อจำกัดของการใช้โปรแกรม Matlab ในกรณีคำนวณค่าตัวเลขระดับ 5-6 หลัก จะทำให้การคำนวณใช้เวลามาก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบถึง 7,020 รอบ ทางผู้วิจัยจึงทำการ Normalize โดยหารด้วย 10,000 ทุกค่า เพื่อลดเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลการสั่งสินค้าที่ Normalize แล้ว

Day	Full Case	Break Case	Security	Strong Room	Enter tain	POP	Supply Use	Book Smile
จันทร์	11.9417	26.9687	4.5033	4.6796	4.3344	0.6750	0.7568	0.8094
อังคาร	22.5400	27.4259	4.6797	5.4579	3.2211	0.4177	0.4544	0.8167
พุธ	9.7537	21.0633	4.5975	5.2186	2.6279	0.4313	0.5379	0.5204
พฤหัส	8.4728	18.1327	3.2558	4.0501	2.8715	0.4089	0.2977	0.4616
ศุกร์	11.5382	22.1916	4.7703	5.6429	3.3155	0.5562	0.5381	0.5226
เสาร์	11.0469	21.0118	4.2607	5.2078	4.0333	0.5907	0.4785	0.4528

ในการทดลองนี้ ได้เจาะจงไปที่แผนก Full Case โดยใช้ข้อมูลระหว่าง ปี 2551-2552 จำนวน 620 เรคคอร์ด ซึ่งนำมาจัดรูปแบบเพื่อ Train ใน Neural network โดยจัดรูปแบบตามรอบสัปดาห์ กล่าวคือ Input เป็นข้อมูลตั้งแต่วันจันทร์ ถึง เสาร์ Output คือวันจันทร์ถัดไป (ศูนย์กระจายสินค้ามีการสั่งสินค้าสัปดาห์ละ 6 วัน)

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างข้อมูล Input เพื่อทำการ Train

Input						
Day	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	Workload 5	Workload 6
1	11.9417	22.54	9.7537	8.4728	11.5382	11.0469
2	22.54	9.7537	8.4728	11.5382	11.0469	10.7589
3	9.7537	8.4728	11.5382	11.0469	10.7589	10.5378
4	8.4728	11.5382	11.0469	10.7589	10.5378	8.7929
5	11.5382	11.0469	10.7589	10.5378	8.7929	8.0875
6	11.0469	10.7589	10.5378	8.7929	8.0875	10.7134
1	10.7589	10.5378	8.7929	8.0875	10.7134	10.4064

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างข้อมูล Input เพื่อทำการ Train (ต่อ)

Input						
Day	Workload 1	Workload 2	Workload 3	Workload 4	Workload 5	Workload 6
3	8.7929	8.0875	10.7134	10.4064	9.0449	8.7387
4	8.0875	10.7134	10.4064	9.0449	8.7387	8.1311
5	10.7134	10.4064	9.0449	8.7387	8.1311	7.4475
6	10.4064	9.0449	8.7387	8.1311	7.4475	9.9811

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างข้อมูล Output เพื่อทำการ Train

Output	
Day	Workload
01	10.7589
02	10.5378
03	8.7929
04	8.0875
05	10.7134
06	10.4064
01	9.0449
02	8.7387
03	8.1311
04	7.4475
05	9.9811
06	9.6452

3.2 วิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยวิธีการดั้งเดิม

ในปัจจุบันทางศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมิ ได้ทำการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยวิธีเก็บข้อมูลในอดีต มาคำนวณด้วย Model ที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งพยากรณ์โดยสมการดังนี้

Forecasting = %Power Module W_i * %Power Day D_k

เมื่อ

%Power Month M_j = อัตราส่วนแบ่งแต่ละแผนกรายเดือน

%Power Day D_k = อัตราส่วนแบ่งแต่ละแผนกรายวัน

%Power Week W_i = ค่าเฉลี่ยยอดสั่งซื้อแบ่งตามสัปดาห์

St.perDay = จำนวนร้านสาขา

Avg.UseperStore = ยอดสั่งซื้อสินค้าเฉลี่ยต่อร้านสาขา

% Varriance = ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

WorkingDay = จำนวนวันที่มีการจัดส่งสินค้าของเดือนที่ต้องการพยากรณ์

WorkloadperDay = ยอดสั่งสินค้าต่อเดือน คำนวณจากจำนวนวันทำงาน

= (St.perDay * Avg.UseperStore) * WorkingDay

Variance.Standard = อัตราค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

= % Varriance * WorkloadperDay

WorkLoadPower Month = ยอดสั่งสินค้าที่ประมาณการว่าจะมีการสั่งในเดือนนั้น

= WorkloadperDay + Variance.Standard

%Power ModuleDept = อัตราส่วนยอดสั่งซื้อของแต่ละแผนก

= WorkLoadPower Month * %Power Month M_j

%Power Module W_i = %Power Module Dept * (%Power Week W_i)

j = ลำดับเดือน 1, 2, 3,..., 12

i = ลำดับของสัปดาห์ 1, 2, 3, 4, 5

k = ลำดับของวัน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

ตัวอย่างการพยากรณ์

ต้องการพยากรณ์ยอดสั่งสินค้าแผนก Full Case วันที่ 1 มกราคม 2553 เก็บข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม 2552- -31 สิงหาคม 2552 Work Load รวม = 30,856,446 Unit Ship

อัตราส่วนแบ่งแผนก Full Case รายเดือน (%Power Month M)

เดือน 1 = 22.13%

เดือน 2 = 25.29%

เดือน 3 = 25.85%

เดือน 4 = 25.84%

เดือน 5 = 24.07%

เดือน 6 = 24.49%

เดือน 7 = 23.29%

เดือน 8 = 24.76%

เดือน 9 = 23.29%

เดือน 10 = 24.76%

เดือน 11 = 23.29%

เดือน 12 = 24.76%

อัตราส่วนแบ่งแผนก Full Case รายวัน (%Power Day D)

วันจันทร์ 5,433,427 Unit Ship = 17.61%

วันอังคาร 4,919,632 Unit Ship = 15.94%

วันพุธ 4,408,216 Unit Ship = 14.29%

วันพฤหัส 4,414,185 Unit Ship = 14.31%

วันศุกร์ที่ 5,503,691 Unit Ship = 17.84%

วันเสาร์ 6,177,295 Unit Ship = 20.02%

ค่าเฉลี่ยแบ่งตามสัปดาห์ได้ดังนี้ (%Power Week W)

สัปดาห์ที่ 1 = 160,763 Unit Ship = 21.62 %

สัปดาห์ที่ 2 = 143,074 Unit Ship = 19.24 %

สัปดาห์ที่ 3 = 137,882 Unit Ship = 18.55 %

สัปดาห์ที่ 4 = 150,825 Unit Ship = 20.29 %

สัปดาห์ที่ 5 = 150,896 Unit Ship = 20.30 %

St.perDay = จำนวนร้านสาขา

= 1290 สาขา

Avg.UseperStore = ยอดสั่งซื้อสินค้าเฉลี่ยต่อร้านสาขา

= 507 Unit Ship

% Varriance = ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

= 16.69 %

WorkingDay = จำนวนวันที่มีการจัดส่งสินค้าของเดือนที่ต้องการพยากรณ์

= 26 วัน

WorkloadperDay = ยอดสั่งสินค้าต่อเดือน คำนวณจากจำนวนวันทำงาน

= (St.perDay * Avg.UseperStore) * WorkingDay

= (1290 * 507) * 26

= 16,999,136

Variance.Standard = อัตราค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

= % Varriance * WorkloadperDay

= 16.69%*16,199,136

= 2,836,476

WorkLoadPower Month = ยอดสั่งสินค้าที่ประมาณการว่าจะมีการสั่งในเดือนนั้น

= WorkloadperDay + Variance.Standard

= 16,999,136 + 2,836,476

= 19,835,612

%Power Module = อัตราส่วนยอดสั่งซื้อของแต่ละแผนก

= WorkLoadPower Month * %Power Month M1

= 19,835,612 * เดือน 1 = 22.13%

= 4,389,306

%Power Module W1 = %Power Module * (%Power Week W1)

= 4,389,306 * 21.62%

= 949,154.58

Forecasting = %Power Module W1 * %Power Day D_5

= 949,154.58 * 17.84%

=169,329

จาก Model ของศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมิ สามารถพยากรณ์อัตราการสั่งสินค้าในวันที่ 1 มกราคม 2553 เป็นจำนวน 169,329 ชิ้น ซึ่งอัตราการสั่งสินค้าจริงเป็นจำนวน 161,684 ชิ้น สามารถคำนวณความแม่นยำได้ที่ 95.27%

3.3 การจัดเรียง Transfer Function

Transfer Function มี 2 รูปแบบคือ ฟังก์ชั่นเชิงเส้น (Linear Function) และฟังก์ชั่นไม่เชิงเส้น (Nonlinear Function) ในการสร้าง Multi-Layer Neural Network การจัดเรียง Transfer Function ในรูปแบบต่างๆมีผลต่อผลลัพธ์ของ Neural Network แต่วิธีการจัดเรียงมีหลายรูปแบบ หากใช้ Transfer Function รูปแบบเดียวกันเรียงกันซ้ำๆ อาจให้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีนัก ทางผู้ทำการวิจัยจึงทำการทดสอบโดยใช้ Transfer Function แบบเดียวกันใน Neural Network ดังนี้

3.3.1 ทดสอบโดยใช้ฟังก์ชั่นเชิงเส้นทั้งหมด

ทดสอบโดยสร้าง Multi-layer Neural Network 5 Layer โดยกำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
  Transfer Function Purelin
- Hidden Layer 3 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 5 Node
  ชั้นที่ 1 Transfer Function Purelin
  ชั้นที่ 2 Transfer Function Purelin
  ชั้นที่ 3 Transfer Function Purelin
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
  Transfer Function Purelin

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการทดสอบโดยใช้ Transfer Function เชิงเส้น

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5
6.5626E+100	1.2104E+105	8.6896E+118	1.1893	4.5165E+138

รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9	รอบที่ 10
9.1203	6.7169E+104	0.1359	1.6664E+141	Inf

จากตาราง 3.5 จะเห็นได้ว่า การใช้ Transfer Function แบบเชิงเส้นในการทดสอบรอบที่ 4, 6 และ8 สามารถให้ผลการทดสอบได้ แต่ในรอบ 1, 2, 3, 5, 7, 9 และ 10 ไม่สามารถแสดงผลการทดสอบได้ เนื่องจาก ค่า MSE สูงมากจน Matlab ไม่สามารถรองรับการคำนวณได้

3.3.2 ทดสอบโดยใช้ฟังก์ชั่นไม่เชิงเส้นทั้งหมด

ทดสอบโดยสร้าง Multi-layer Neural Network 5 Layer โดยกำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
  Transfer Function Tansig
- Hidden Layer 3 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 5 Node
  ชั้นที่ 1 Transfer Function Tansig
  ชั้นที่ 2 Transfer Function Tansig
  ชั้นที่ 3 Transfer Function Tansig
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
  Transfer Function Tansig

ตารางที่ 3.6 แสดง MSE เริ่มต้นโดยใช้ Transfer Function ไม่เชิงเส้น

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5
1.9180	1.4284	1.1347	1.4157	1.9259

รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9	รอบที่ 10
1.3709	1.7000	1.3254	1.4451	2.0571

ตารางที่ 3.7 แสดง MSE เมื่อจบการ Trainโดยใช้ Transfer Function ไม่เชิงเส้น

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5
0.1433	0.1378	0.1378	0.1406	0.1409

ตารางที่ 3.7 แสดง MSE เมื่อจบการ Train โดยใช้ Transfer Function ไม่เชิงเส้น (ต่อ)

รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9	รอบที่ 10
0.1433	0.1255	0.1261	0.1320	1.2359

จากตารางผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า การใช้ Transfer Function แบบไม่เชิงเส้นในการทดสอบสามารถให้ผลการทดสอบได้ในทุกรอบการทดลอง แต่ค่า MSE ถือว่าค่อนข้างสูง

3.3. ทดสอบโดยใช้ฟังก์ชั่นแบบผสม

ทดสอบโดยสร้าง Multi-layer Neural Network 5 Layer โดยกำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
  Transfer Function Purelin
- Hidden Layer 3 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 5 Node
  ชั้นที่ 1Transfer Function Tansig
  ชั้นที่ 2Transfer Function Purelin
  ชั้นที่ 3Transfer Function Tansig
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
  Transfer Function Purelin

ตารางที่ 3.8 แสดง MSE เริ่มต้นโดยใช้ Transfer Function แบบผสม

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5
3.0575	1.8225	4.2229	2.2498	4.9380

รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9	รอบที่ 10
6.7449	3.5113	6.2095	2.2500	2.6835

ตารางที่ 3.9 แสดง MSE เมื่อจบการ Train โดยใช้ Transfer Function แบบผสม

รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5
0.0551	0.0595	0.0721	0.0611	0.0595

รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9	รอบที่ 10
0.0623	0.0594	0.0655	0.0570	0.0562

จากตารางผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า การใช้ Transfer Function แบบผสมในการทดสอบสามารถให้ผลการทดสอบได้ในทุกรอบการทดลอง ในช่วงต้นของการทดลองค่า MSE จะสูงกว่าการใช้ Transfer Function แบบไม่เชิงเส้น แต่เมื่อจบการทดลองแล้วค่า MSE จะลดลงมาก

จากผลการทดลองการเรียง Transfer Function ทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปได้ว่าการใช้ Transfer Function แบบผสมดีที่สุด

3.4 การกำหนดชุด Node

ในการวิจัยจะกำหนดชุด Node สำหรับทดลอง ซึ่งชุด Node ได้จากการทำการทดลองขั้นต้นโดยสร้าง Multi-layer Neural Network 3 Layer กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ใช้ Transfer Function Purelin
- Hidden Layer 1 ชั้น ใช้ Transfer Function Tansig
- Output Layer 1 ชั้น ใช้ Transfer Function Logsig

ตารางที่ 3.10 แสดงผลการทดลองเพื่อกำหนดชุด Node

Input Layer	Hidden Layer	Output Layer	Start MSE	End MSE
1	1	2	1.2400	0.6270
1	2	2	1.2600	0.7050
1	3	2	1.6100	1.4600
1	4	2	0.9470	0.7110

ตารางที่ 3.10 แสดงผลการทดลองเพื่อกำหนดชุด Node (ต่อ)

Input Layer	Hidden Layer	Output Layer	Start MSE	End MSE
1	5	2	1.5300	0.6050
2	1	2	1.8300	1.1000
2	2	2	0.9930	0.6900
2	3	2	1.4900	0.5950
2	4	2	1.2300	0.5550
2	5	2	1.2300	0.7260
3	1	2	1.5100	0.6670
3	2	2	1.7100	1.0000
3	3	2	1.3000	0.6630
3	4	2	1.7500	0.7460
3	5	2	1.8100	0.6100
4	1	2	1.5200	1.0300
4	2	2	1.3200	1.1000
4	3	2	1.1900	0.5840
4	4	2	1.4100	0.6900
4	5	2	0.7850	0.5290
5	1	2	1.7200	1.0300
5	2	2	1.2500	0.6090
5	3	2	1.2700	0.5860
5	4	2	0.7460	0.5530
5	5	2	0.7020	0.5110

จากตารางแสดงการทดลอง จะเห็นได้ว่า ชุด Node แบบ Input Layer 5 Node, Hidden Layer 5 Node และ Output Layer 2 Node ให้ผล MSE ที่ดีที่สุด ผู้ทำการวิจัยจึงกำหนดชุด Node สำหรับทดลองเป็น 2 ชุด ดังนี้

1. Input Layer 5 Node, Hidden Layer 5 Node และ Output Layer 2 Node
2. Input Layer 10 Node, Hidden Layer 10 Node และ Output Layer 2 Node

3.4 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด (Mean Square Error)

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของเน็ตเวิร์กเป็นค่าผลรวมของค่าเฉลี่ยความผิดพลาด หรือเรียกว่า Mean Square error (MSES) ที่เกิดจากการฝึกสอนข่ายประสาทเทียมแบบมีผู้สอน การเรียนรู้ ต้องมีการเตรียมชุดของข้อมูลให้กับเน็ตเวิร์กเพื่อใช้ในการปรับพฤติกรรมระบบโดยจัดเตรียมข้อมูลเป็นชุด ๆดังนี้

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_2\}, \{p_3, t_3\} \ldots\ldots \{p_Q, t_Q\}$$

เมื่อ p_Q เป็นข้อมูลนำเข้าของเน็ตเวิร์ก และ t_Q เป็นค่าเป้าหมายที่ต้องการของผลลัพธ์ นิวรอลเน็ตเวิร์กจะรับค่าข้อมูลนำเข้า แล้วให้ค่าผลลัพธ์ออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับค่าของค่าเป้าหมายที่กำหนดให้เดิม ค่าผิดพลาดที่ได้คำนวนจากค่าผลลัพธ์ของนิวรอลเน็ตเวิร์กลบด้วยค่าเป้าหมาย ซึ่งต้องลดผลรวมค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดให้น้อยที่สุด สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - z_i)^2$$

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะแสดงผลการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนการทดลอง ส่วนแรกจะแสดงผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้รูปแบบการกำหนด Layer และจัดเรียง Transfer Function ที่แตกต่างกัน โดยจะกำหนด Layer ของ Neural Network เป็น 3 ชุดการทดลอง ในส่วนที่สองจะแสดงผลการทดลองที่ได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ Neural Network เปรียบเทียบกับวิธีการปัจจุบัน

4.1 ระบบคอมพิวเตอร์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	: Intel Pentium Dual CPU T3400 2.16GH
หน่วยความจำ (RAM)	: 2 GB SD-RAM
หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk)	: 200 GB
ระบบปฏิบัติการ (OS)	: Windows
โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา	: MATLAB

4.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองได้กำหนดกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. Multi-Layers Neural Network 3 Layers
2. Multi-Layers Neural Network 4 Layers
3. Multi-Layers Neural Network 5 Layers

ในแต่ละกลุ่มการทดลองได้ทำการจัดรูปแบบการเรียง Transfer Function โดยหา Sample Space ทั้งหมด ซึ่งจะมีจำนวนตามสมการ ดังนี้

$$N(s) = A^{B}$$

เมื่อ N(s) = จำนวนสมาชิกใน Simple Space

A = จำนวนเหตุการณ์, B = จำนวนครั้ง

และในแต่กลุ่มการทดลองจะทำการทดลอง 2 ชุด Node ดังนี้

- ชุด Node ที่ 1 คือ Input Layer 5 Node , Hidden Layer 5 Node , Output Layer 2 Node
- ชุด Node ที่ 2 คือ Input Layer 10 Node , Hidden Layer 10 Node , Output Layer 2 Node

ในแต่ละรูปแบบการเรียง Transfer Function จะทำการทดลอง 10 รอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ย MSE เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุด

4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network 3 Layer

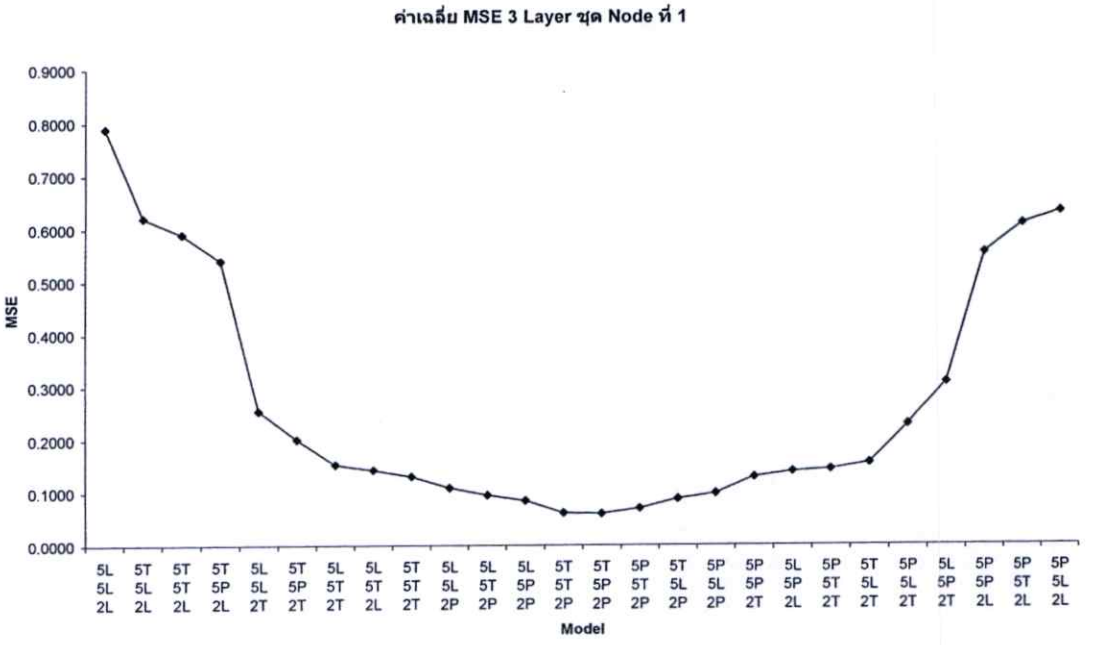
4.3.1.1 ชุด Node ที่ 1 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
- Hidden Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 24 รูปแบบ

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 3 Layer ชุด Node ที่ 1

Model	Input Layer		Hidden Layer		Output Layer	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig

ผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 1



รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 1

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer ชุด Node ที่ 1

Model	Average	Min	Max
5Tansig 5Purelin 2Purelin	0.0595	0.0546	0.0642
5Logsig 5Purelin 2Tansig	0.3077	0.1378	1.7404
5Tansig 5Purelin 2Purelin	0.0595	0.0546	0.0642

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 5Tansig 5Purelin 2Purelin

Average MSE = 0.0595

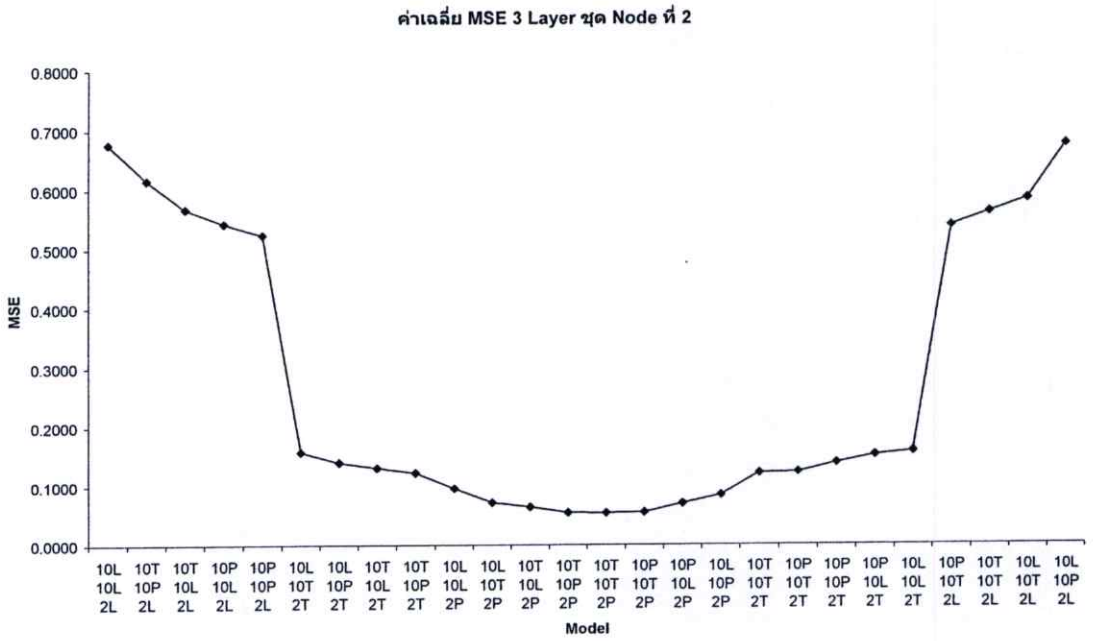
4.3.1.2 ชุด Node ที่ 2 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 10 Node
- Hidden Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 10 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 24 รูปแบบ

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 3 Layer ชุด Node ที่ 2

Model	Input Layer		Hidden Layer		Output Layer	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10T 2T	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 2L	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 2P	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 2T	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig

ผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 2



รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง 3 Layer ชุด Node ที่ 2

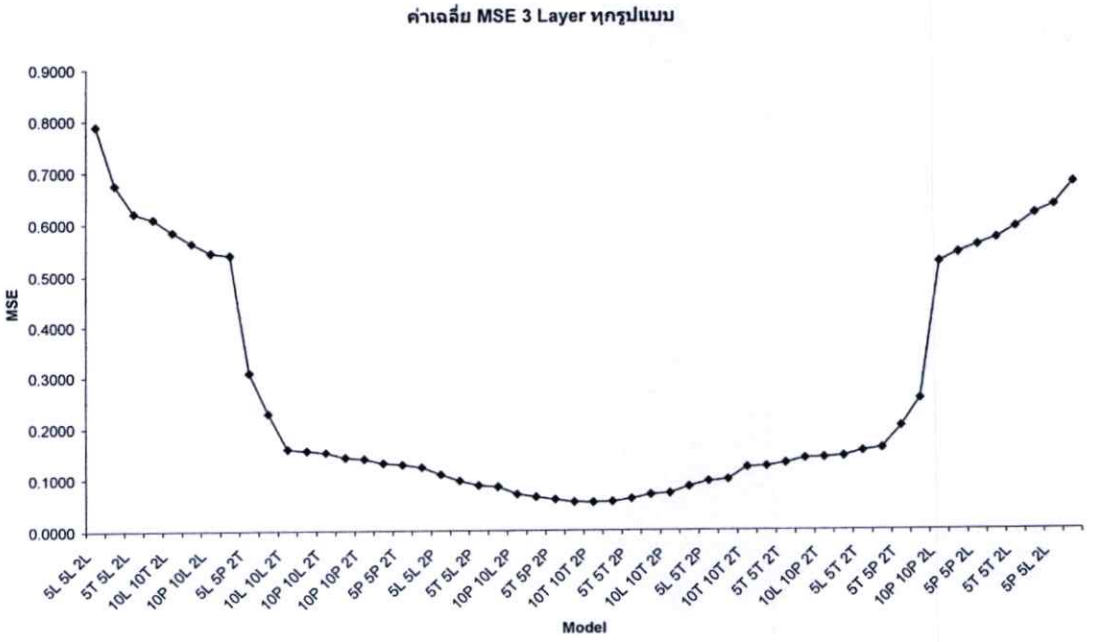
ตารางที่ 4.4 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer ชุด Node ที่ 2

Model	Average	Min	Max
10Tansig 10Purelin 2Purelin	0.0545	0.0497	0.0653
10Logsig 10Logsig 2Logsig	0.6767	0.5563	1.2494
10Tansig 10Tansig 2Purelin	0.0540	0.0509	0.0555

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10 Tansig 10 Tansig 2 Purelin

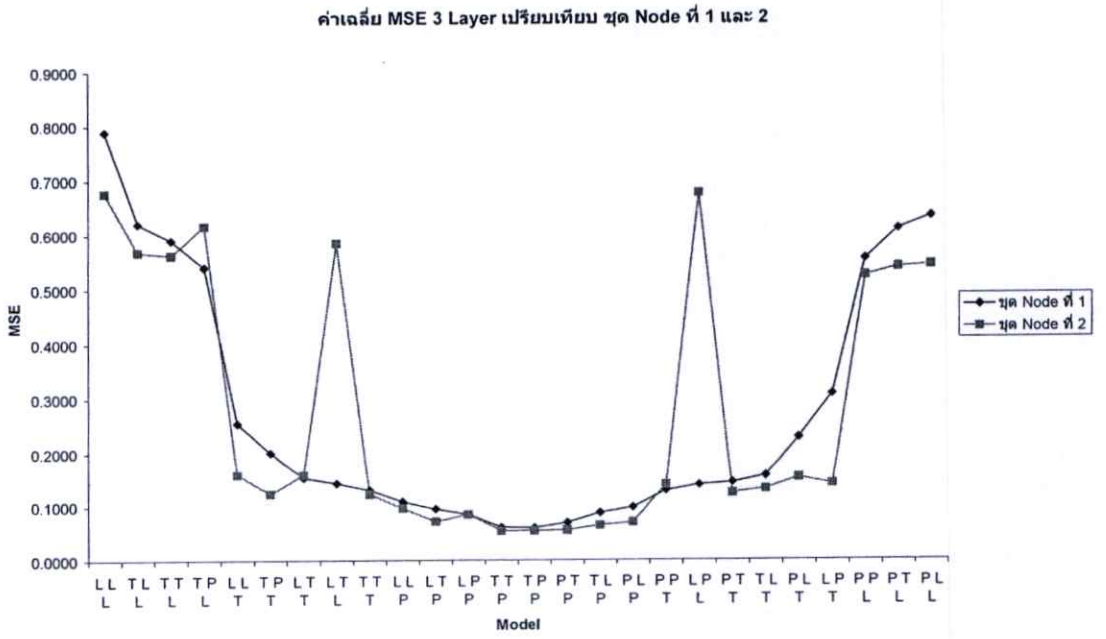
Average MSE = 0.0540

4.3.1.3 Graph แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function



รูปที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 3 Layer

4.3.1.4 Graph แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดเรียง Transfer Function แบบเดียวกัน แต่จำนวน Node ในการทดลองแตกต่างกัน



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 3 layer

Model	Average	Min	Max
10Tansig 10Purelin 2Purelin	0.0545	0.0497	0.0653
5Logsig 5Purelin 2Tansig	0.3077	0.1378	1.7404
10Tansig 10Tansig 2Purelin	0.0540	0.0509	0.0555

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10Tansig 10Tansig 2Purelin

Average MSE = 0.0540

4.3.2 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network Model 4 Layer

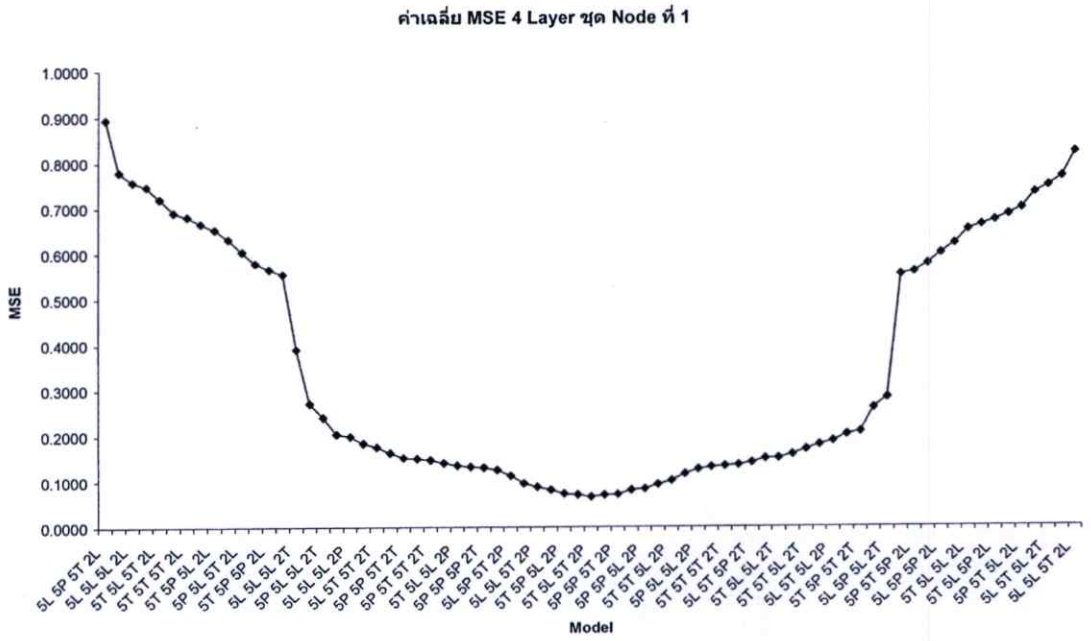
4.3.2.1 ชุด Node ที่ 1 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
- Hidden Layer 2 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 5 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 81 รูปแบบ

ตารางที่ 4.6 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 4 Layer ชุด Node ที่ 1

Model	Input Layer		Hidden Layer				Output Layer	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig

ผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 1



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 1

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer ชุด Node ที่ 1

Model	Average	Min	Max
5Tansig 5Tansig 5Tansig 2Purelin	0.0697	0.0554	0.0900
5Logsig 5Purelin 5Tansig 2Logsig	0.8942	0.5576	1.9524
5Tansig 5Logsig 5Tansig 2Purelin	0.0658	0.0583	0.0772

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 5Tansig 5Logsig 5Tansig 2Purelin

Average MSE = 0.0658

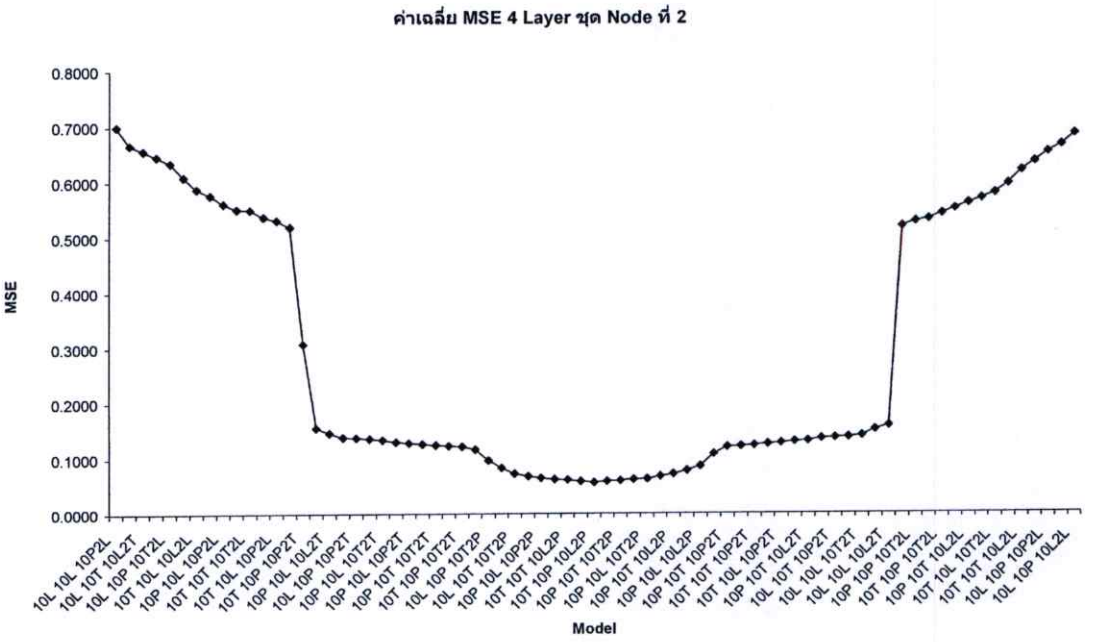
4.3.2.2 ชุด Node ที่ 2 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 10 Node
- Hidden Layer 2 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 10 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 81 รูปแบบ

ตารางที่ 4.8 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 4 Layer ชุด Node ที่ 2

Model	Input Layer		Hidden Layer				Output Layer	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10L 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10L 10T 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10L 10T 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10L 10T 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 10P 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig

ผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 2



รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดลอง 4 Layer ชุด Node ที่ 2

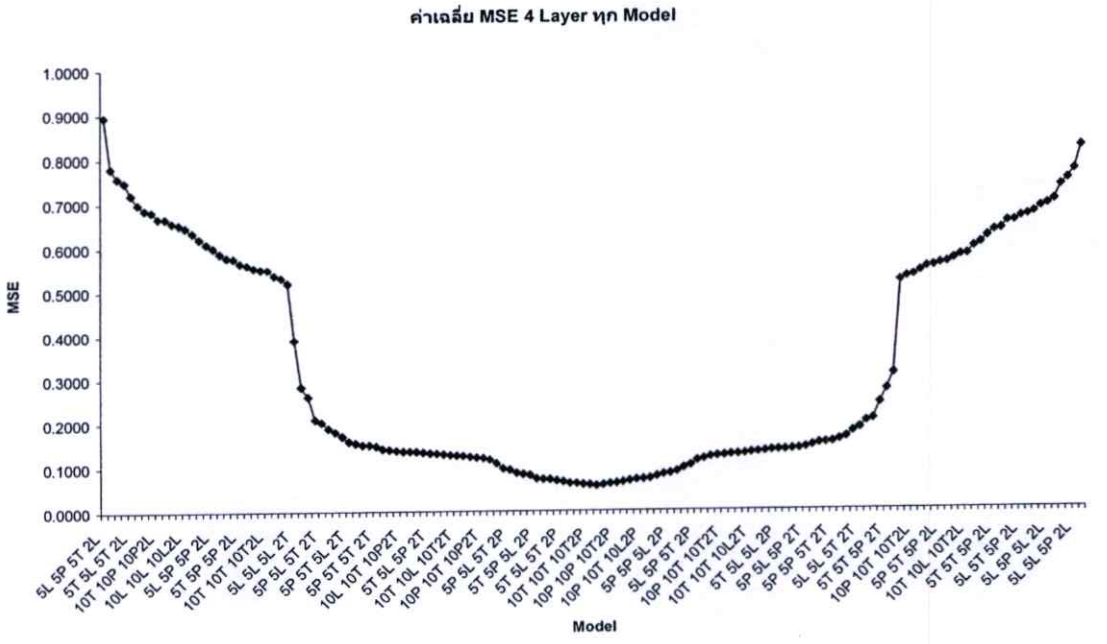
ตารางที่ 4.9 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer ชุด Node ที่ 2

Model	Average	Min	Max
10Purelin 10Purelin 10Tansig 2Purelin	0.0619	0.0478	0.0749
10Tansig 10Purelin 10Purelin 2Tansig	0.3074	0.1191	1.9597
10Tansig 10Purelin 10Logsig 2Purelin	0.0563	0.0500	0.0589

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10Tansig 10Purelin 10Logsig 2Purelin

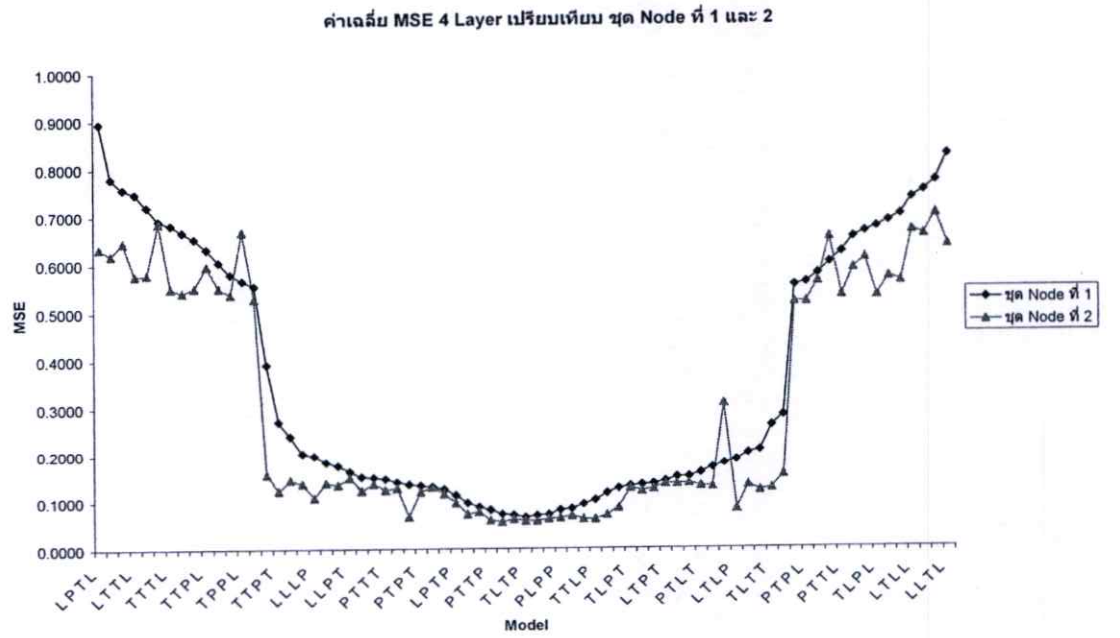
Average MSE = 0.0563

4.3.2.3 Graph แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function



รูปที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ย MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 4 Layer

4.3.2.4 Graph แสดงการเปรียบเทียบ การทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดเรียง Transfer Function แบบเดียวกัน แต่จำนวน Node ในการทดลองแตกต่างกัน



รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2

ตารางที่ 4.10 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 4 layer

Model	Average	Min	Max
10Purelin 10Purelin 10Tansig 2Purelin	0.0619	0.0478	0.0749
10Tansig 10Purelin 10Purelin 2Tansig	0.3074	0.1191	1.9597
10Tansig 10Purelin 10Logsig 2Purelin	0.0563	0.0500	0.0589

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10Tansig 10Purelin 10Logsig 2Purelin

Average MSE = 0.0563

4.3.3 การทดลองโดยใช้ Multi-Layers Neural Network Model 5 Layer

4.3.3.1 ชุด Node ที่ 1 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 5 Node
- Hidden Layer 3 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 5 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 243 รูปแบบ

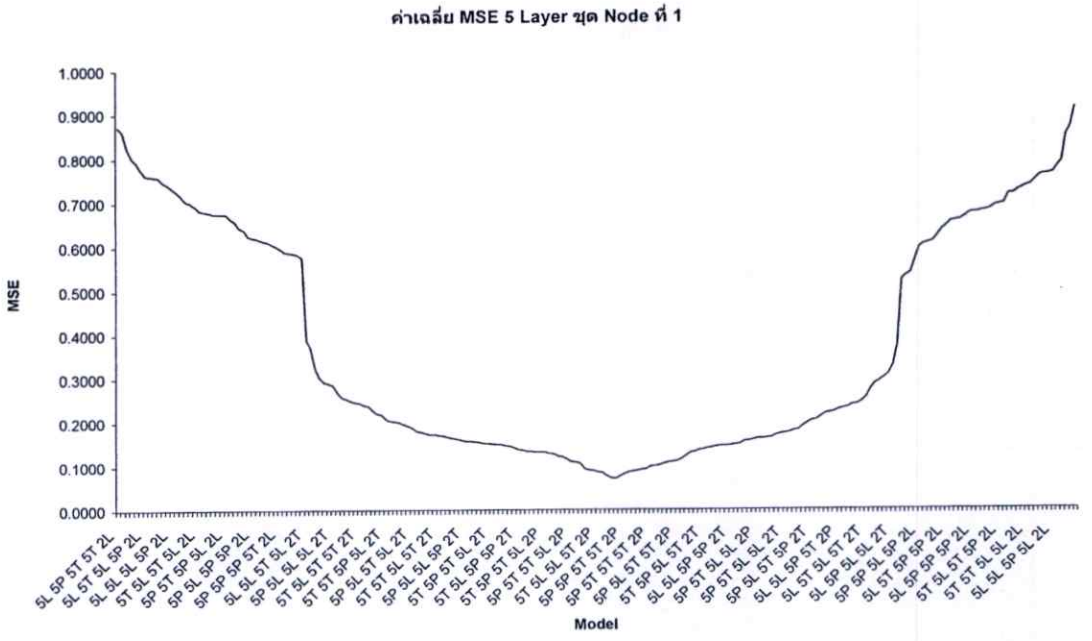
ตารางที่ 4.11 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 1

Model	Input Layer		Hidden Layer			
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig

ตารางที่ 4.11 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 1 (ต่อ)

Model	Hidden Layer (ต่อ)		Output Layer	
	ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 5L 2L	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5L 5L 2T	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5L 5L 2P	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5L 5T 2L	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5L 5T 2T	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5L 5T 2P	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5L 5P 2L	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5L 5P 2T	5	Purelin	2	Tansig

ผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 1



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 1

ตารางที่ 4.12 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer ชุด Node ที่ 1

Model	Average	Min	Max
5Purelin 5Purelin 5Purelin 5Tansig 2Purelin	0.0702	0.0514	0.0905
5Logsig 5Purelin 5Tansig 5Purelin 2Logsig	0.9081	0.5321	1.9595
5Purelin 5Purelin 5Purelin 5Tansig 2Purelin	0.0702	0.0514	0.0905

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 5Purelin 5Purelin 5Purelin 5Tansig 2Purelin

Average MSE = 0.0702

4.3.3.2 ชุด Node ที่ 2 กำหนดโครงสร้างดังนี้

- Input Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 10 Node
- Hidden Layer 3 ชั้น ประกอบไปด้วย Node ชั้นละ 10 Node
- Output Layer 1 ชั้น ประกอบไปด้วย Node จำนวน 2 Node
- จัดรูปแบบ Transfer Function 243 รูปแบบ

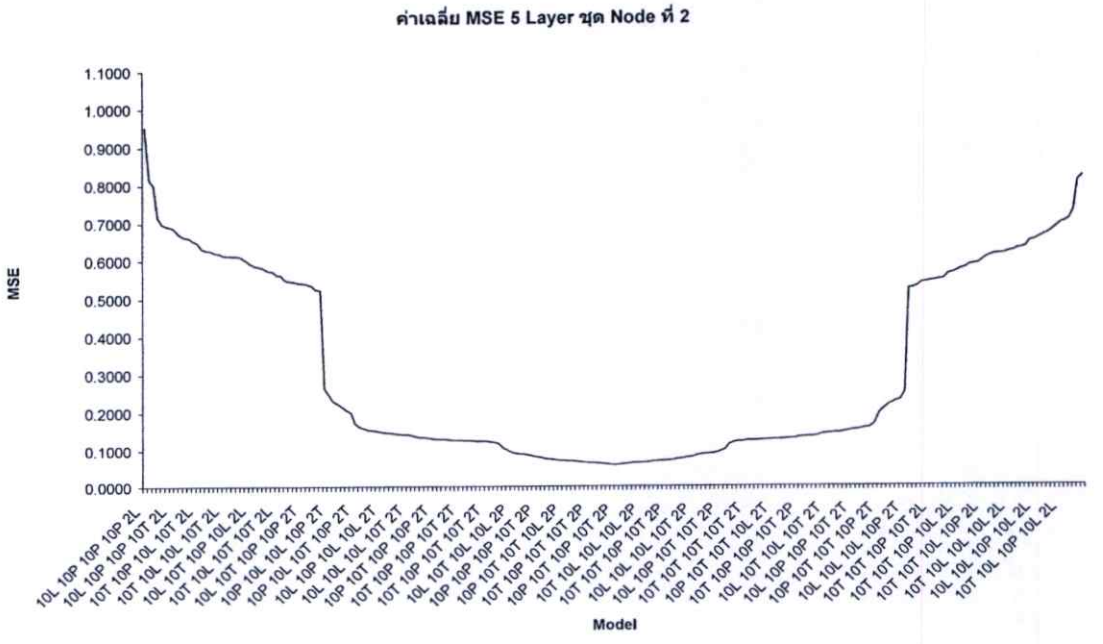
ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 2

Model	Input Layer		Hidden Layer			
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig
5L 5L 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig

ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างโครงสร้าง Neural Network 5 Layer ชุด Node ที่ 2 (ต่อ)

NAME	Hidden Layer (ต่อ)		Output Layer	
	ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 5L 2L	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5L 5L 2T	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5L 5L 2P	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5L 5T 2L	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5L 5T 2T	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5L 5T 2P	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5L 5P 2L	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5L 5P 2T	5	Purelin	2	Tansig

ผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 2



รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลอง 5 Layer ชุด Node ที่ 2

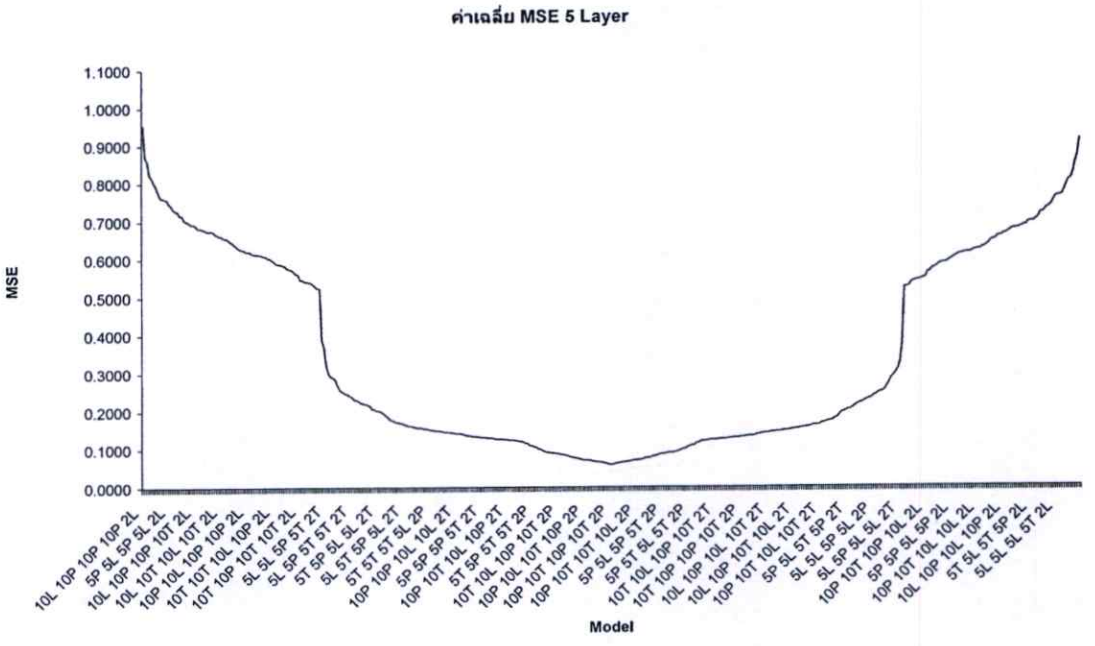
ตารางที่ 4.14 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer ชุด Node ที่ 2

Model	Average	Min	Max
10Purelin 10Tansig 10Logsig 10Tansig 2Purelin	0.0617	0.0468	0.0719
10Logsig 10Tansig 10Purelin 10Purelin 2Logsig	0.8154	0.5335	1.9599
10Purelin 10Tansig 10Purelin 10Tansig 2Purelin	0.0581	0.0530	0.0717

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10Purelin 10Tansig 10Purelin 10Tansig 2Purelin

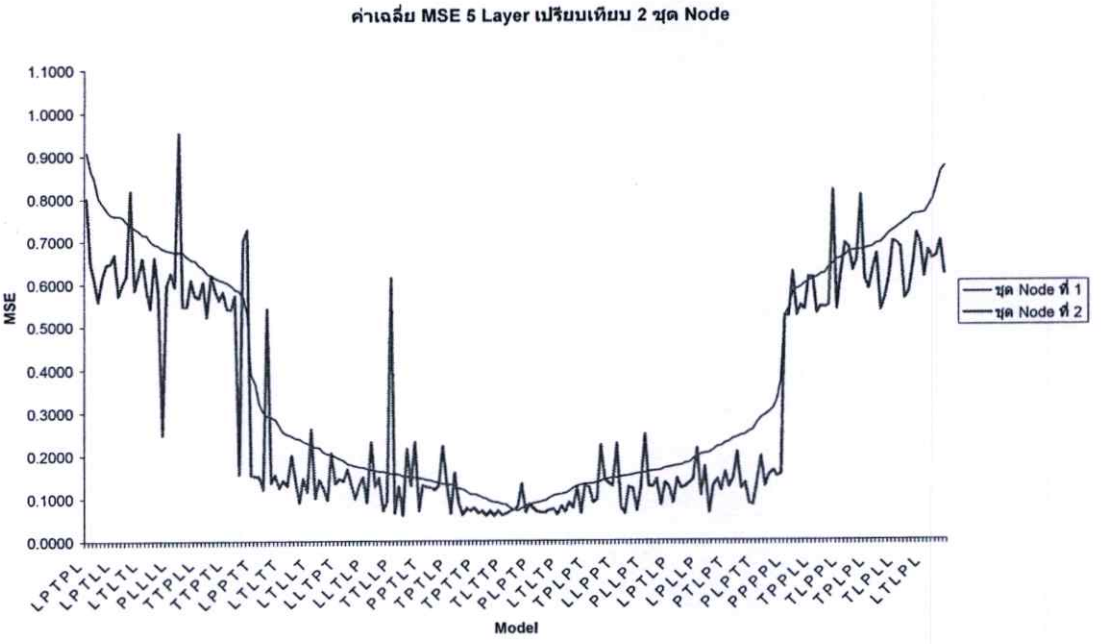
Average MSE = 0.0581

4.3.3.3 Graph แสดงค่า MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function



รูปที่ 4.11 แสดงค่า MSE ทุกรูปแบบการเรียง Transfer Function ใน 5 Layer

4.3.3.4 Graph แสดงการเปรียบเทียบ การทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดเรียง Transfer Function แบบเดียวกัน แต่จำนวน Node ในการทดลองแตกต่างกัน



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบ ชุด Node ที่ 1 และชุด Node ที่ 2

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า Average, Min, Max ของ MSE 5 layer

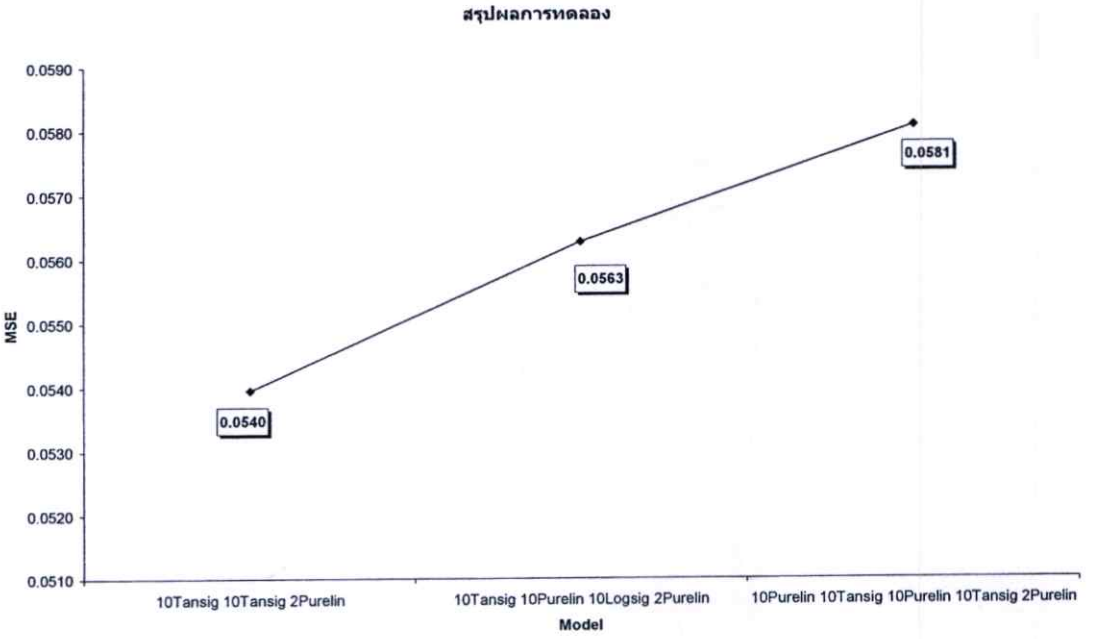
Model	Average	Min	Max
10Purelin 10Tansig 10Logsig 10Tansig 2Purelin	0.0617	0.0468	0.0719
10Logsig 10Tansig 10Purelin 10Purelin 2Logsig	0.8154	0.5335	1.9599
10Purelin 10Tansig 10Purelin 10Tansig 2Purelin	0.0581	0.0530	0.0717

ค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด คือรูปแบบ 10Purelin 10Tansig 10Purelin 10Tansig 2Purelin

Average MSE = 0.0581

4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้รูปแบบการกำหนด Layer และจัดเรียง Transfer Function ที่แตกต่างกันในแต่ละ Layer จะมีเพียง 1 รูปแบบที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (ตามตาราง 4-15) ซึ่งจากทั้ง 3 รูปแบบนั้น รูปแบบ 10Tansig 10Tansig 2Purelin ซึ่งเป็นรูปแบบใน Multi-layer Neural Network แบบ 3 Layer เป็นรูปแบบที่สามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าได้แม่นยำที่สุด



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MSE

ตารางที่ 4.16 แสดง Model ที่มีค่าเฉลี่ย MSE ที่ดีที่สุด

Layer	Model	Average	Min	Max
3 Layer	10Tansig 10Tansig 2Purelin	0.0540	0.0509	0.0555
4 Layer	10Tansig 10Purelin 10Logsig 2Purelin	0.0563	0.0500	0.0589
5 Layer	10Purelin 10Tansig 10Purelin 10Tansig 2Purelin	0.0581	0.0530	0.0717

4.5 การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์โดย Neural Network กับวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน

เปรียบเทียบโดยคิดจากค่า MSE ของทั้ง 2 วิธี โดย MSE สามารถคำนวณได้จาก

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - z_i)^2$$

จากวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน เมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากค่าจริง จะได้ MSE = 1.99 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจริง = 14,106 ชิ้น ขณะที่วิธีการพยากรณ์โดยใช้ Neural Network ที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือรูปแบบ 10Tansig 10Tansig 2Purelin เมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากค่าจริง จะได้ MSE = 0.0540 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจริง = 2,323 ชิ้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีที่นำเสนอนี้มีค่าน้อยกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน จากผลการทดลองชุดข้อมูลนี้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า วิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้ Neural Network แม่นยำกว่าวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการพยากรณ์ที่แม่นยำขึ้น จากการทดลองโดยจัดเรียงรูปแบบของ Transfer Function ทุกรูปแบบที่สามารถเป็นไปได้ในแต่ละ Layer สามารถสรุปได้ว่า โครงสร้างแบบ 3 Layer จัดรูปแบบ Transfer Function แบบ 10Tansig 10Tansig 2Purelin เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดข้อมูลของศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมินี้ เนื่องจาก ให้ค่า MSE น้อยที่สุด และจากผลการทดลองพบว่าโดยวิธี Neural Networkให้ค่า MSE ต่ำสุดที่ 0.0540 ขณะที่ วิธีที่ใช้ในปัจจุบันให้ค่า MSE ต่ำสุดที่ 1.99 จึงสามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์โดยใช้ Neural Network ให้ผลในการพยากรณ์แม่นยำกว่า วิธีการพยากรณ์ที่ถูกใช้ในปัจจุบันของคลังสินค้าเซเว่นอิเลฟเว่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

- พัฒนาโครงสร้างชุด Node ที่หลากหลายขึ้น
- พัฒนาการพยากรณ์แบบแยกตัวสินค้า
- พัฒนาการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลเทศกาลร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Shuyun ,Z., Fengshan, X., **A Novel Inventory Level Forecast Model Based On Artificial Networ**k. Baoding City. China , 2010

[2] Chatchai , L., **Performance Evaluate In Cancer Disease Using Artificial Neural Network** .Bangkok .Thailand,2008

[3] Reza A., F. Mosalman Y., **Application of Neural Networks for Short-Term Load Forecasting**. Islamic Azad University of Mehriz, Iran, 2006

[4] Shu-Liang L., Zhi-Qiang H., Xiu-K., **Power Load Forecasting Based On Neural Network And Time Series**.

[5] Paweena M., **Neural Network Applied to Quality Function Development : A Case Study of Bedroom Furniture Product** .Bangkok,Thailand,2005

[6] Nattavat M., **Analysis and Defect Detection of Dyed Fabric by Artificial Neural Network .** Bangkok ,Thailand .,2006

[7] Xinghuo Yu., M. Onder Efe., and Okyay Kaynak., **A General Backpropagation Algorithm for Feedforward Neural Networks Learning**. Watanabe, *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 12, pp. 1475–1486, Nov 2001.

ภาคผนวก ก

โครงสร้าง Multi-Layers Neural Network 3 Layer

Model	Input		Hidden		Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5P 2P	5	Logsig	5	Purelin	2	Purelin
5T 5T 2T	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5T 2L	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5T 2P	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5L 2T	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5L 2L	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5L 2P	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5P 2T	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5P 2L	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5P 2P	5	Tansig	5	Purelin	2	Purelin
5P 5T 2T	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5P 5T 2L	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5P 5T 2P	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5P 5L 2T	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5P 5L 2L	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5P 5L 2P	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5P 5P 2T	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5P 5P 2L	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
10L 10T 2T	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 2L	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 2P	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig

Model	Input		Hidden		Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 2T	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10P 2L	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10P 2P	10	Logsig	10	Purelin	2	Purelin
10T 10T 2T	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10T 2L	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10T 2P	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10L 2T	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10L 2L	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10L 2P	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10P 2T	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10P 2L	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10P 2P	10	Tansig	10	Purelin	2	Purelin
10P 10T 2T	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10P 10T 2L	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10P 10T 2P	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10P 10L 2T	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10P 10L 2L	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10P 10L 2P	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10P 10P 2T	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10P 10P 2L	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig

โครงสร้าง Multi-Layers Neural Network 4 Layer

Model	Input		Hidden				Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5T 5L 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5T 5L 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5T 5L 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5T 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5T 5P 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5T 5P 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 5L 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5L 5P 5L 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5L 5P 5L 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 5T 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5L 5P 5T 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5L 5P 5T 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5L 5P 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5L 5P 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5T 5L 5L 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5L 5L 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5L 5L 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5L 5T 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5L 5T 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5L 5T 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden				Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5T 5L 5P 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5L 5P 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5T 5L 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5T 5L 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5T 5L 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5T 5T 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5T 5T 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5T 5T 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5T 5P 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5T 5P 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5P 5L 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5T 5P 5L 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5T 5P 5L 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5T 5P 5T 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5T 5P 5T 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5T 5P 5T 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5T 5P 5P 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5T 5P 5P 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5P 5L 5L 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5L 5L 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5L 5L 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5L 5T 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5L 5T 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5L 5T 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5L 5P 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5L 5P 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5L 5P 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Purelin
5P 5T 5L 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5T 5L 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5T 5L 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5T 5T 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5T 5T 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig

Model	Input		Hidden				Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5P 5T 5T 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5T 5P 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5T 5P 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5P 5L 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5P 5P 5L 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5P 5P 5L 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5P 5P 5T 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5P 5P 5T 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5P 5P 5T 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5P 5P 5P 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5P 5P 5P 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
10L 10L 10L2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 10L2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 10L2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10L 10T2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10L 10T2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10L 10T2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 10P2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10L 10P2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10T 10L2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10T 10L2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10T 10L2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10T 10T2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 10T2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 10T2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10T 10P2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10T 10P2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10P 10L2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10L 10P 10L2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10L 10P 10L2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 10T2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10L 10P 10T2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig

Model	Input		Hidden				Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10P 10T2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10L 10P 10P2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10L 10P 10P2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10T 10L 10L2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10L 10L2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10L 10L2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10L 10T2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10L 10T2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10L 10T2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10L 10P2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10L 10P2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10T 10L2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10T 10L2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10T 10L2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10T 10T2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10T 10T2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10T 10T2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10T 10P2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10T 10P2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10P 10L2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10T 10P 10L2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10T 10P 10L2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10T 10P 10T2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10T 10P 10T2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10T 10P 10T2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10T 10P 10P2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10T 10P 10P2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10P 10L 10L2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10L 10L2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10L 10L2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10L 10T2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10L 10T2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig

Model	Input		Hidden				Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10P 10L 10T2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10L 10P2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10L 10P2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10L 10P2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Purelin
10P 10T 10L2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10T 10L2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10T 10L2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10T 10T2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10T 10T2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10T 10T2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10T 10P2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10T 10P2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10P 10L2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10P 10P 10L2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10P 10P 10L2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10P 10P 10T2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10P 10P 10T2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10P 10P 10T2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10P 10P 10P2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10P 10P 10P2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig

โครงสร้าง Multi-Layers Neural Network 5 Layer

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5L 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5L 5T 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5T 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5T 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5T 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5T 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5T 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5T 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5T 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5L 5P 5L 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5L 5L 5P 5L 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5L 5L 5P 5L 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5L 5L 5P 5T 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5L 5L 5P 5T 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5L 5L 5P 5T 2P	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5L 5L 5P 5P 2L	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5L 5L 5P 5P 2T	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5L 5T 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5T 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5T 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5T 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5T 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5T 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5T 5T 5L 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5T 5T 5L 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5T 5T 5L 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5T 5T 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 5T 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 5T 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5T 5T 5P 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5T 5T 5P 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5T 5P 5L 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5L 5T 5P 5L 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5L 5T 5P 5L 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5L 5T 5P 5T 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5L 5T 5P 5T 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5L 5T 5P 5T 2P	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5L 5T 5P 5P 2L	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5L 5T 5P 5P 2T	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 5L 5L 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5P 5L 5L 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5P 5L 5L 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 5L 5T 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5P 5L 5T 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5P 5L 5T 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5L 5P 5L 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5P 5L 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 5T 5L 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5L 5P 5T 5L 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5L 5P 5T 5L 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 5T 5T 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5L 5P 5T 5T 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5L 5P 5T 5T 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5L 5P 5T 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5L 5P 5T 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5L 5P 5P 5L 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5L 5P 5P 5L 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5L 5P 5P 5L 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5L 5P 5P 5T 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5L 5P 5P 5T 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5L 5P 5P 5T 2P	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5L 5P 5P 5P 2L	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5L 5P 5P 5P 2T	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5T 5L 5L 5L 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5L 5L 5L 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5L 5L 5L 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5L 5L 5T 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5L 5L 5T 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5L 5L 5T 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5L 5L 5P 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5L 5L 5P 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5L 5T 5L 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5L 5T 5L 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5L 5T 5L 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5L 5T 5T 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5L 5T 5T 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5L 5T 5T 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5L 5T 5P 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5L 5T 5P 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5L 5P 5L 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5T 5L 5P 5L 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5T 5L 5P 5L 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5T 5L 5P 5T 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5T 5L 5P 5T 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5T 5L 5P 5T 2P	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5T 5L 5P 5P 2L	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5T 5L 5P 5P 2T	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5T 5T 5L 5L 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5T 5L 5L 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5T 5L 5L 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5T 5L 5T 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5T 5L 5T 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5T 5L 5T 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5T 5L 5P 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5T 5L 5P 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5T 5T 5L 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5T 5T 5L 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5T 5T 5L 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5T 5T 5T 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5T 5T 5T 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5T 5T 5T 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5T 5T 5P 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5T 5T 5P 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5T 5P 5L 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5T 5T 5P 5L 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5T 5T 5P 5L 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5T 5T 5P 5T 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5T 5T 5P 5T 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5T 5T 5P 5T 2P	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5T 5T 5P 5P 2L	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5T 5T 5P 5P 2T	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5T 5P 5L 5L 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5T 5P 5L 5L 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5P 5L 5L 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5P 5L 5T 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5P 5L 5T 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5P 5L 5T 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5T 5P 5L 5P 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5P 5L 5P 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5P 5T 5L 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5T 5P 5T 5L 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5T 5P 5T 5T 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5T 5P 5T 5T 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5T 5P 5T 5T 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5T 5P 5T 5P 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5T 5P 5T 5P 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5T 5P 5P 5L 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5T 5P 5P 5L 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5T 5P 5P 5L 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5T 5P 5P 5T 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5T 5P 5P 5T 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5T 5P 5P 5T 2P	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5T 5P 5P 5P 2L	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5T 5P 5P 5P 2T	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5P 5L 5L 5L 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5L 5L 5L 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5L 5L 5L 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5L 5L 5T 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5L 5L 5T 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5L 5L 5T 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5L 5L 5P 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5L 5L 5P 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5L 5T 5L 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5L 5T 5L 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5L 5T 5L 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5L 5T 5T 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5L 5T 5T 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5L 5T 5T 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5L 5T 5P 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5P 5L 5T 5P 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5L 5T 5P 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	5	Purelin	2	Purelin
5P 5L 5P 5L 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5P 5L 5P 5L 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5P 5L 5P 5L 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5P 5L 5P 5T 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5P 5L 5P 5T 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5P 5L 5P 5T 2P	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5P 5L 5P 5P 2L	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5P 5L 5P 5P 2T	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5P 5T 5L 5L 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5T 5L 5L 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5T 5L 5L 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5T 5L 5T 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5T 5L 5T 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5T 5L 5T 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5T 5L 5P 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5T 5L 5P 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5T 5T 5L 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5T 5T 5L 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5T 5T 5L 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5T 5T 5T 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5T 5T 5T 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5T 5T 5T 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5T 5T 5P 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5T 5T 5P 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5T 5P 5L 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5P 5T 5P 5L 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5P 5T 5P 5L 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5P 5T 5P 5T 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5P 5T 5P 5T 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5P 5T 5P 5T 2P	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
5P 5T 5P 5P 2L	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5P 5T 5P 5P 2T	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
5P 5P 5L 5L 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5P 5L 5L 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5P 5L 5L 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5P 5L 5T 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5P 5L 5T 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5P 5L 5T 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5P 5L 5P 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5P 5L 5P 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5P 5T 5L 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Logsig
5P 5P 5T 5L 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Tansig
5P 5P 5T 5L 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Logsig	2	Purelin
5P 5P 5T 5T 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Logsig
5P 5P 5T 5T 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Tansig
5P 5P 5T 5T 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Tansig	2	Purelin
5P 5P 5T 5P 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Logsig
5P 5P 5T 5P 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	5	Purelin	2	Tansig
5P 5P 5P 5L 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Logsig
5P 5P 5P 5L 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Tansig
5P 5P 5P 5L 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Logsig	2	Purelin
5P 5P 5P 5T 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Logsig
5P 5P 5P 5T 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Tansig
5P 5P 5P 5T 2P	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Tansig	2	Purelin
5P 5P 5P 5P 2L	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Logsig
5P 5P 5P 5P 2T	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	5	Purelin	2	Tansig
10L 10L 10L 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 10L 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 10L 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10L 10L 10T 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10L 10L 10T 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10L 10L 10T 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10L 10L 10P 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10L 10L 10P 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10L 10T 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 10T 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 10T 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10L 10T 10T 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10L 10T 10T 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10L 10T 10T 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 10T 10P 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10L 10T 10P 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10L 10P 10L 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10L 10L 10P 10L 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10L 10L 10P 10L 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10L 10L 10P 10T 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10L 10L 10P 10T 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10L 10L 10P 10T 2P	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10L 10L 10P 10P 2L	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10L 10L 10P 10P 2T	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10L 10T 10L 10L 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10T 10L 10L 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10T 10L 10L 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10T 10L 10T 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 10L 10T 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 10L 10T 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10T 10L 10P 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10T 10L 10P 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10T 10T 10L 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10T 10T 10L 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10T 10T 10L 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10T 10T 10T 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 10T 10T 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 10T 10T 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10T 10T 10P 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10T 10T 10P 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10T 10P 10L 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10L 10T 10P 10L 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10L 10T 10P 10L 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10L 10T 10P 10T 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10L 10T 10P 10T 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10L 10T 10P 10T 2P	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10L 10T 10P 10P 2L	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10L 10T 10P 10P 2T	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10L 10P 10L 10L 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10P 10L 10L 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10P 10L 10L 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 10L 10T 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10P 10L 10T 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10P 10L 10T 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10P 10L 10P 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10P 10L 10P 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10P 10T 10L 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10L 10P 10T 10L 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10L 10P 10T 10L 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 10T 10T 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10L 10P 10T 10T 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10L 10P 10T 10T 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10L 10P 10T 10P 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10L 10P 10T 10P 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10L 10P 10P 10L 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10L 10P 10P 10L 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10L 10P 10P 10L 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10L 10P 10P 10T 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10L 10P 10P 10T 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10L 10P 10P 10T 2P	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10L 10P 10P 10P 2L	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10L 10P 10P 10P 2T	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10T 10L 10L 10L 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10L 10L 10L 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10L 10L 10L 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10L 10L 10T 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10L 10L 10T 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10L 10L 10T 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10L 10L 10P 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10L 10L 10P 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10L 10T 10L 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10L 10T 10L 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10L 10T 10L 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10L 10T 10T 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10L 10T 10T 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10L 10T 10T 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10L 10T 10P 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10L 10T 10P 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10L 10P 10L 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10T 10L 10P 10L 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10T 10L 10P 10L 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10T 10L 10P 10T 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10T 10L 10P 10T 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10T 10L 10P 10T 2P	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10T 10L 10P 10P 2L	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10T 10L 10P 10P 2T	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10T 10T 10L 10L 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10T 10L 10L 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10T 10L 10L 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10T 10L 10T 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10T 10L 10T 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10T 10L 10T 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10T 10T 10L 10P 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10T 10L 10P 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10T 10T 10L 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10T 10T 10L 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10T 10T 10L 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10T 10T 10T 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10T 10T 10T 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10T 10T 10T 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10T 10T 10P 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10T 10T 10P 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10T 10P 10L 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10T 10T 10P 10L 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10T 10T 10P 10L 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10T 10T 10P 10T 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10T 10T 10P 10T 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10T 10T 10P 10T 2P	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10T 10T 10P 10P 2L	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10T 10T 10P 10P 2T	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10T 10P 10L 10L 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10T 10P 10L 10L 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10P 10L 10L 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10P 10L 10T 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10P 10L 10T 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10P 10L 10T 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10P 10L 10P 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10T 10P 10L 10P 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10P 10T 10L 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10T 10P 10T 10L 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10T 10P 10T 10T 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10T 10P 10T 10T 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10T 10P 10T 10T 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10T 10P 10T 10P 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10T 10P 10T 10P 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10T 10P 10P 10L 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10T 10P 10P 10L 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10T 10P 10P 10L 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10T 10P 10P 10T 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10T 10P 10P 10T 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10T 10P 10P 10T 2P	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10T 10P 10P 10P 2L	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10T 10P 10P 10P 2T	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10P 10L 10L 10L 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10L 10L 10L 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10L 10L 10L 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10L 10L 10T 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10L 10L 10T 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10L 10L 10T 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10L 10L 10P 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10L 10L 10P 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10L 10T 10L 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10L 10T 10L 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10L 10T 10L 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10L 10T 10T 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10L 10T 10T 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10L 10T 10T 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10L 10T 10P 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10L 10T 10P 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10L 10T 10P 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	10	Purelin	2	Purelin
10P 10L 10P 10L 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10P 10L 10P 10L 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10P 10L 10P 10L 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10P 10L 10P 10T 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10P 10L 10P 10T 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10P 10L 10P 10T 2P	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10P 10L 10P 10P 2L	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10P 10L 10P 10P 2T	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10P 10T 10L 10L 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10T 10L 10L 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10T 10L 10L 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10T 10L 10T 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10T 10L 10T 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10T 10L 10T 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10T 10L 10P 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10T 10L 10P 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10T 10T 10L 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10T 10T 10L 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10T 10T 10L 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10T 10T 10T 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10T 10T 10T 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10T 10T 10T 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10T 10T 10P 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10T 10T 10P 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10T 10P 10L 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10P 10T 10P 10L 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10P 10T 10P 10L 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10P 10T 10P 10T 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10P 10T 10P 10T 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10P 10T 10P 10T 2P	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10P 10T 10P 10P 2L	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10P 10T 10P 10P 2T	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig
10P 10P 10L 10L 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10P 10L 10L 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10P 10L 10L 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10P 10L 10T 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10P 10L 10T 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10P 10L 10T 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Tansig	2	Purelin

Model	Input		Hidden						Output	
	ชั้น 1		ชั้น 1		ชั้น 2		ชั้น 3		ชั้น 1	
	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function	Node	Function
10P 10P 10L 10P 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10P 10L 10P 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10P 10T 10L 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Logsig
10P 10P 10T 10L 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Tansig
10P 10P 10T 10L 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Logsig	2	Purelin
10P 10P 10T 10T 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Logsig
10P 10P 10T 10T 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Tansig
10P 10P 10T 10T 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Tansig	2	Purelin
10P 10P 10T 10P 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Logsig
10P 10P 10T 10P 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	10	Purelin	2	Tansig
10P 10P 10P 10L 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Logsig
10P 10P 10P 10L 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Tansig
10P 10P 10P 10L 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Logsig	2	Purelin
10P 10P 10P 10T 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Logsig
10P 10P 10P 10T 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Tansig
10P 10P 10P 10T 2P	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Tansig	2	Purelin
10P 10P 10P 10P 2L	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Logsig
10P 10P 10P 10P 2T	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	10	Purelin	2	Tansig

ผลการทดลอง Multi-Layers Neural Network 3 Layer

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5L 5T 2T	0.1527	0.1379	0.1715
5L 5T 2L	0.1424	0.1326	0.1693
5L 5T 2P	0.0945	0.0626	0.1302
5L 5L 2T	0.2544	0.1581	0.8627
5L 5L 2L	0.7891	0.5688	1.3778
5L 5L 2P	0.1085	0.0882	0.1351
5L 5P 2T	0.3077	0.1378	1.7404
5L 5P 2L	0.1388	0.1281	0.1501
5L 5P 2P	0.0844	0.0685	0.1029
5T 5T 2T	0.1298	0.1246	0.1379
5T 5T 2L	0.5899	0.5288	0.6797
5T 5T 2P	0.0611	0.0550	0.0657
5T 5L 2T	0.1553	0.1338	0.2108
5T 5L 2L	0.6209	0.5571	0.7129
5T 5L 2P	0.0872	0.0738	0.1289
5T 5P 2T	0.2008	0.1198	0.8848
5T 5P 2L	0.5403	0.5185	0.6829
5T 5P 2P	0.0595	0.0546	0.0642
5P 5T 2T	0.1433	0.1266	0.1840
5P 5T 2L	0.6092	0.5289	0.9860
5P 5T 2P	0.0691	0.0589	0.0857
5P 5L 2T	0.2281	0.1337	0.8943
5P 5L 2L	0.6326	0.5374	1.1328
5P 5L 2P	0.0976	0.0793	0.1361
5P 5P 2T	0.1283	0.1272	0.1297
5P 5P 2L	0.5545	0.5195	0.6703
10L 10T 2T	0.1584	0.1412	0.1729
10L 10T 2L	0.5839	0.5347	0.7051
10L 10T 2P	0.0717	0.0628	0.0992
10L 10L 2T	0.1585	0.1427	0.1760
10L 10L 2L	0.6767	0.5563	1.2494
10L 10L 2P	0.0960	0.0710	0.1255
10L 10P 2T	0.1406	0.1315	0.1492

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10L 10P 2L	0.6759	0.5414	1.1389
10L 10P 2P	0.0844	0.0680	0.1262
10T 10T 2T	0.1220	0.1177	0.1273
10T 10T 2L	0.5621	0.5231	0.6869
10T 10T 2P	0.0540	0.0509	0.0555
10T 10L 2T	0.1313	0.1260	0.1383
10T 10L 2L	0.5679	0.5421	0.6401
10T 10L 2P	0.0644	0.0579	0.0710
10T 10P 2T	0.1229	0.1195	0.1297
10T 10P 2L	0.6157	0.5177	1.1338
10T 10P 2P	0.0545	0.0497	0.0653
10P 10T 2T	0.1236	0.1173	0.1347
10P 10T 2L	0.5392	0.5235	0.5685
10P 10T 2P	0.0551	0.0509	0.0649
10P 10L 2T	0.1520	0.1348	0.1780
10P 10L 2L	0.5434	0.5291	0.5582
10P 10L 2P	0.0698	0.0594	0.0822
10P 10P 2T	0.1392	0.1271	0.1919
10P 10P 2L	0.5240	0.5179	0.5429

ผลการทดลอง Multi-Layers Neural Network 4 Layer

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5L 5L 5L 2L	0.7577	0.6017	1.2030
5L 5L 5L 2T	0.3899	0.1599	0.9888
5L 5L 5L 2P	0.1986	0.0914	0.3846
5L 5L 5T 2L	0.8218	0.6914	1.2850
5L 5L 5T 2T	0.1839	0.1356	0.3637
5L 5L 5T 2P	0.0880	0.0692	0.1097
5L 5L 5P 2L	0.7680	0.5379	1.3821
5L 5L 5P 2T	0.1637	0.1377	0.2116
5L 5T 5L 2L	0.7329	0.5721	1.1767
5L 5T 5L 2T	0.7479	0.6449	1.1527
5L 5T 5L 2P	0.1880	0.0927	0.3703
5L 5T 5T 2L	0.7479	0.5877	1.2657
5L 5T 5T 2T	0.1762	0.1374	0.4141
5L 5T 5T 2P	0.0961	0.0690	0.1336
5L 5T 5P 2L	0.6623	0.5356	0.8505
5L 5T 5P 2T	0.1416	0.1310	0.1732
5L 5P 5L 2L	0.6907	0.5763	0.8561
5L 5P 5L 2T	0.2823	0.1435	0.9005
5L 5P 5L 2P	0.1256	0.0789	0.2270
5L 5P 5T 2L	0.8942	0.5576	1.9524
5L 5P 5T 2T	0.2038	0.1384	0.4098
5L 5P 5T 2P	0.1128	0.0691	0.1730
5L 5P 5P 2L	0.5998	0.5290	0.7077
5L 5P 5P 2T	0.1508	0.1340	0.1991
5T 5L 5L 2L	0.6514	0.5657	0.8521
5T 5L 5L 2T	0.1512	0.1380	0.1723
5T 5L 5L 2P	0.1357	0.0693	0.2900
5T 5L 5T 2L	0.7205	0.5360	1.2811
5T 5L 5T 2T	0.2604	0.1273	1.2168
5T 5L 5T 2P	0.0658	0.0583	0.0772
5T 5L 5P 2L	0.6722	0.5271	1.2846
5T 5L 5P 2T	0.1314	0.1237	0.1376

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5T 5T 5L 2L	0.7799	0.5699	1.3763
5T 5T 5L 2T	0.1702	0.1379	0.3722
5T 5T 5L 2P	0.1020	0.0683	0.2075
5T 5T 5T 2L	0.6814	0.6105	0.8504
5T 5T 5T 2T	0.1342	0.1242	0.1789
5T 5T 5T 2P	0.0697	0.0554	0.0900
5T 5T 5P 2L	0.6318	0.5166	1.1313
5T 5T 5P 2T	0.2712	0.1198	0.8539
5T 5P 5L 2L	0.6531	0.5278	1.1284
5T 5P 5L 2T	0.1359	0.1225	0.1540
5T 5P 5L 2P	0.0726	0.0579	0.0844
5T 5P 5T 2L	0.6665	0.5269	1.3540
5T 5P 5T 2T	0.2084	0.1251	0.8684
5T 5P 5T 2P	0.0707	0.0562	0.0901
5T 5P 5P 2L	0.5652	0.5141	0.6752
5T 5P 5P 2T	0.1798	0.1193	0.6842
5P 5L 5L 2L	0.6849	0.5425	1.1373
5P 5L 5L 2T	0.2405	0.1449	0.8915
5P 5L 5L 2P	0.1267	0.0815	0.2094
5P 5L 5T 2L	0.6042	0.5448	0.7261
5P 5L 5T 2T	0.2022	0.1398	0.5295
5P 5L 5T 2P	0.0932	0.0695	0.1411
5P 5L 5P 2L	0.5766	0.5250	0.6836
5P 5L 5P 2T	0.1410	0.1308	0.1513
5P 5L 5P 2P	0.0810	0.0653	0.1022
5P 5T 5L 2L	0.6984	0.5473	1.0309
5P 5T 5L 2T	0.1589	0.1333	0.1984
5P 5T 5L 2P	0.1165	0.0908	0.1536
5P 5T 5T 2L	0.6208	0.5391	0.6919
5P 5T 5T 2T	0.1476	0.1240	0.1827
5P 5T 5T 2P	0.0815	0.0621	0.0993
5P 5T 5P 2L	0.5585	0.5197	0.6391
5P 5T 5P 2T	0.1329	0.1178	0.1778
5P 5P 5L 2L	0.5788	0.5451	0.6828

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5P 5P 5L 2T	0.1500	0.1285	0.1849
5P 5P 5L 2P	0.0838	0.0603	0.1365
5P 5P 5T 2L	0.5542	0.5288	0.6249
5P 5P 5T 2T	0.1526	0.1204	0.3393
5P 5P 5T 2P	0.0715	0.0566	0.0969
5P 5P 5P 2L	0.5529	0.5144	0.6823
5P 5P 5P 2T	0.1309	0.1271	0.1464
10L 10L 10L2L	0.6455	0.5641	0.7471
10L 10L 10L2T	0.1575	0.1436	0.1738
10L 10L 10L2P	0.1077	0.0670	0.2060
10L 10L 10T2L	0.6352	0.5328	0.8482
10L 10L 10T2T	0.1396	0.1272	0.1690
10L 10L 10T2P	0.0776	0.0646	0.1103
10L 10L 10P2L	0.7001	0.5455	0.8501
10L 10L 10P2T	0.1509	0.1368	0.1903
10L 10T 10L2L	0.6655	0.5653	0.8461
10L 10T 10L2T	0.6563	0.5521	0.7465
10L 10T 10L2P	0.0828	0.0726	0.0916
10L 10T 10T2L	0.5766	0.5313	0.6919
10L 10T 10T2T	0.1350	0.1199	0.1596
10L 10T 10T2P	0.0721	0.0547	0.0923
10L 10T 10P2L	0.6090	0.5304	0.6987
10L 10T 10P2T	0.1361	0.1276	0.1536
10L 10P 10L2L	0.6851	0.5594	1.1384
10L 10P 10L2T	0.1551	0.1329	0.1860
10L 10P 10L2P	0.1162	0.0675	0.3805
10L 10P 10T2L	0.6341	0.5339	0.6985
10L 10P 10T2T	0.1380	0.1235	0.1533
10L 10P 10T2P	0.0962	0.0715	0.1506
10L 10P 10P2L	0.6526	0.5209	0.8503
10L 10P 10P2T	0.1373	0.1291	0.1511
10T 10L 10L2L	0.5876	0.5562	0.6907
10T 10L 10L2T	0.1374	0.1306	0.1474
10T 10L 10L2P	0.0672	0.0598	0.0785

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10T 10L 10T2L	0.5788	0.5263	0.6792
10T 10L 10T2T	0.1260	0.1218	0.1320
10T 10L 10T2P	0.0583	0.0494	0.0663
10T 10L 10P2L	0.5309	0.5207	0.5612
10T 10L 10P2T	0.1272	0.1198	0.1452
10T 10T 10L2L	0.6191	0.5331	1.1300
10T 10T 10L2T	0.1298	0.1250	0.1361
10T 10T 10L2P	0.0610	0.0557	0.0697
10T 10T 10T2L	0.5500	0.5208	0.6750
10T 10T 10T2T	0.1211	0.1161	0.1343
10T 10T 10T2P	0.0582	0.0479	0.0690
10T 10T 10P2L	0.5956	0.5164	1.1330
10T 10T 10P2T	0.1227	0.1183	0.1280
10T 10P 10L2L	0.5510	0.5229	0.6477
10T 10P 10L2T	0.1252	0.1156	0.1347
10T 10P 10L2P	0.0563	0.0500	0.0589
10T 10P 10T2L	0.5416	0.5174	0.6436
10T 10P 10T2T	0.1210	0.1170	0.1287
10T 10P 10T2P	0.0618	0.0515	0.0814
10T 10P 10P2L	0.6666	0.5136	1.5257
10T 10P 10P2T	0.3074	0.1191	1.9597
10P 10L 10L2L	0.5690	0.5324	0.6882
10P 10L 10L2T	0.1457	0.1193	0.1639
10P 10L 10L2P	0.0856	0.0754	0.1067
10P 10L 10T2L	0.5507	0.5285	0.5980
10P 10L 10T2T	0.1335	0.1219	0.1519
10P 10L 10T2P	0.0626	0.0541	0.0755
10P 10L 10P2L	0.5613	0.5193	0.6984
10P 10L 10P2T	0.1279	0.1185	0.1398
10P 10L 10P2P	0.0644	0.0532	0.0824
10P 10T 10L2L	0.5607	0.5306	0.7019
10P 10T 10L2T	0.1310	0.1245	0.1530
10P 10T 10L2P	0.0712	0.0635	0.0899
10P 10T 10T2L	0.5321	0.5236	0.5531

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10P 10T 10T2T	0.1241	0.1164	0.1283
10P 10T 10T2P	0.0594	0.0486	0.0701
10P 10T 10P2L	0.5191	0.5143	0.5238
10P 10T 10P2T	0.1199	0.1141	0.1281
10P 10P 10L2L	0.5369	0.5241	0.5514
10P 10P 10L2T	0.1359	0.1252	0.1472
10P 10P 10L2P	0.0679	0.0557	0.1100
10P 10P 10T2L	0.5279	0.5187	0.5566
10P 10P 10T2T	0.1226	0.1167	0.1327
10P 10P 10T2P	0.0619	0.0478	0.0749
10P 10P 10P2L	0.5190	0.5140	0.5260
10P 10P 10P2T	0.1296	0.1278	0.1330

ผลการทดลอง Multi-Layers Neural Network 5 Layer

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5L 5L 5L 5L 2L	0.7359	0.6522	0.8729
5L 5L 5L 5L 2T	0.5823	0.1688	1.6063
5L 5L 5L 5L 2P	0.2192	0.1029	0.4322
5L 5L 5L 5T 2L	0.7558	0.5459	1.2832
5L 5L 5L 5T 2T	0.1890	0.1380	0.3800
5L 5L 5L 5T 2P	0.1634	0.0814	0.4229
5L 5L 5L 5P 2L	0.7330	0.6113	0.8507
5L 5L 5L 5P 2T	0.6821	0.6251	0.8433
5L 5L 5T 5L 2L	0.6928	0.6044	0.8146
5L 5L 5T 5L 2T	0.3886	0.1566	0.8705
5L 5L 5T 5L 2P	0.1686	0.0908	0.3535
5L 5L 5T 5T 2L	0.7572	0.5382	1.3546
5L 5L 5T 5T 2T	0.2398	0.1413	0.9169
5L 5L 5T 5T 2P	0.1088	0.0743	0.1866
5L 5L 5T 5P 2L	0.7589	0.5503	1.5153
5L 5L 5T 5P 2T	0.1915	0.1427	0.3214
5L 5L 5P 5L 2L	0.7618	0.5894	1.1396
5L 5L 5P 5L 2T	0.2269	0.1739	0.3858
5L 5L 5P 5L 2P	0.2390	0.0997	0.8130
5L 5L 5P 5T 2L	0.7749	0.5529	1.1295
5L 5L 5P 5T 2T	0.3211	0.1393	1.3189
5L 5L 5P 5T 2P	0.2278	0.1008	0.5274
5L 5L 5P 5P 2L	0.6749	0.5732	0.8503
5L 5L 5P 5P 2T	0.1459	0.1366	0.1730
5L 5T 5L 5L 2L	0.8587	0.6671	1.3658
5L 5T 5L 5L 2T	0.2219	0.1604	0.4178
5L 5T 5L 5L 2P	0.2023	0.0914	0.5709
5L 5T 5L 5T 2L	0.7161	0.5876	0.8522
5L 5T 5L 5T 2T	0.2542	0.1383	0.8563
5L 5T 5L 5T 2P	0.1089	0.0686	0.1626
5L 5T 5L 5P 2L	0.7622	0.5722	1.3561
5L 5T 5L 5P 2T	0.1618	0.1439	0.2057

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5L 5T 5T 5L 2L	0.6784	0.5647	0.8573
5L 5T 5T 5L 2T	0.2178	0.1372	0.3916
5L 5T 5T 5L 2P	0.2572	0.1014	0.3822
5L 5T 5T 5T 2L	0.7883	0.6000	1.3527
5L 5T 5T 5T 2T	0.1807	0.1335	0.2739
5L 5T 5T 5T 2P	0.1225	0.0762	0.1991
5L 5T 5T 5P 2L	0.6738	0.5349	1.1332
5L 5T 5T 5P 2T	0.1419	0.1333	0.1586
5L 5T 5P 5L 2L	0.6745	0.5705	0.8504
5L 5T 5P 5L 2T	0.1662	0.1350	0.1930
5L 5T 5P 5L 2P	0.1481	0.0889	0.3589
5L 5T 5P 5T 2L	0.6036	0.5550	0.6877
5L 5T 5P 5T 2T	0.1493	0.1284	0.1920
5L 5T 5P 5T 2P	0.1154	0.0849	0.1590
5L 5T 5P 5P 2L	0.6433	0.5253	0.8503
5L 5T 5P 5P 2T	0.2913	0.1333	1.6076
5L 5P 5L 5L 2L	0.8454	0.6259	1.4760
5L 5P 5L 5L 2T	0.3277	0.1618	0.8898
5L 5P 5L 5L 2P	0.2000	0.0949	0.3978
5L 5P 5L 5T 2L	0.7765	0.6153	1.5244
5L 5P 5L 5T 2T	0.2181	0.1410	0.3674
5L 5P 5L 5T 2P	0.1744	0.0910	0.4081
5L 5P 5L 5P 2L	0.8236	0.6777	1.2845
5L 5P 5L 5P 2T	0.3725	0.1441	0.9899
5L 5P 5T 5L 2L	0.7594	0.5777	1.3639
5L 5P 5T 5L 2T	0.2980	0.1588	1.2503
5L 5P 5T 5L 2P	0.1717	0.0798	0.3645
5L 5P 5T 5T 2L	0.8706	0.5478	1.3810
5L 5P 5T 5T 2T	0.2373	0.1407	0.8486
5L 5P 5T 5T 2P	0.1364	0.0792	0.3743
5L 5P 5T 5P 2L	0.9081	0.5321	1.9595
5L 5P 5T 5P 2T	0.2326	0.1378	0.9061
5L 5P 5P 5L 2L	0.7927	0.5708	1.3747
5L 5P 5P 5L 2T	0.1712	0.1363	0.2251

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5L 5P 5P 5L 2P	0.2536	0.1083	0.8328
5L 5P 5P 5T 2L	0.7604	0.5705	1.2865
5L 5P 5P 5T 2T	0.3687	0.1474	1.2436
5L 5P 5P 5T 2P	0.1331	0.0910	0.3896
5L 5P 5P 5P 2L	0.6740	0.5386	0.8504
5L 5P 5P 5P 2T	0.1564	0.1292	0.2141
5T 5L 5L 5L 2L	0.7458	0.5882	1.1328
5T 5L 5L 5L 2T	0.1684	0.1250	0.2181
5T 5L 5L 5L 2P	0.2039	0.0879	0.3742
5T 5L 5L 5T 2L	0.7154	0.5647	0.8517
5T 5L 5L 5T 2T	0.1632	0.1246	0.2459
5T 5L 5L 5T 2P	0.0854	0.0613	0.1611
5T 5L 5L 5P 2L	0.6710	0.5319	0.8501
5T 5L 5L 5P 2T	0.2456	0.1300	0.9864
5T 5L 5T 5L 2L	0.6825	0.5632	1.0829
5T 5L 5T 5L 2T	0.1769	0.1291	0.3100
5T 5L 5T 5L 2P	0.1302	0.0658	0.3572
5T 5L 5T 5T 2L	0.7041	0.5456	1.2845
5T 5L 5T 5T 2T	0.2443	0.1236	1.2103
5T 5L 5T 5T 2P	0.0846	0.0544	0.1356
5T 5L 5T 5P 2L	0.6911	0.5171	1.3513
5T 5L 5T 5P 2T	0.2910	0.1245	0.9857
5T 5L 5P 5L 2L	0.7271	0.5747	1.3751
5T 5L 5P 5L 2T	0.3069	0.1371	0.9242
5T 5L 5P 5L 2P	0.0931	0.0662	0.1625
5T 5L 5P 5T 2L	0.6555	0.5314	0.8478
5T 5L 5P 5T 2T	0.1408	0.1232	0.1841
5T 5L 5P 5T 2P	0.0854	0.0620	0.1107
5T 5L 5P 5P 2L	0.6564	0.5173	0.9890
5T 5L 5P 5P 2T	0.1377	0.1200	0.1844
5T 5T 5L 5L 2L	0.7318	0.5454	1.3836
5T 5T 5L 5L 2T	0.1956	0.1300	0.3693
5T 5T 5L 5L 2P	0.1560	0.0688	0.3645
5T 5T 5L 5T 2L	0.6744	0.5371	1.0472

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5T 5T 5L 5T 2T	0.1696	0.1292	0.4264
5T 5T 5L 5T 2P	0.1493	0.0581	0.3447
5T 5T 5L 5P 2L	0.6787	0.5255	1.1289
5T 5T 5L 5P 2T	0.2491	0.1261	1.2241
5T 5T 5T 5L 2L	0.7217	0.5455	1.2851
5T 5T 5T 5L 2T	0.1489	0.1233	0.2255
5T 5T 5T 5L 2P	0.1509	0.0629	0.3704
5T 5T 5T 5T 2L	0.6531	0.5259	1.0076
5T 5T 5T 5T 2T	0.1564	0.1229	0.3407
5T 5T 5T 5T 2P	0.1207	0.0658	0.3622
5T 5T 5T 5P 2L	0.5760	0.5172	0.6973
5T 5T 5T 5P 2T	0.1792	0.1241	0.5789
5T 5T 5P 5L 2L	0.6434	0.5536	0.7001
5T 5T 5P 5L 2T	0.2070	0.1249	0.8086
5T 5T 5P 5L 2P	0.1554	0.0651	0.4158
5T 5T 5P 5T 2L	0.6022	0.5310	0.6746
5T 5T 5P 5T 2T	0.3002	0.1246	0.8925
5T 5T 5P 5T 2P	0.0891	0.0648	0.1436
5T 5T 5P 5P 2L	0.5698	0.5129	0.6687
5T 5T 5P 5P 2T	0.1425	0.1225	0.2636
5T 5P 5L 5L 2L	0.6382	0.5364	0.7026
5T 5P 5L 5L 2T	0.2015	0.1328	0.5563
5T 5P 5L 5L 2P	0.1457	0.0657	0.3988
5T 5P 5L 5T 2L	0.8649	0.5234	1.3609
5T 5P 5L 5T 2T	0.1375	0.1287	0.1565
5T 5P 5L 5T 2P	0.0722	0.0614	0.0908
5T 5P 5L 5P 2L	0.6802	0.5355	1.0229
5T 5P 5L 5P 2T	0.1322	0.1221	0.1558
5T 5P 5T 5L 2T	0.1506	0.1223	0.2212
5T 5P 5T 5L 2P	0.1315	0.0859	0.3704
5T 5P 5T 5T 2L	0.6640	0.5355	1.0447
5T 5P 5T 5T 2T	0.2688	0.1273	1.2407
5T 5P 5T 5T 2P	0.1060	0.0564	0.2600
5T 5P 5T 5P 2L	0.5868	0.5187	0.6967

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5T 5P 5T 5P 2T	0.1471	0.1206	0.3186
5T 5P 5P 5L 2L	0.6073	0.5324	0.8350
5T 5P 5P 5L 2T	0.1617	0.1241	0.3425
5T 5P 5P 5L 2P	0.0773	0.0697	0.0908
5T 5P 5P 5T 2L	0.6932	0.5276	1.1339
5T 5P 5P 5T 2T	0.2108	0.1162	0.8707
5T 5P 5P 5T 2P	0.0762	0.0588	0.0933
5T 5P 5P 5P 2L	0.5328	0.5137	0.6683
5T 5P 5P 5P 2T	0.2397	0.1213	1.2531
5P 5L 5L 5L 2L	0.6767	0.5768	0.9019
5P 5L 5L 5L 2T	0.2841	0.1752	0.8576
5P 5L 5L 5L 2P	0.1585	0.0891	0.2558
5P 5L 5L 5T 2L	0.7589	0.5972	1.3568
5P 5L 5L 5T 2T	0.2889	0.1367	1.2343
5P 5L 5L 5T 2P	0.1153	0.0794	0.1438
5P 5L 5L 5P 2L	0.6623	0.5599	0.8518
5P 5L 5L 5P 2T	0.1568	0.1326	0.2031
5P 5L 5T 5L 2L	0.6565	0.5777	0.7368
5P 5L 5T 5L 2T	0.1873	0.1553	0.2285
5P 5L 5T 5L 2P	0.1332	0.0856	0.2244
5P 5L 5T 5T 2L	0.7000	0.5716	1.1295
5P 5L 5T 5T 2T	0.2464	0.1354	0.8839
5P 5L 5T 5T 2P	0.1107	0.0835	0.1502
5P 5L 5T 5P 2L	0.6357	0.5251	1.0508
5P 5L 5T 5P 2T	0.2020	0.1214	0.6827
5P 5L 5T 5P 2P	0.0929	0.0691	0.1647
5P 5L 5P 5L 2L	0.7463	0.5488	1.2823
5P 5L 5P 5L 2T	0.1967	0.1291	0.5161
5P 5L 5P 5L 2P	0.1051	0.0786	0.1488
5P 5L 5P 5T 2L	0.6141	0.5410	0.7059
5P 5L 5P 5T 2T	0.2736	0.1339	1.2421
5P 5L 5P 5T 2P	0.0868	0.0599	0.1066
5P 5L 5P 5P 2L	0.6204	0.5208	0.9842
5P 5L 5P 5P 2T	0.1455	0.1326	0.1697

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5P 5T 5L 5L 2L	0.7259	0.5511	1.3584
5P 5T 5L 5L 2T	0.1734	0.1470	0.2178
5P 5T 5L 5L 2P	0.1612	0.0981	0.2680
5P 5T 5L 5T 2L	0.6896	0.5429	1.3586
5P 5T 5L 5T 2T	0.1794	0.1332	0.3148
5P 5T 5L 5T 2P	0.1078	0.0821	0.1302
5P 5T 5L 5P 2L	0.7151	0.5434	1.1329
5P 5T 5L 5P 2T	0.2301	0.1243	0.8884
5P 5T 5T 5L 2L	0.8032	0.5575	1.3825
5P 5T 5T 5L 2T	0.1599	0.1388	0.2033
5P 5T 5T 5L 2P	0.1090	0.0803	0.1810
5P 5T 5T 5T 2L	0.6121	0.5466	0.6964
5P 5T 5T 5T 2T	0.1749	0.1360	0.3371
5P 5T 5T 5T 2P	0.0985	0.0822	0.1281
5P 5T 5T 5P 2L	0.6066	0.5225	0.6797
5P 5T 5T 5P 2T	0.2853	0.1238	1.6060
5P 5T 5P 5L 2L	0.6735	0.5628	1.3684
5P 5T 5P 5L 2T	0.1543	0.1312	0.1846
5P 5T 5P 5L 2P	0.0892	0.0716	0.1119
5P 5T 5P 5T 2L	0.5857	0.5353	0.7009
5P 5T 5P 5T 2T	0.2195	0.1288	0.6955
5P 5T 5P 5T 2P	0.0898	0.0600	0.1388
5P 5T 5P 5P 2L	0.5387	0.5157	0.6312
5P 5T 5P 5P 2T	0.1364	0.1206	0.1859
5P 5P 5L 5L 2L	0.6093	0.5391	0.7181
5P 5P 5L 5L 2T	0.1622	0.1379	0.2594
5P 5P 5L 5L 2P	0.1219	0.0742	0.1872
5P 5P 5L 5T 2L	0.5889	0.5318	0.6814
5P 5P 5L 5T 2T	0.1718	0.1190	0.3228
5P 5P 5L 5T 2P	0.0912	0.0679	0.1207
5P 5P 5L 5P 2L	0.5962	0.5213	0.6951
5P 5P 5L 5P 2T	0.1277	0.1190	0.1447
5P 5P 5T 5L 2L	0.7415	0.5450	1.3476
5P 5P 5T 5L 2T	0.1451	0.1269	0.1893

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
5P 5P 5T 5L 2P	0.0995	0.0744	0.1485
5P 5P 5T 5T 2L	0.6189	0.5281	0.9907
5P 5P 5T 5T 2T	0.1522	0.1340	0.1714
5P 5P 5T 5T 2P	0.0814	0.0635	0.1170
5P 5P 5T 5P 2L	0.6241	0.5193	0.9856
5P 5P 5T 5P 2T	0.1316	0.1212	0.1457
5P 5P 5P 5L 2L	0.6211	0.5394	0.9597
5P 5P 5P 5L 2T	0.1439	0.1315	0.1800
5P 5P 5P 5L 2P	0.1014	0.0586	0.3686
5P 5P 5P 5T 2L	0.5968	0.5217	0.9836
5P 5P 5P 5T 2T	0.1319	0.1203	0.1433
5P 5P 5P 5T 2P	0.0702	0.0514	0.0905
5P 5P 5P 5P 2L	0.5236	0.5141	0.5374
5P 5P 5P 5P 2T	0.1286	0.1276	0.1300
10L 10L 10L 10L 2L	0.8172	0.6272	1.3882
10L 10L 10L 10L 2T	0.1562	0.1366	0.1790
10L 10L 10L 10L 2P	0.1000	0.0761	0.1267
10L 10L 10L 10T 2L	0.6000	0.5458	0.6986
10L 10L 10L 10T 2T	0.1411	0.1325	0.1794
10L 10L 10L 10T 2P	0.0823	0.0670	0.1008
10L 10L 10L 10P 2L	0.6822	0.5752	0.8504
10L 10L 10L 10P 2T	0.2492	0.1274	1.2388
10L 10L 10T 10L 2L	0.6621	0.5414	0.8510
10L 10L 10T 10L 2T	0.1538	0.1328	0.1794
10L 10L 10T 10L 2P	0.0900	0.0715	0.1253
10L 10L 10T 10T 2L	0.6322	0.5366	0.7137
10L 10L 10T 10T 2T	0.1414	0.1257	0.1564
10L 10L 10T 10T 2P	0.0779	0.0584	0.1270
10L 10L 10T 10P 2L	0.7151	0.5292	0.9898
10L 10L 10T 10P 2T	0.1457	0.1313	0.1612
10L 10L 10P 10L 2L	0.6478	0.5422	0.8482
10L 10L 10P 10L 2T	0.1577	0.1288	0.2323
10L 10L 10P 10L 2P	0.0904	0.0586	0.1366
10L 10L 10P 10T 2L	0.6454	0.5375	0.8505

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10L 10L 10P 10T 2T	0.1507	0.1338	0.1754
10L 10L 10P 10T 2P	0.1147	0.0754	0.1774
10L 10L 10P 10P 2L	0.8042	0.5348	1.5257
10L 10L 10P 10P 2T	0.2261	0.1278	0.8577
10L 10T 10L 10L 2L	0.6977	0.5776	0.8510
10L 10T 10L 10L 2T	0.2623	0.1400	1.2381
10L 10T 10L 10L 2P	0.0944	0.0711	0.1744
10L 10T 10L 10T 2L	0.6603	0.5316	1.3890
10L 10T 10L 10T 2T	0.1414	0.1303	0.1741
10L 10T 10L 10T 2P	0.0801	0.0553	0.1048
10L 10T 10L 10P 2L	0.6123	0.5263	0.7032
10L 10T 10L 10P 2T	0.1469	0.1256	0.1635
10L 10T 10T 10L 2L	0.6083	0.5439	0.6947
10L 10T 10T 10L 2T	0.1441	0.1314	0.1690
10L 10T 10T 10L 2P	0.0830	0.0576	0.0956
10L 10T 10T 10T 2L	0.6128	0.5350	0.7001
10L 10T 10T 10T 2T	0.1331	0.1231	0.1400
10L 10T 10T 10T 2P	0.0885	0.0653	0.1071
10L 10T 10T 10P 2L	0.6282	0.5219	0.8504
10L 10T 10T 10P 2T	0.1392	0.1263	0.1762
10L 10T 10P 10L 2L	0.5925	0.5355	0.7176
10L 10T 10P 10L 2T	0.2298	0.1301	0.9905
10L 10T 10P 10L 2P	0.0785	0.0649	0.1151
10L 10T 10P 10T 2L	0.6134	0.5257	0.9929
10L 10T 10P 10T 2T	0.2148	0.1250	0.8738
10L 10T 10P 10T 2P	0.0896	0.0636	0.1411
10L 10T 10P 10P 2L	0.8154	0.5335	1.9599
10L 10T 10P 10P 2T	0.5409	0.1334	1.9598
10L 10P 10L 10L 2L	0.6120	0.5383	0.7066
10L 10P 10L 10L 2T	0.1485	0.1366	0.1650
10L 10P 10L 10L 2P	0.1049	0.0844	0.1396
10L 10P 10L 10T 2L	0.6735	0.5506	0.8504
10L 10P 10L 10T 2T	0.1423	0.1305	0.1704
10L 10P 10L 10T 2P	0.0987	0.0729	0.1339

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10L 10P 10L 10P 2L	0.6610	0.5273	1.2845
10L 10P 10L 10P 2T	0.1528	0.1345	0.1687
10L 10P 10T 10L 2L	0.6681	0.5403	0.7443
10L 10P 10T 10L 2T	0.1518	0.1277	0.1824
10L 10P 10T 10L 2P	0.0876	0.0776	0.1028
10L 10P 10T 10T 2L	0.6193	0.5343	1.1304
10L 10P 10T 10T 2T	0.1440	0.1264	0.1587
10L 10P 10T 10T 2P	0.0955	0.0660	0.1262
10L 10P 10T 10P 2L	0.8007	0.5181	1.5257
10L 10P 10T 10P 2T	0.1459	0.1332	0.1616
10L 10P 10P 10L 2L	0.6546	0.5484	0.8723
10L 10P 10P 10L 2T	0.1482	0.1325	0.1920
10L 10P 10P 10L 2P	0.0860	0.0613	0.1161
10L 10P 10P 10T 2L	0.6902	0.5201	1.3510
10L 10P 10P 10T 2T	0.1506	0.1305	0.1973
10L 10P 10P 10T 2P	0.2204	0.0737	0.6699
10L 10P 10P 10P 2L	0.9533	0.5173	1.5257
10L 10P 10P 10P 2T	0.6123	0.1317	1.7406
10T 10L 10L 10L 2L	0.6182	0.5548	0.7118
10T 10L 10L 10L 2T	0.1340	0.1237	0.1497
10T 10L 10L 10L 2P	0.0650	0.0588	0.0824
10T 10L 10L 10T 2L	0.6137	0.5278	0.7182
10T 10L 10L 10T 2T	0.1265	0.1206	0.1352
10T 10L 10L 10T 2P	0.0604	0.0481	0.0813
10T 10L 10L 10P 2L	0.6822	0.5213	1.2835
10T 10L 10L 10P 2T	0.2001	0.1203	0.8763
10T 10L 10T 10L 2L	0.6305	0.5315	1.1298
10T 10L 10T 10L 2T	0.1325	0.1276	0.1418
10T 10L 10T 10L 2P	0.0643	0.0560	0.0761
10T 10L 10T 10T 2L	0.5626	0.5196	0.6688
10T 10L 10T 10T 2T	0.1213	0.1157	0.1286
10T 10L 10T 10T 2P	0.0635	0.0520	0.0862
10T 10L 10T 10P 2L	0.6659	0.5175	1.3476
10T 10L 10T 10P 2T	0.1265	0.1188	0.1347

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10T 10L 10P 10L 2L	0.6925	0.5240	1.3741
10T 10L 10P 10L 2T	0.1615	0.1211	0.4019
10T 10L 10P 10L 2P	0.0664	0.0548	0.0884
10T 10L 10P 10T 2L	0.5738	0.5204	0.7151
10T 10L 10P 10T 2T	0.1245	0.1200	0.1296
10T 10L 10P 10T 2P	0.0863	0.0558	0.1448
10T 10L 10P 10P 2L	0.6267	0.5155	0.8503
10T 10L 10P 10P 2T	0.2225	0.1211	1.0929
10T 10T 10L 10L 2L	0.5859	0.5339	0.6949
10T 10T 10L 10L 2T	0.2147	0.1225	0.9856
10T 10T 10L 10L 2P	0.0646	0.0571	0.0773
10T 10T 10L 10T 2L	0.6530	0.5269	1.3509
10T 10T 10L 10T 2T	0.1242	0.1192	0.1317
10T 10T 10L 10T 2P	0.0627	0.0529	0.0792
10T 10T 10L 10P 2L	0.5954	0.5249	0.7568
10T 10T 10L 10P 2T	0.1284	0.1186	0.1356
10T 10T 10T 10L 2L	0.6968	0.5241	1.2726
10T 10T 10T 10L 2T	0.1286	0.1195	0.1548
10T 10T 10T 10L 2P	0.0598	0.0560	0.0647
10T 10T 10T 10T 2L	0.5374	0.5218	0.6359
10T 10T 10T 10T 2T	0.1238	0.1197	0.1276
10T 10T 10T 10T 2P	0.0608	0.0538	0.0786
10T 10T 10T 10P 2L	0.6259	0.5165	0.8502
10T 10T 10T 10P 2T	0.1261	0.1201	0.1345
10T 10T 10P 10L 2L	0.5669	0.5241	0.6675
10T 10T 10P 10L 2T	0.1242	0.1183	0.1335
10T 10T 10P 10L 2P	0.0697	0.0549	0.1185
10T 10T 10P 10T 2L	0.5415	0.5167	0.6384
10T 10T 10P 10T 2T	0.1205	0.1142	0.1281
10T 10T 10P 10T 2P	0.0708	0.0543	0.0971
10T 10T 10P 10P 2L	0.7034	0.5130	1.3499
10T 10T 10P 10P 2T	0.1254	0.1178	0.1317
10T 10P 10L 10L 2L	0.6039	0.5346	0.7080
10T 10P 10L 10L 2T	0.2055	0.1249	0.8731

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10T 10P 10L 10L 2P	0.0700	0.0585	0.0943
10T 10P 10L 10T 2L	0.6475	0.5241	1.3491
10T 10P 10L 10T 2T	0.1191	0.1150	0.1272
10T 10P 10L 10T 2P	0.0726	0.0493	0.1425
10T 10P 10L 10P 2L	0.5842	0.5187	0.6972
10T 10P 10L 10P 2T	0.1240	0.1176	0.1342
10T 10P 10T 10L 2T	0.1253	0.1200	0.1346
10T 10P 10T 10L 2P	0.0645	0.0547	0.0789
10T 10P 10T 10T 2L	0.5468	0.5188	0.6718
10T 10P 10T 10T 2T	0.1236	0.1153	0.1365
10T 10P 10T 10T 2P	0.0649	0.0503	0.0833
10T 10P 10T 10P 2L	0.5724	0.5117	0.6969
10T 10P 10T 10P 2T	0.2302	0.1163	1.2199
10T 10P 10P 10L 2L	0.6117	0.5308	0.9851
10T 10P 10P 10L 2T	0.1254	0.1175	0.1394
10T 10P 10P 10L 2P	0.0687	0.0581	0.0884
10T 10P 10P 10T 2L	0.5342	0.5171	0.6050
10T 10P 10P 10T 2T	0.1263	0.1154	0.1357
10T 10P 10P 10T 2P	0.1320	0.0599	0.3912
10T 10P 10P 10P 2L	0.7271	0.5146	1.2843
10T 10P 10P 10P 2T	0.2061	0.1203	0.8898
10P 10L 10L 10L 2L	0.6252	0.5469	0.7008
10P 10L 10L 10L 2T	0.1536	0.1367	0.1846
10P 10L 10L 10L 2P	0.0915	0.0708	0.1079
10P 10L 10L 10T 2L	0.5727	0.5324	0.6836
10P 10L 10L 10T 2T	0.1358	0.1244	0.1621
10P 10L 10L 10T 2P	0.0765	0.0623	0.1049
10P 10L 10L 10P 2L	0.6927	0.5282	1.1355
10P 10L 10L 10P 2T	0.2470	0.1264	1.2345
10P 10L 10T 10L 2L	0.6084	0.5500	0.6970
10P 10L 10T 10L 2T	0.1402	0.1301	0.1691
10P 10L 10T 10L 2P	0.0883	0.0723	0.1061
10P 10L 10T 10T 2L	0.5427	0.5285	0.6075
10P 10L 10T 10T 2T	0.1344	0.1205	0.1577

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10P 10L 10T 10T 2P	0.0680	0.0546	0.1039
10P 10L 10T 10P 2L	0.5460	0.5183	0.6970
10P 10L 10T 10P 2T	0.1702	0.1176	0.5071
10P 10L 10T 10P 2P	0.0704	0.0599	0.0833
10P 10L 10P 10L 2L	0.5756	0.5349	0.6755
10P 10L 10P 10L 2T	0.1338	0.1236	0.1550
10P 10L 10P 10L 2P	0.0744	0.0576	0.1001
10P 10L 10P 10T 2L	0.5851	0.5198	0.8451
10P 10L 10P 10T 2T	0.1343	0.1204	0.1670
10P 10L 10P 10T 2P	0.0752	0.0540	0.1245
10P 10L 10P 10P 2L	0.6199	0.5189	0.6982
10P 10L 10P 10P 2T	0.1266	0.1200	0.1391
10P 10T 10L 10L 2L	0.6203	0.5488	0.6922
10P 10T 10L 10L 2T	0.1440	0.1277	0.1614
10P 10T 10L 10L 2P	0.0714	0.0653	0.0863
10P 10T 10L 10T 2L	0.5836	0.5287	0.6944
10P 10T 10L 10T 2T	0.1673	0.1214	0.5032
10P 10T 10L 10T 2P	0.0617	0.0468	0.0719
10P 10T 10L 10P 2L	0.5871	0.5192	0.8502
10P 10T 10L 10P 2T	0.1244	0.1174	0.1345
10P 10T 10T 10L 2L	0.5602	0.5235	0.6848
10P 10T 10T 10L 2T	0.1264	0.1198	0.1355
10P 10T 10T 10L 2P	0.0706	0.0597	0.0852
10P 10T 10T 10T 2L	0.5287	0.5217	0.5349
10P 10T 10T 10T 2T	0.1211	0.1175	0.1282
10P 10T 10T 10T 2P	0.0589	0.0516	0.0718
10P 10T 10T 10P 2L	0.5808	0.5158	0.9878
10P 10T 10T 10P 2T	0.1947	0.1154	0.8557
10P 10T 10P 10L 2L	0.5484	0.5199	0.6743
10P 10T 10P 10L 2T	0.1275	0.1188	0.1423
10P 10T 10P 10L 2P	0.0675	0.0501	0.0802
10P 10T 10P 10T 2L	0.5240	0.5190	0.5433
10P 10T 10P 10T 2T	0.1165	0.1104	0.1256
10P 10T 10P 10T 2P	0.0581	0.0530	0.0717

Model	ค่าเฉลี่ย MSE	MIN	MAX
10P 10T 10P 10P 2L	0.5219	0.5138	0.5275
10P 10T 10P 10P 2T	0.1301	0.1152	0.1766
10P 10P 10L 10L 2L	0.5618	0.5247	0.6490
10P 10P 10L 10L 2T	0.1420	0.1160	0.1624
10P 10P 10L 10L 2P	0.0762	0.0677	0.0863
10P 10P 10L 10T 2L	0.5459	0.5227	0.6787
10P 10P 10L 10T 2T	0.1297	0.1170	0.1455
10P 10P 10L 10T 2P	0.0657	0.0556	0.0955
10P 10P 10L 10P 2L	0.5399	0.5171	0.6981
10P 10P 10L 10P 2T	0.1240	0.1156	0.1362
10P 10P 10T 10L 2L	0.5619	0.5252	0.6054
10P 10P 10T 10L 2T	0.1294	0.1193	0.1419
10P 10P 10T 10L 2P	0.0724	0.0649	0.0819
10P 10P 10T 10T 2L	0.5435	0.5185	0.6651
10P 10P 10T 10T 2T	0.1213	0.1166	0.1350
10P 10P 10T 10T 2P	0.0658	0.0496	0.0802
10P 10P 10T 10P 2L	0.5230	0.5119	0.5509
10P 10P 10T 10P 2T	0.1296	0.1134	0.1503
10P 10P 10P 10L 2L	0.5416	0.5235	0.5959
10P 10P 10P 10L 2T	0.1343	0.1235	0.1472
10P 10P 10P 10L 2P	0.0701	0.0560	0.0822
10P 10P 10P 10T 2L	0.5380	0.5185	0.5936
10P 10P 10P 10T 2T	0.1294	0.1199	0.1481
10P 10P 10P 10T 2P	0.0813	0.0629	0.1103
10P 10P 10P 10P 2L	0.5238	0.5135	0.5497
10P 10P 10P 10P 2T	0.1577	0.1276	0.3548

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวดวงสุดา กองแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	1 มกราคม 2524
ที่อยู่	2/25 ซอยหลวงแพ่ง 10/1 แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520
ประวัติการศึกษา	2547 จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ