สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

TIME SERIES DATA PREDICTION BY NEURAL NETWORK

T042706

โดย

นาย ศศิพงศ์ กาญจนธนาคร

นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42706
วัน, เดือน, ปี 6 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b19175x

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Time Series Data Prediction by Neural Network

โดย

นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล 40010333

นาย ศศิพงศ์ กาญจนธนาคร 40010770

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ผู้จัดทำ

1.นายศศิพงศ์ กาญจนธนาคร 40010770

2. นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล 40010333

.....

(ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Time Series Data Prediction by Neural Network

1.นายศศิพงศ์ กาญจนธนาคร 40010770

2. นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล 40010333

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล
นายศศิพงศ์ กาญจนธนาคร
ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ เป็นคู่มือประกอบการสร้างโปรแกรมการพยากรณ์ข้อมูลโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสลับซับซ้อนจากกระบวนการพัฒนาในแบบคลาสสิกเนื่องจากไม่สามารถสรุปเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนได้ โดยรายงานนี้ภายในจะประกอบด้วยทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจะจำแนกชนิดตามลักษณะการเรียนรู้ และการจำแนกตามลักษณะการใช้งาน และการพยากรณ์ข้อมูล(กราฟ) ซึ่งจำแนกได้เป็นทฤษฎีและขั้นตอนในการแปลงข้อมูล(กราฟ)ไปเป็นข้อมูลไบนารีเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจำและวิเคราะห์ในโครงข่ายประสาทเทียม และสามารถพยากรณ์ผลในจุดต่อไปได้เรื่อยๆอย่างต่อเนื่องดังตัวอย่างในการทดลองซึ่งกำหนดให้พยากรณ์ต่อเนื่องไปถึง 2 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME SERIES DATA PREDICTION BY NEURAL NETWORK

Mr. Teerapong Itthipornpaisan

Mr. Sasipong Kanjanathanakorn

Dr. Yudthana Kidjaideaw

Academic Year 2000

ABSTRACT

This report is the handbook of production and designing of time series data prediction which is processed by Neural Network. This Neural network is one choice for programmer to solve the complicated problem which take place from Classic algorithm that can't conclude in clear way. This report consist of Neural network theorem which can be described by means of learning process and be also described by ways of duty. By the way data prediction can be sorted out by theory and steps of graph conversion to binary file ,then this binary file were processed and predicted by neural network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	**I**
Abstract	**II**
สารบัญ	**III**
สารบัญภาพ	**VI**
สารบัญตาราง	**VII**
บทที่1 บทนำ	**1**
บทที่ 2 นิวรอลเน็ทเวิร์คและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	**2**
2.1 ประเภทของนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network Categories)	2
2.1.1 การจัดประเภทโครงสร้าง (Structure Categorization)	3
2.1.1.1 ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์ก (Feedforward Network)	3
2.1.1.2 รีเคอร์เรนท์เน็ตเวิร์ก (Recurrent Network)	4
2.1.2 การจัดประเภทอัลกอริทึมการเรียนรู้ (Learning Algorithm Categorization)	5
2.1.2.1 ซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง (Supervised Learning)	5
2.1.2.2 อันซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง (Unsupervised Learning)	6
2.1.2.3 รีอินฟอร์ซเม้นท์เลิร์นนิ่ง (Reinforcement Learning)	7
2.2 แอกติเวชั่นฟังก์ชั่น (Activation Function)	7
2.3 การประยุกต์ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network Application)	8
2.4 Weightless neural network	9
บทที่ 3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)	**11**
3.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Components of Time Series)	9
3.1.1 แนวโน้ม	11
3.1.2 การแปรผันตามฤดูกาล	12
3.1.3 การแปรผันตามวัฏจักร	12
3.1.4 การแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ	12
3.2 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมเวลา (Model for Time Series Data)	12
3.2.1 รูปแบบการบวก	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2รูปแบบการคูณ 13
3.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) 13
3.4 วิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 14
3.4.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 14
3.4.2 การคำนวณหาแนวโน้มและการแปรผันตามวัฏจักร 15
3.4.3 การคำนวณหาการแปรผันตามฤดูกาลและจากเหตุการณ์ผิดปกติ 15
3.5 ข้อจำกัดของวิธีแยกส่วนประกอบ 15
3.6 การคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ 16
3.7 สรุป 17

บทที่ 4 การแปลงกราฟไปเป็นไบนารีไฟล์ **18**
4.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) 18
4.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล 18
4.1.2 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล 19
4.2 การสร้างภาพไบนารี 19

บทที่ 5 การพยากรณ์ข้อมูล (Data Prediction) **23**
5.1 การฝึกสอน (Training) 23
5.2 การพยากรณ์ (Prediction) 24
5.3 ตัวอย่างการคำนวณ 26

บทที่6 การทดลองและผลการทดลอง **32**
6.1 การทดลองที่ 6.1 32
6.2 การทดลองที่ 6.2 35
6.3 การทดลองที่ 6.2.1 35
6.4 การทดลองที่ 6.2.2 36
6.5 การทดลองที่ 6.3 39
6.6 การทดลองที่ 6.4 42
6.7 การทดลองที่ 6.4.1 42
6.8 การทดลองที่ 6.4.2 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.9 การทดลองที่ 6.4.2.1 45
6.10 การทดลองที่ 6.4.2.2 46
6.11 การทดลองที่ 6.4.3 49

บทที่ 7 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง **52**
7.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง 52
7.2 ข้อดีและข้อจำกัดของโครงงาน 53
7.3 แนวทางการแก้ไข การพัฒนาและการนำไปประยุกต์ใช้ 54

ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 อะดาไลน์ (Adaline) 3
รูปที่ 2.2 มัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน (Multilayer perceptron) 4
รูปที่ 2.3 ฮอปฟิลด์เน็ทเวิร์ค (Hopfield network) 4
รูปที่ 2.4 จอร์แดนเน็ทเวิร์ค (Jordan network) 5
รูปที่ 2.5 แผนภาพการทำงานของ Supervised learning 6
รูปที่ 2.6 แผนภาพการทำงานของ Unsupervised learning 6
รูปที่ 2.7 แผนภาพการทำงานของ Reinforcement 7
รูปที่ 4.1 การแปลงรูปจาก Gray scale ไปเป็น Binary file 20
รูปที่ 4.2 การแปลงกราฟไปเป็นภาพไบนารี โดยการแปลงจุดดำเป็น '1' จุดขาวเป็น '0' 21
รูปที่ 4.3 การแปลงกราฟไปเป็นภาพไบนารีโดยการทำให้พื้นที่ใต้กราฟเป็น '1' 22
รูปที่ 5.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของการฝึกสอนหรือเรียนรู้ 24
รูปที่ 5.2 ภาพแสดงการเลื่อนกรอบเพื่อให้นิวรอนทำการเปรียบข้อมูลอินพุทกับข้อมูลตัวอย่างเพื่อหาค่าเอาท์พุท 26
รูปที่ 5.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของการพยากรณ์ 30
รูปที่ 5.4 โฟล์วชาร์ตแสดงขั้นตอนการประมวลผลของนิวรอนทั้ง100ตัว 31
รูปที่ 6.1 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.1 34
รูปที่ 6.2 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.2.1 37
รูปที่ 6.3 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.2.2 38
รูปที่ 6.4 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.3 40-41
รูปที่ 6.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงในกรอบอ้างอิงที่มีขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.1 43-44
รูปที่ 6.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงในกรอบอ้างอิงที่มีขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.2.2 47-48
รูปที่6.7 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงในกรอบอ้างอิงขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.3 50-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แอกติเวชั่นฟังก์ชัน (Activation function) 8
ตารางที่ 5.1 ตารางการสร้าง GRAM 27-28
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงการเปรียบ GRAM แต่ละตัว 29
ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ 33
ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์คำตอบ (Output) ถูกต้อง เมื่อเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ 35
ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลต่างกัน 36
ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนในการ Training ต่างกัน 39
ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ 42
ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์คำตอบ (Output) ถูกต้อง เมื่อเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ 45
ตารางที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลต่างกัน 46
ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนในการ Training ต่างกัน 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ข้อมูลข่าวสารในยุคนี้ถือเป็นสิ่งสำคัญในทุก ๆ ด้าน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเมือง และด้านอื่น ๆ หลังจากที่เราได้ข้อมูลมาแล้วนั้น เราจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อที่จะนำผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ ซึ่งในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์สำคัญที่นำไปใช้ช่วยในการวิเคราะห์ เพราะว่าคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้มากกว่ามนุษย์ และสามารถคำนวณผลได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ก็ยังไม่ใช่สมองของมนุษย์ ดังนั้นเราจึงต้องออกแบบขั้นตอนวิธีการคำนวณของคอมพิวเตอร์ให้คล้ายการตัดสินใจของมนุษย์ให้มากที่สุด เพื่อที่จะนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในขบวนวิเคราะห์ได้ ซึ่งในปัจจุบันนั้นมีการคิดค้นกันอย่างแพร่หลาย โดยหนึ่งในนั้นก็คือ นิวรอลเน็ตเวิร์คนั่นเอง

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างและการทำงานของนิวรอลเน็ตเวิร์ค
2. ออกแบบอัลกอลิทึม ของนิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะนำไปเขียนโปรแกรมต่าง ๆ ในอนาคต
4. เพื่อที่จะนำนิวรอลเน็ตเวิร์คไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ

รายละเอียดโครงงาน

โครงงานที่ได้จัดทำขึ้นชิ้นนี้เป็นการทดลองพัฒนานิวรอลเน็ตเวิร์คแบบ Weightless neural network ซึ่งมีความแตกต่างจากนิวรอลทั่วไป โดยจะนำเอานิวรอลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อที่จะพยากรณ์อนาคตข้างหน้าได้อย่างใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อที่จะนำผลที่ได้มาใช้ประโยชน์ต่อไป

อินพุทของระบบนี้คือข้อมูลที่เราต้องทำการวิเคราะห์ เราจะนำมา Normalize ให้คอมพิวเตอร์สามารถเก็บและนำไปวิเคราะห์ได้โดยง่าย เพื่อที่จะหาเอาท์พุทออกมา ในการวิเคราะห์นั้นเราจะใช้นิวรอลเน็ตเวิร์คเป็นตัววิเคราะห์ โดยในโครงงานนี้จะเป็นการทดลองหาวิธีที่จะใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ควิเคราะห์ข้อมูลให้ได้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ

ในโครงงานนี้จะได้รับความรู้เกี่ยวกับ นิวรอลเน็ตเวิร์คและนำไปประยุกต์เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ และสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้งานในด้านที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
นิวรอลเน็ตเวิร์กและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network) คือระบบคอมพิวเตอร์ที่เลียนแบบโครงสร้างและการทำงานของสมองมนุษย์ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ คุณลักษณะที่สำคัญของสมองที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานของนิวรอลเน็ตเวิร์กคือสถาปัตยกรรมแบบกระจาย (Distribute) และขนาน (Parallel) ของเซลล์ต่าง ๆ และ ความสามารถในการเรียนรู้และในการปรับตัวตามข้อมูลที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมภายนอก เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึง ประเภทของนิวรอลเน็ตเวิร์ก แอกติเวชั่นฟังก์ชั่น การประยุกต์ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กที่นำมาใช้ และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

<u>แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม</u>

แบ่งตามลักษณะการเรียนรู้ได้เป็น

1. แบบมีผู้สอน (Supervised)
2. แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised)

แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น

1. ชนิดระบุกลุ่ม (Classification)
2. ชนิดเกี่ยวข้องกัน (Association)
3. ชนิดจัดตัวเอง (Self-Organization)
4. ชนิดหาค่าที่เหมาะสม (Optimization)

ส่วนการมองตามลักษณะการเรียนรู้นั้นสามารถมองได้อีกแบบคือ

1. แบบปรับค่าน้ำหนักโดยมีผู้สอน (Supervised Learning)
2. แบบปรับค่าน้ำหนักโดยไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)
3. แบบค่าน้ำหนักไม่เปลี่ยน (Fixed Weight)

2.1 ประเภทของนิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network Categories)

นิวรอลเน็ตเวิร์ก ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลที่เรียกว่านิวรอล (Neural) เชื่อมต่อกันเป็นเน็ตเวิร์ก ซึ่งลักษณะการเชื่อมต่อกันนี้เป็นการกำหนดโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์ก การเชื่อมต่อกันระหว่างนิวรอลจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) มาเกี่ยวข้อง โดยที่ค่าน้ำหนักนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม โดยอัลกอริทึมการเรียนรู้ (Learning Algorithm) การจัดประเภทของนิวรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

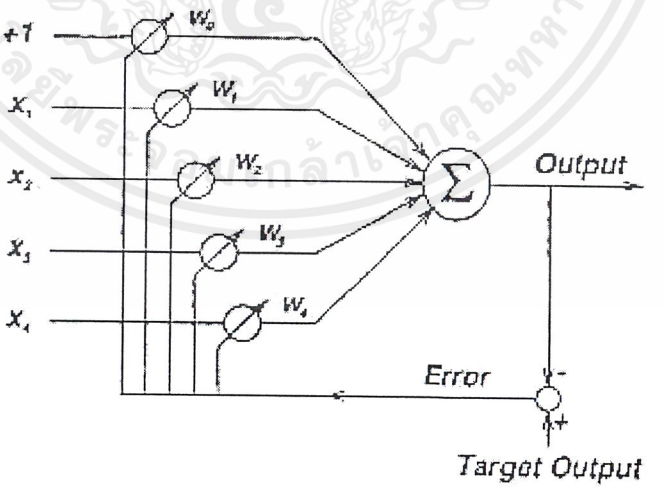
เน็ตเวิร์กสามารถทำได้โดยพิจารณาจากประเภทโครงสร้าง และประเภทอัลกอริทึมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การจัดประเภทโครงสร้าง (Structure Categorization)

ในการจัดประเภทโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์ก พิจารณาจากทิศทางการเคลื่อนที่ของสัญญาณข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

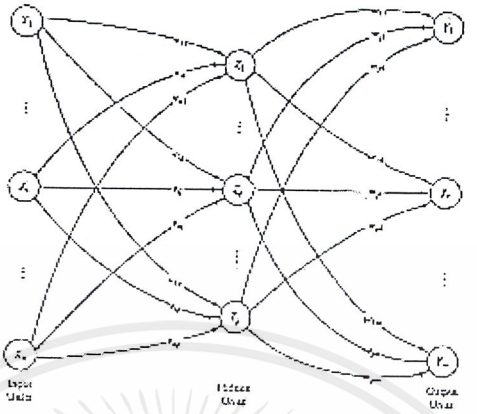
2.1.1.1 ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์ก (Feedforward Network)

ในฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์ก นิวรอลจะถูกจัดกลุ่มลงในเลเยอร์ (Layer) สัญญาณข้อมูลจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียว คือ จาก อินพุทเลเยอร์ (Input Layer) ผ่านฮิดเดนเลเยอร์ (Hidden Layer) ไปสู่ เอาท์พุทเลเยอร์ (Output Layer) การเชื่อมต่อกันเป็นลักษณะจากเลเยอร์หนึ่งไปยังเลเยอร์ถัดไป โดยไม่มีการเชื่อมต่อกันภายในเลเยอร์เดียวกัน ตัวอย่างเน็ตเวิร์กชนิดนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 (อะดาไลน์(Adaline) และรูปที่ 1.2 (มัลติเลเยอร์เพอร์เซพตรอน(Multilayer Perceptron)



รูปที่ 2.1 อะดาไลน์ (Adaline)

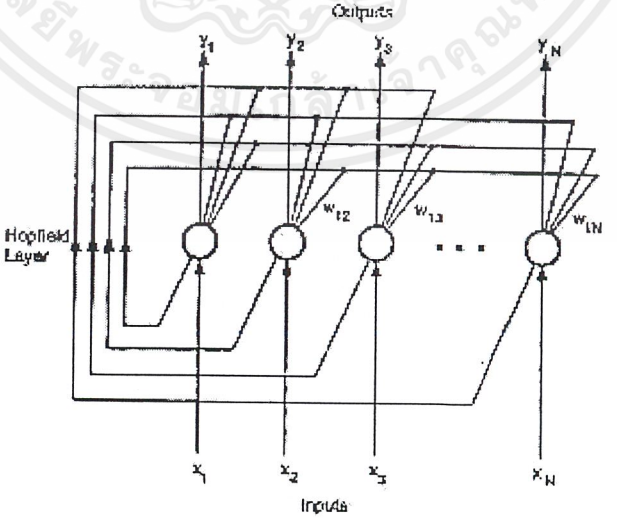
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.2 มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน (Multilayer Perceptron)

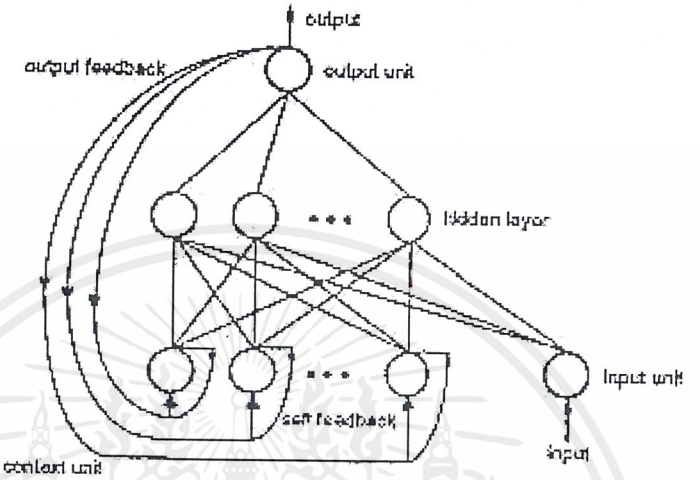
2.1.1.2 รีเคอร์เรนท์เน็ตเวิร์ก (Recurrent Network)

ในรีเคอร์เรนท์เน็ตเวิร์ก สัญญาณข้อมูลมีการเคลื่อนที่ไปในสองทิศทาง คือการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และย้อนกลับโดยที่เอาท์พุทของบางนิวรอลจะมีการเคลื่อนที่ย้อนกลับไปยังตัวมันเอง หรือเคลื่อนที่ย้อนกลับไปยังเลเยอร์ที่มาก่อนหน้า ตัวอย่างของเน็ตเวิร์กชนิดนี้คือ ฮอปฟิวด์เน็ตเวิร์ก (Hopfield Network) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.3 และจอร์แดนเน็ตเวิร์ก (Jordan Network) ซึ่งได้แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 ฮอปฟิวด์เน็ทเวิร์ค (Hopfield Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 จอร์แดนเน็ทเวิร์ค (Jordan Network)

2.1.2 การจัดประเภทอัลกอริทึมการเรียนรู้ (Learning Algorithm Categorization)

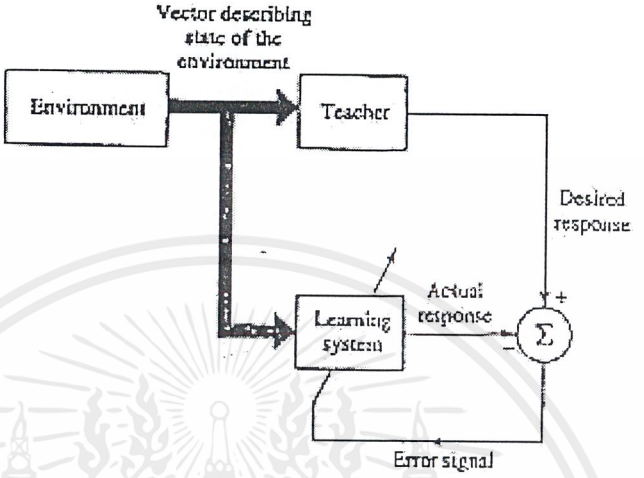
อัลกอริทึมการเรียนรู้ คืออัลกอริทึมที่ใช้การปรับสอนเน็ตเวิร์ก ให้สามารถเรียนรู้ที่จะทำการปรับค่าน้ำหนัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เอมท์พุทใกลแคียงกรือเท่ากับเอาท์พุทที่ต้องการ การจัดประเภทอัลกเริทึมการเรียนรู้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

2.1.2.1 ซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง (Supervised Learning)

อัลกอริทึมชนิดนี้ต้องมีครูที่ช่วยกำหนอเอาท์พุทเป้าหมาย (Output Target) ให้กับเน็ตเวิร์ก ดังนั้นชุดข้อมูลในการปรับสอนเน็ตเวิร์ก จะประกอบไปด้วยชุดข้อมูลอินพุท และชุดข้อมูลเอาท์พุทเป้าหมาย เอาท์พุทที่ได้จากเน็ตเวิร์กจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้นหมาย เพื่อที่จะทำการปรับค่าน้ำหนักให้ได้เอาท์พุทใหล้เคียงกับเป้าหมาย แผนภาพการทำงานของซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

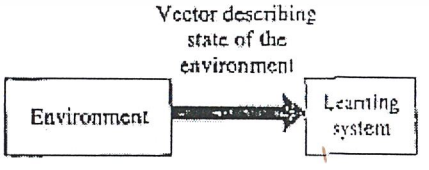
แสดงได้ดังรูปที่ 2.5 ตัวอย่างของอัลกอริทึมชนิดนี้คือ แบ็คพรอพาเกชั่นอัลกอริทึม (Back propagation algorithm)



รูปที่2.5 แผนภาพการทำงานของซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง

2.1.2.2 อันซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง (Unsupervised Learning)

อัลกอริทึมชนิดนี้ไม่ต้องการเอาท์พุทเป้าหมายในการปรับสอนเน็ตเวิร์ก ชุดข้อมูลอินพุทเท่านั้นที่ถูกป้อนเข้าสู่เน็ตเวิร์ก ซึ่งจะมีการปรับค่านำหนักโดยอัตโนมัติเพื่อที่จะทำการจัดกลุ่มอินพุทที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันลงในกลุ่มเดียวกัน แผนภาพการทำงานของอันซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.6 ตัวอย่างของเน็ตเวิร์กชนิดนี้คือ ART(Adaptive Resonance Theory) และ โคโฮเนน (Kohonen)

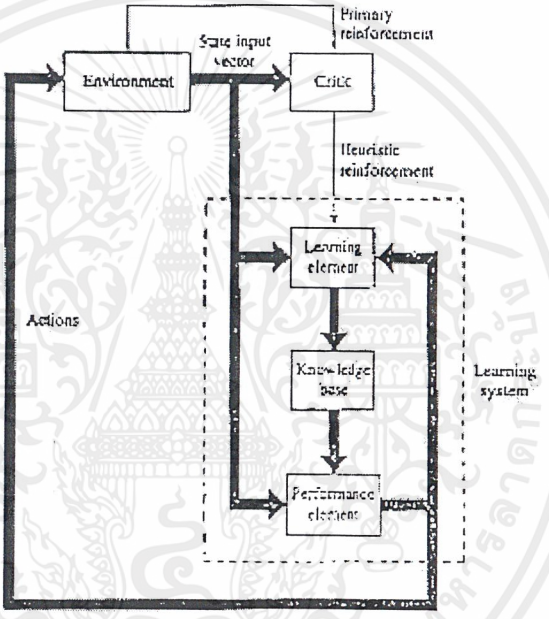


รูปที่ 2.6 แผนภาพการทำงานของอันซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 รีอินฟอร์ซเม้นท์เลิร์นนิ่ง (Reinforcement Learning)

รีอินฟอร์ซเม้นท์เลิร์นนิ่ง คือ ซุปเปอร์ไวส์เลิร์นนิ่งชนิดพิเศษ ซึ่งแทนที่จะกำหนดเอาท์พุทเป้าหมายให้กับเน็ตเวิร์ก แต่อัลกอริทึมชนิดนี้ใช้ Critic เป็นตัวประเมินค่าให้กับเอาท์พุทที่ได้แทน ตัวอย่างของอัลกอริทึมชนิดนี้คือ Genetic Algorithm แผนภาพการทำงานของรีอินฟอร์ซเป้นท์เลิร์นนิ่ง แสดงได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7แผนภาพการทำงานของรีอินฟอร์ซเม้นเลิร์นนิ่ง

2.2 แอกติเวชั่นฟังก์ชั่น (Activation Function)

แอกติเวชั่นฟังก์ชั่นเป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการคำนวณเอาท์พุทของนิวรอล แอกติเวชั่นฟังก์ชั่นมีหลายชนิด ตัวอย่างของสมการที่นิยมใช้สำหรับแอกติเวชั่นแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 *แอกติเวชั่นฟังก์ชั่น* ที่นิยมใช้

ชนิดของแอกติเวชั่นฟังก์ชัน	ฟังก์ชัน
Linear	$f(z) = z$
Sigmoid	$f(z) = 1/(1+\exp(-z))$
Hyperbolic Tangent	$f(z) = (1-\exp(-2z))/(1+\exp(-2z))$
Radial Basis Function	$f(z) = \exp(-z^2/\beta^2)$
Threshold	$f(z) = +1$ if $z > z_t$ -1 otherwise

2.3 การประยุกต์ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network Application)

ในปัจจุบันได้มีการนำนิวรอลเน็ตเวิร์กมาประยุกต์ใช้งานกันหลายด้าน ตัวอย่างกลุ่มงานที่ได้รับการนิยมมีดังนี้

Recognition: การนำนิวรอลเน้ตเวิร์กมาประยุกต์ใช้กับงานในการจดจำได้รับการนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากนิวรอลเน้ตเวิร์กมีความสามารถที่จะจดจำรูปแบบที่มีความซับซ้อนมากได้ดี ตัวอย่างของเน้ตเวิร์กที่เหมาะกับงานในด้านนี้คือ มัลติเลเยอรีเพอรีเซพตรอน

Clustering: หลักการของงานด้านนี้คือ อินพุทเน็ตเวิร์กที่มีคุณสมบัติ หรือลักษณะที่ใกล้เคียงกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เน็ตเวิร์กที่เหมาะสมกับงานด้านนี้คืออันซุปเปอร์ไวส์นิวรอลเน็ตเวิร์ก ตัวอย่างเช่น ART network และ Kohonen's self-organizing feature map

Classification: ในขั้นตอนการปรับสอน จำนวนของคลาส (Class) และคุณสมบัติของแต่ละคลาสจะถูกป้อนเข้าสู่เน็ตเวิร์ก อินพุทของเน็ตเวิร์กจะถูกจะเข้าคลาสที่เหมาะสม กับงานด้านนี้คือ มัลติเลเยอรีเพอร์เซพตรอน และ Linear Vector Quantization (LVQ) เน็ตเวิร์ก

Forecasting: อัลกอริทึมการเรียนรู้ที่ใช้กับงานด้านนี้คือ ซุปเปอร์ไวส์อัลกอริทึม เน็ตเวิร์กจะถูกปรับสอนด้วยชุดข้อมูลในอดีต ซึ่งจะประกอบด้วยอินพุทและเอาท์พุทเป้าหมาย เน็ตเวิร์กที่เหมาะสมและเป็นที่นิยมใช้กับงานด้านนี้คือ มัลติเลเยอรีเพอร์เซพตรอนที่มีการเรียนรู้แบบแบ้คพรอพาเกชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Weightless neural networks

Weightless neural model ที่เรียกว่า " WISARD" ซึ่งเป็นแบบ Single Layer feed – forward ประกอบไปด้วยกลุ่มของ discriminator ที่เป็นตัวแทนของค่าความแตกต่างกันของ pattern ในแต่ละชั้นซึ่ง discriminators ทุกตัวในชั้นแรกเราจะ set ค่าให้เป็น 0

ในระหว่างการ Training แต่ละ pattern จะถูกเก็บไว้ใน RAMs ของ discriminator ที่ตรงกันเท่านั้น หลังจากการ Training ในแต่ละ class เสร็จเรียบร้อยแล้ว การรู้จำสมบูรณ์แบบก็จะเกิดขึ้นจากการที่เราทำการป้อน unknown pattern ให้กับ discriminators ทุกตัว แล้วทำการหาคำตอบที่แน่นอน

ใน WISARD ถ้าเกิดความกำกวมขึ้นระหว่าง การเก็บ pattern และ set 0 state ตอนเริ่มต้นก่อนที่จะเกิดการ Training ซึ่งจะแก้ปัญหาเหล่านี้ได้โดยการใช้ Probabilistic logic Node (PLN) แต่ละ Node ยังคงมี binary output แต่เป็นการทำงานที่ระดับ 3 อีกข้อหนึ่ง คือ u-state จะเป็นการแทนค่าเริ่มต้นหรือเป็น state ที่ไม่มีข้อมูลเก็บไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียไปถึง output คือ จะมีโอกาสเกิด 1 และ 0 ได้อย่างละ 50% ใน recalling mode รายละเอียดในลำดับขั้นถัดไป จะเป็นการกล่าวถึงเกี่ยวกับการทำงานของ PLNs

การพัฒนาของ PLNs ที่เป็นที่รู้จักในนามของ Goal Seeking Neural (GNS) ซึ่งจะต่างจาก PLNs คือ จะมี u –state เป็นแบบการแพร่ผ่าน Network แทนที่จะเป็นการบังคับ node เพื่อที่จะได้เอาท์พุทออกมาระหว่าง 0 และ 1 ซึ่ง Multi – addressing ใน GSNs มีจุดประสงค์เพื่อลดจำนวนของ u –state location และเป็นการหลีกเลี่ยงความลังเลระหว่าง retrieval phase เนื่องจาก u – state ที่เข้ามาเป็นจำนวนมาก

Version อื่น ๆ ของ RAM – based neurons ที่ประกอบด้วยค่าจริงที่ต่อเนื่องที่มีชื่อว่า The multi-value probabilistic RAMs(pRAMs) ซึ่งแทนที่จะมีค่าเพียงค่า binary เก็บไว้ใน look-up table model นี้ยังอนุญาตให้ input อยู่ในรูปแบบของค่าจริงที่มีความต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นของ 1 ที่ output จะคำนวณได้จากค่าถ่วงน้ำหนักผลรวมของเวกเตอร์ทางด้านอินพุทต่อเนื่อง

Version ต่อมาเราเรียกว่า Cascaded Single Weightless Neural Network (CSWNN) โมเดลนี้จะประกอบด้วยกลุ่มของ RAM Neurons ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมี feedback ต่ออยู่ภายในตัวของมันองและเพื่อต่อโดยตรงกับ Network กลุ่มต่อไป (Cascade network) เป็นกลไกเฉพาะเพื่อที่จะทำเกี่ยวกับปัญหาการเรียนรู้ด้านภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากใช้แค่เพียง Location ซึ่งหามาจากการที่เรา trained patterns เป็นการพัฒนาระหว่างการ training PLNs อาจเกิดความเสียหายจากการ delay เมื่อ training set มีค่าน้อยเกินไป (เช่นมีประมาณ 2 –3 ชุด) ความเสียหายอื่น ๆ ที่เป็น generalization เกิดขึ้นในระดับชั้น Network เทคนิคของการ Generalization ที่ไม่สนใจอินพุทที่ node level เรียกว่า spreading process ซึ่งเป็นขบวนการที่ต่อจากช่วง learning phase กระบวนการทำงานโดย การกำหนอค่า u – state location จากค่าที่ใกล้เคียงที่สุดใน Hamming distance

ถ้ามีการขัดแย้งระหว่างค่าที่ใกล้เคียงที่สุด (เลือกค่าใดค่าหนึ่งไม่ได้) Location ของ u – state จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า generalization ของ network ขึ้นอยู่กับระยะรัศมีของ Spreading regions ที่แต่ละ node ถ้าค่ารัศมีเท่ากับจำนวนทั้งหมดของ binary output หมายความว่า networkมีการกระจายเต็ม ซึ่ง network ที่มีคุณสมบัติดังนี้เราจะเรียกว่า Generalizing RAMs (GRAMs)

ขนาดของ Generalization ใน GRAMs จะถูกกำหนดโดยจำนวนของ patterns ในการ training เพราว่า spreading region จะมีขนาดเล็กลงเมื่อจำนวน pattern มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

อนุกรมเวลา (Time Series) คือ กลุ่มของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาตามลำดับเวลาที่ได้เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โยปกติระยะห่างของการเก็บมักจะเท่ากัน ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นค่าที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งตามเวลา โดยที่หน่วยเวลาอาจเป็นปี เดือน สัปดาห์ วัน หรือ ชั่วโมง เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในแต่ละปี ราคาหุ้นของบริษัทแห่งหนึ่งในแต่ละวัน หรืออุณหภูมิของกรุงเทพฯ ในแต่ละชั่วโมง เป็นต้น ประโยชน์ของอนุกรมเวลา คือ ความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ความสามารถนี้เป็นพื้นฐานการวางแผนการดำเนินงานในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาลักษณะ คุณสมบัติ หรือการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลานั้นจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าอนุกรมเวลาชุดหนึ่งนั้น มีส่วนประกอบชนิดใดปนอยู่บ้าง และส่วนประกอบเหล่านั้นรวมกันอยู่ในลักษณะเช่นไร เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึง ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการแยกส่วนประกอบ ข้อจำกัดของวิธีแยกส่วนประกอบ และการคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

3.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Components of Time Series)

ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น มักมีความแปรผันอันเกิดจากปัจจัยหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาสามารถแยกได้เป็น 4 ค่า คือ

1. แนวโน้ม (long-term Trends : T)

แนวโน้ม คือการเคลื่อนหรือการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเป็นการเจริญเติบโตหรือการถดถอยของข้อมูลระยะยาว การเคลื่อนไหวนี้อาจเป็นไปอย่างรวดเร็วหรือช้าๆ ก็ได้ แต่ค่อนข้างจะมีแบบแผนในแต่ละช่วงเวลา ค่าแนวโน้มนี้ปกติแสดงถึงทิศทางที่อนุกรมเวลาชุดนั้น ๆ พุ่งไปสุด แนวโน้มนี้อาจมีลักษณะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือลักษณะอื่น ๆ ซึ่งแนวโน้มนี้เป็นส่วนประกอบที่พบในเกือบทุกอนุกรมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation: S)

การแปรผันตามฤดูกาล คือ การเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นกับฤดูกาล อิทธิพลของฤดูกาลมีผลทำให้ข้อมูลผิดไปจาก เวลาปกติ โดยจะมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงซ้ำๆ กันภายในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น ความต้องการพลังงานไฟฟ้ามักจะสูงขึ้นมากในฤดูร้อน และลดน้อยลงในฤดูหนาว หรือ อุณหภูมิในฤดูร้อนจะสูงกว่าในฤดูหนาว

3. การแปรผันตามวัฏจักร (Cyclical Variation: C)

การแปรผันตามวัฏจักรคือ การเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ คล้ายลูกคลื่น การเปลี่ยนแปลงชนิดนี้มีความคล้ายคลึงกับการแปรผันตามฤดูกาล แต่มีช่วงเวลาไม่ค่อยคงที่ บางช่วงอาจมีระยะเวลายาวนาน บางช่วงอาจมีระยะเวลาสั้น การเคลื่อนไหวตามวัฏจักรนี้เป็นส่วนที่วิเคราะห์ค่อนข้างยาก เนื่องแต่ละวัฏจักรมักมีขนาด และช่วงเวลาของวงจรแตกต่างกันไป เช่นวัฏจักรทางธุรกิจ และวัฏจักรทางเศรษฐกิจ

4. การแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation: I)

การแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ คือการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะขึ้นลงไม่แน่นอน เกิดจากสาเหตุที่ไม่อาจคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย ปานกลาง หรือ รุนแรง เช่น ภาวะน้ำท่วม การเกิดสงคราม การเลือกตั้ง หรือ การนัดหยุดงาน

3.2 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมเวลา (Models for Time Series Data)

การขึ้นลงของข้อมูลอนุกรมเวลา (Y) ชุดหนึ่งๆ นั้นมีสาเหตุจากส่วนประกอบของอนุกรมเวลาทั้ง 4 ประการดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา จะต้องทราบค่าส่วนประกอบต่างๆ นั้น รวมกันอยู่ในลักษณะเช่นไร

รูปแบบที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ถือว่าเป็นรูปแบบที่ดี คือ รูปแบบที่สร้างขึ้นจากการนำเอาการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนไหวต่างๆ นั้นมาสัมพันธ์กัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 **รูปแบบการบวก (Additive Model) :** ในรูปแบบการบวกนี้ถือว่า ข้อมูลในแต่ละอนุกรมเวลาประกอบด้วยผลบวกของส่วนประกอบทั้ง 4 ประการเหล่านั้น นั่นคือ

$$Y = T + S + C + I$$

3.2.2 **รูปแบบการคูณ (Multiplicative Model) :** ในรูปแบบนี้ถือว่า ข้อมูลในแต่ละ อนุกรมเวลาประกอบด้วยผลคูณของส่วนประกอบทั้งสี่ประการเหล่านั้น นั่นคือ

$$Y = T \times S \times C \times I$$

การเลือกใช้รูปแบบการบวกหรือรูปแบบการคูณในการวิเคราะห์นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลา โดยทั่วไปรูปแบบการคูณเป็นรูปแบบที่ใช้อธิบายการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาได้ใกล้เคียงความจริงมากกว่ารูปแบบการบวก

ข้อมูลแต่ละชุดไม่จำเป็นต้องประกอบไปด้วยส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วน ข้อมูลบางชุดอาจจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือแนวโน้มและการแปรผันตามฤดูกาล ในขณะที่บางชุดอาจมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือการแปรผันตามวัฏจักร การแปรผันตามฤดูกาล และการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ หรือบางชุดอาจมีเพียงแนวโน้มอย่างเดียว และในกรณีที่เป็นข้อมูลรายปีจะไม่มีส่วนประกอบของการแปรผันตาฤดูกาล

3.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ การศึกษาหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ที่เปลี่ยนไปตามเวลาจากอดีตถึงปัจจุบัน แล้วนำรูปแบบเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต ดังนั้นในการวิเคราะห์ขั้นแรกจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะหรือคุณสมบัติของอนุกรมเวลาเสียก่อน เพื่อใช้เป็นหลักในการวางแผนหรือกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอนุกรมเวลา ขั้นต่อไปคือแยกส่วนประกอบที่มีอยู่ในอนุกรมเวลาเพื่อดูว่าอนุกรมเวลานั้นๆ มีส่วนประกอบแต่ละส่วนอยู่มากน้อยเพียงใด แล้วนำส่วนประกอบเหล่านั้นมาพยากรณ์อนุกรมเวลาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

วิธีการแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยการแยกเอาส่วนประกอบต่างๆ ในอดีตออกมา เพื่อจะทราบว่าในแต่ละอนุกรมเวลามีส่วนประกอบชนิดใดปนอยู่บ้าง และมีอยู่มากน้อยเพียงใด แล้วนำส่วนประกอบแต่ละส่วนไปพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในอนาคต โดยถือเสมือนว่าปัจจัยหรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลอนุกรมเวลาในอนาคตเหมือนกับในอดีต ขั้นตอนของการแยกส่วนประกอบมีดังนี้

3.4.1การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average: MA)

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีการที่แยกแนวโน้มและการแปรผันตามวัฏจักรออกจากการแปรผันตามฤดูกาลและการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จึงประกอบไปด้วยแนวโน้มและการแปรผันตามวัฏจักร หรือ MA = T x C นั่นเอง และเมื่อนำค่า MA ที่ได้ไปหารกับข้อมูลอนุกรมเวลา (Y) จะได้การแปรผันตามฤดูกาลและการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ หรือ Y / MA = S x I

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ทำได้โดยการจัดข้อมูลเป็นกลุ่มๆ แล้วหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละกลุ่ม เมื่อหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มแรกได้แล้ว ให้ตัดข้อมูลตัวสุดท้ายไปแล้วนำเอาข้อมูลตัวใหม่ซึ่งอยู่ถัดจากข้อมูลตัวสุดท้ายมาแทนที่แล้วเฉลี่ย จะได้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบถึงข้อมูลตัวสุดท้ายโดยที่จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะต้องเท่ากันอาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

กำหนดให้

k คือ จำนวนระยะที่ใช้ในการเฉลี่ยแต่ละคราว

Y_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งที่ t

$$Y_t = Y_{t-1} + (\text{ข้อมูลตัวถัดจากชุดที่}(t-1) - \text{ข้อมูลตัวแรกของชุดที่ }(t-1))/k$$

เนื่องจากค่าเฉลี่ยที่ได้จะเป็นข้อมูลตรงกึ่งกลางของระยะเฉลี่ย ดังนั้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะมีค่าช่วงต้นและช่วงปลายบางช่วงขาดหายไป ซึ่งถ้าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมามีจำนวนมาก (อย่างน้อย 2L โดยที่ L = จำนวนฤดูกาลในหนึ่งปี) ค่าเฉลี่ยที่หายไปบางส่วนคงไม่ก่อให้เกิดปัญหาอะไร แต่ถ้าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมามีจำนวนน้อย (น้อยกว่า 2l โดยที่ L = จำนวนฤดูกาลในหนึ่งปี) ค อาจทำให้เกิดค่าผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2การคำนวณหาค่าแนวโน้ม (T) และการแปรผันตามวัฏจักร (C)

ขั้นตอนในการคำนวณ คือแยก T ออกจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการคำนวณหา T มีหลายวิธี เช่น วิธีประมาณด้วยสายตา วิธีเฉลี่ยทีละครึ่ง วิธีกำลังสองน้อยที่สุด เป็นต้น ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงลักษณะของความสัมพันธ์ของ T กับเวลาที่เปลี่ยนแปลง

เมื่อคำนวณหา T ได้แล้ว สามารถคำนวณหา C ได้โดยนำ T ที่ได้นั้นไปหารกัน ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตามสมการต่อไปนี้

$$MA / T = C$$

3.4.3การคำนวณหาการแปรผันตามฤดูกาล (S) และการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ (I)

ขั้นตอนแรก คือ แยก S ออกจาก I โดยนำค่า S x I ของแต่ละฤดูกาลมาทำการหาค่าเฉลี่ยโดยตัดร่า S x I ที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดออก เนื่องจากเป็นค่าที่เกิดจากการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้คือ ค่า S ของฤดูนั้น ชั้นต่อตอนไป คือ การคำนวณหา I โดยนำ S ที่ได้ไปหาร S x I ตามสมการต่อไปนี้

$$(S \times I) / S = I$$

3.5ข้อจำกัดของวิธีแยกส่วนประกอบ

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้วิธีแยกส่วนประกอบมีข้อจำกัดดังนี้

1. การแยกข้อมูลเวลาออกเป็น 4 ส่วนนั้น ต้องมีจำนวนข้อมูลมากพอสมควร (อย่างน้อย 5L โดยที่ L = จำนวนฤดูกาลในหนึ่งปี) จึงจะสามารถแยกส่วนประกอบเหล่านี้ได้

2. การพยากรณ์โดยนำส่วนประกอบแต่ละส่วนมาคูณกัน ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในอนาคตจะเหมือนกับข้อมูลในอดีต นั้นคือแนวโน้มยังคงอยู่ในลักษณะเดิม การแปรผันตามฤดูกาล และการแปรผันตามวัฏจักร จะมีลักษณะเหมือนในอดีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6การคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

วัตถุประสงค์หลักในการพยากรณ์ คือ การได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ในทางสถิติสามารถคำนวณหาความคลาดเคลื่อนของร่าที่ได้จากการพยากรณ์ได้หลายวิธี ตัวอย่างของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากร์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นิยมใช้มีดังนี้

กำหนดให้

N = จำนวนตัวแปร

Target = ค่าจริง

Forecast = ค่าพยากรณ์

1. **ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error : MAE) :** สถิตินี้คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$MAE = (\sum |Target_i - Forcast_i|)/N$$

2. **ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) :** สถิตินี้คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$MSE = (\sum (Target_i - Forcast_i)^2)/N$$

3. **ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE)**สถิตินี้คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$RMSE = \sqrt{(\sum (Target_i - Forcast_i)^2)/N}$$

4. **ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) :** สถิตินี้คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$MAPE = \left\{ \sum \left| \frac{Target_i - Forcast_i}{Target_i} \right| x\ 100 \right\}/N$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.7สรุป

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาคือเทคนิคอย่างหนึ่งในวิชาสถิติ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรในอดีต แล้วนำมาพยากรณ์ตัวแปรในอนาคต เพื่อประโยชน์ในด้านการวางแผนการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์อนุกรมเวลามีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การวิเคราะห์ลักษณะ และการแยกส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ค่า ได้แก่ แนวโน้มการแปรผันตามฤดูกาล การแปรผันตามวัฏจักร และการแปรผันเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ ประสิทธิภาพของการพยากรณ์นั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องและปริมาณข้อมูล ความถูกต้องแม่นยำของการพยากรณ์สามารถวัดได้จากความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ ซึ่งมีรูปแบบการคำนวณแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42706

บทที่ 4
การแปลงกราฟไปเป็นไบนารีไฟล์

4.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข หมายถึง การนำภาพที่พบทั่วไปมาประมวลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยนำภาพที่นำมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นี้จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลขให้อยู่ในรูปของเมริกซ์ แต่ภาพที่ได้โดยส่วนมากแล้วจะเป็นภาพที่ได้จากตัวรับสัญญาณ ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน f(x,y) ที่ต่อเนื่องในระนาบสองมิติ (คือแกน XและแกนY) โดยจะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเรียกว่าระดับสีเทา (Gray Level)

4.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ภาพข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากอนาลอก อยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งโดย (x,y) และค่าระดับสีเทาของพิกเซล โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลได้โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

เมื่อเรานำสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลมาให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อที่จะประมวลสัญญาณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชันที่ได้เรียกว่าการควอนไตเซชั่นระดับสีเทา (Gray Level Quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

สมมุติว่าสัญญาณภาพระนาบ X และ Y เป็นช่วงเท่าๆกัน เราสามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ ขนาด NxN ได้ดังสมการที่ 4.1

$$f(x,y) = \begin{matrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2)\ldots\ldots f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2)\ldots\ldots f(1,N-1) \\ . & . & . \quad . \\ . & . & . \quad . \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & f(N-1,2)\ldots\ldots f(N-1,N-1) \end{matrix} \qquad \ldots\ldots\ldots(4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทางขวาของสมการ จะเรียกได้ว่า ภาพดิจิตอล และทุกๆสมาชิกของเมตริกซ์ จะ เรียกว่า พิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้นจะเห็นได้ว่า เราสามารถทราบขนาดของความละเอียดของภาพ NxN พิกเซล และจำนวนระดับของเกรย์สเกล ในทางปฏิบัติการทำควอนไตเซชั่นในระบบภาพดิจิตอล จะมีค่าดังสมการ 4.2

$$B = NxNxM \quad \text{บิต} \qquad \text{.....(4.2)}$$

เมื่อ B = ขนาดของข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล

G = จำนวนของเกรย์สเกลที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

M = จำนวนบิตที่ใช้ในการแทนข้อมูลภาพ 1 พิกเซล

โดย M สามารถหาได้จาก

$G = 2$

4.1.2 **ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล**

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลภาพจะมีค่าความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไปแต่ที่ใช้กันมากจะกันที่ระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์ หรือ 8บิต สำหรับข้อมูล 1 จุดภาพ ($2^8 = 256$) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดสูงๆ อาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คืออาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มของจุดภาพจะเท่ากับ 2 และ 2 โดยจะแยกให้เห็นชัดเจนดังนี้

1. ภาพ 2 ระดับ คือ มีเพียงแค่จุดขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต
2. ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 16 ระดับสี หรือ 16 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
3. ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับสี หรือ 256 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ

4.2 การสร้างภาพไบนารี

ในการพยากรณ์ข้อมูลด้วยนิวรอลเน็ทเวิร์คนี้เราต้องอาศัยข้อมูลทางดิจิตอลเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และเข้าใจของโปรแกรมดังนั้นก่อนที่เราจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลใดๆนั้นเราจึงต้องทำการแปลงข้อมูลจากภาพซึ่งก็คือกราฟไปเป็นข้อมูลทางดิจิตอลซึ่งก็คือไบนารีไฟล์นั่นเอง นั่นหมายถึงการแปลงข้อมูลที่มีระดับความเข้มหลายระดับ (Multi Level Image) ให้เป็นภาพที่ที่มีระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มเพียง 2 ระดับ นั่นคือ 1 จุดภาพมีได้ 2 ค่าเท่านั้นคือ 0 กับ 1 โดยจุดภาพที่แทนด้วย 1 จะหมายถึงจุดภาพที่มีระดับสีดำ ส่วนจุดภาพที่แทนด้วย 0 จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีขาว

ในการสร้างภาพไบนารี สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าจุดภาพใดควรจะเป็นจุดขาวหรือจุดดำ จะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่า "ค่าเทรชโฮล" (Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของจุดภาพใดๆที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 0 (จุดขาว) และถ้าค่าของจุดภาพใดๆที่มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนให้เป็น 1 (จุดดำ) ซึ่งการทำงานสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 4.3

โดย

$$b(x,y) = 1 \quad ; g(x,y) > Thr \qquad \text{.....(4.3)}$$

$$0 \quad ; g(x,y) \leq Thr$$

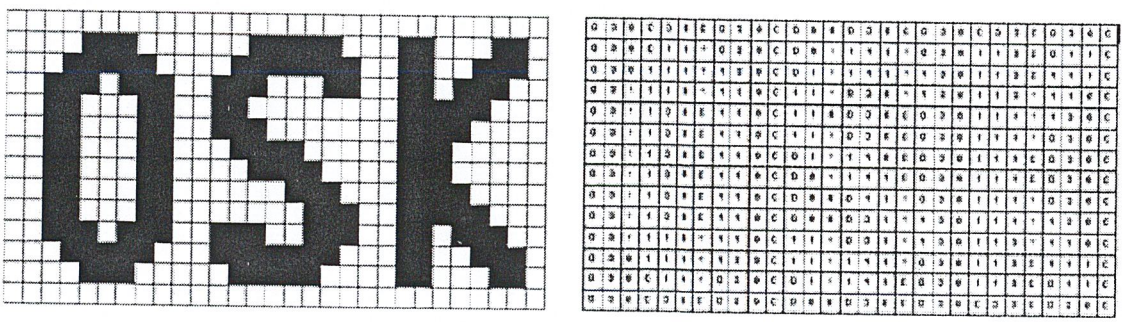
b(x,y) ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพไบนารี

g(x,y) ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

Thr ค่าเทรชโฮล เป็นค่าคงที่ ที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง L ระดับ

: โดยที่ L คือระดับความเข้มของจุดภาพสูงสุด

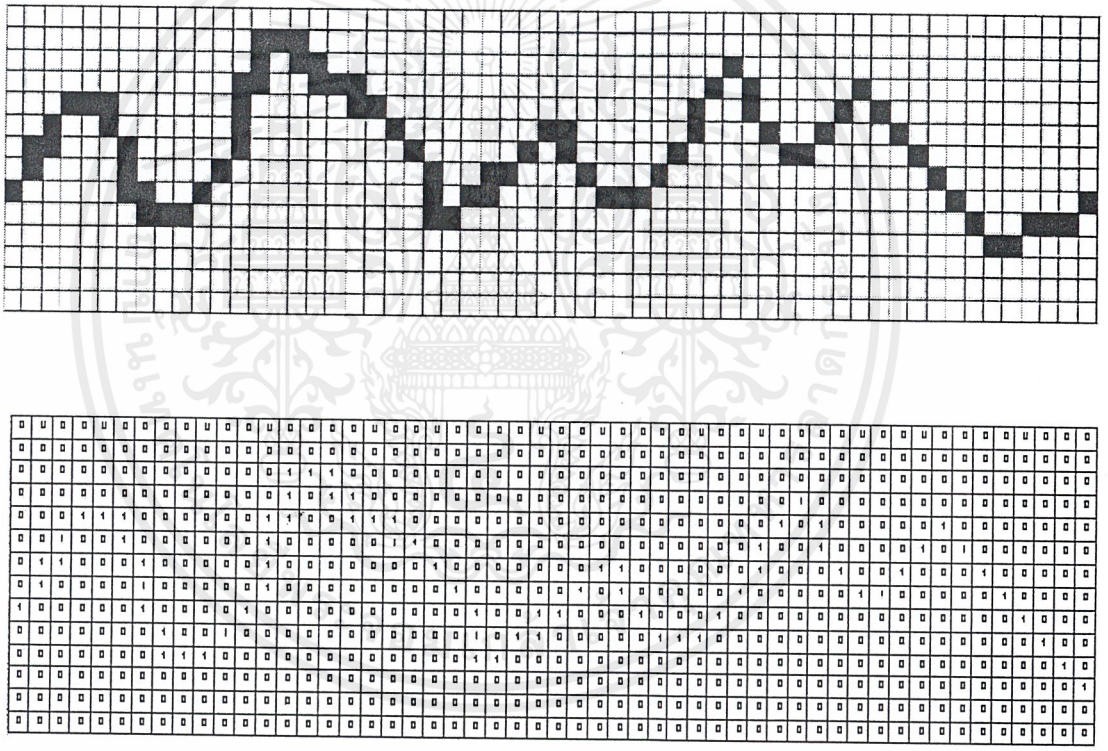
ดังนั้นเมื่อเรากำหนดค่าเทรชโฮลให้มีค่าเป็น 0 เมื่อความเข้มของภาพอยู่ที่ระดับ 0 หรือเป็นสีขาว ดังนั้นเมื่อข้อมูลภาพอินพุทมีสีขาว เราจะได้ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพไบนารีที่มี b(x,y) = 0 และเมื่อข้อมูลภาพอินพุทที่มีความเข้มของภาพที่ระดับอื่น ๆ หรือสีอื่นที่ไม่ใช่สีขาว เราจะได้ข้อมูลภาพผลลัพท์ที่เป็นภาพไบนารีที่มี b(x,y) = 1



รูปที่ 4.1 แสดงการแปลงรูปเกรย์สเกลไปเป็นภาพไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มแรกให้โปรแกรมในส่วนของการแปลงไฟล์นี้สแกนหาจุดตามแนวแกน y โดยสแกนจากบนลงล่าง (vertical scan) โดยเริ่มจากขอบบนสุดของกรอบ และถ้าพบจุด pixel ที่มีค่าระดับความเข้มน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮล ก็จะทำการเซตข้อมูลในไบนารีไฟล์ที่ตำแหน่ง x,y นั้นให้มีค่าเท่ากับ '0' ในทางตรงข้ามถ้าพบจุด pixel ที่มีค่าระดับความเข้มมากกว่าค่าเทรชโฮล ก็จะทำการเซตข้อมูลในไบนารีไฟล์ที่ตำแหน่ง x,y นั้นให้มีค่าเท่ากับ '1'

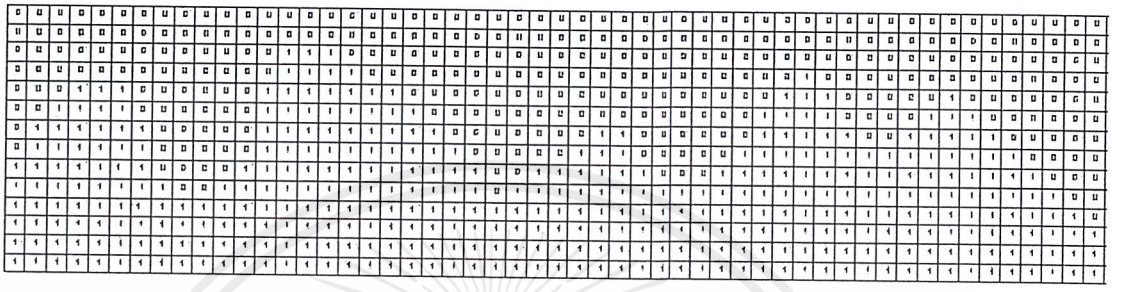


รูปที่4.2 การแปลงกราฟไปเป็นภาพไบนารีโดยการแปลงจุดดำเป็น '1' และจุดขาวเป็น '0'

แต่ในทางปฏิบัติในการแปลงรูปแบบนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงเมื่อนำไปใช้ในการประมวลผลด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ก สาเหตุเนื่องจากเมื่อนำ*นิวรอน* (กล่าวโดยละเอียดในบทถัดไป) มาจับในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งถ้าเราใช้การแปลงในรูปแบบนี้จะมีโอกาสที่นิวรอนจะจับไม่พบตำแหน่งที่มีค่าเป็น '1' สูง ดังรูปที่ 4.2 ทำให้มีโอกาสเป็นไปได้ว่าโปรแกรมจะทำงานผิดพลาดเนื่องจากเข้าใจว่าไม่มีข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเราจึงต้องประยุกต์โดยการทำให้พื้นที่ใต้กราฟของข้อมูลในไบนารีไฟล์ b(x,y) มีค่าเป็น ‘1’ ทั้งหมดดังรูปที่4.3



รูปที่4.3การแปลงกราฟไปเป็นภาพไบนารีโดยการทำให้พื้นที่ใต้กราฟเป็น ‘1’

จะเห็นได้ว่าถ้าเราทำให้พื้นที่ใต้กราฟของข้อมูลในไบนารีไฟล์ b(x,y) มีค่าเป็น ‘1’ ทั้งหมดแล้วจะสามารถขจัดข้อผิดพลาดนี้ได้เพราะนิวรอนสามารถจับข้อมูลในไบนารีไฟล์ b(x,y) มีค่าเป็น ‘1’ได้แน่นอนแม้ว่าจะไม่ใช่จุดแรกจากด้านบนที่สแกนลงมาแต่ก็ใกล้เคียงมากเนื่องจากเรากำหนดให้นิวรอนแต่ละตัวสามารถจับข้อมูลได้อย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การพยากรณ์ข้อมูล (Data Prediction)

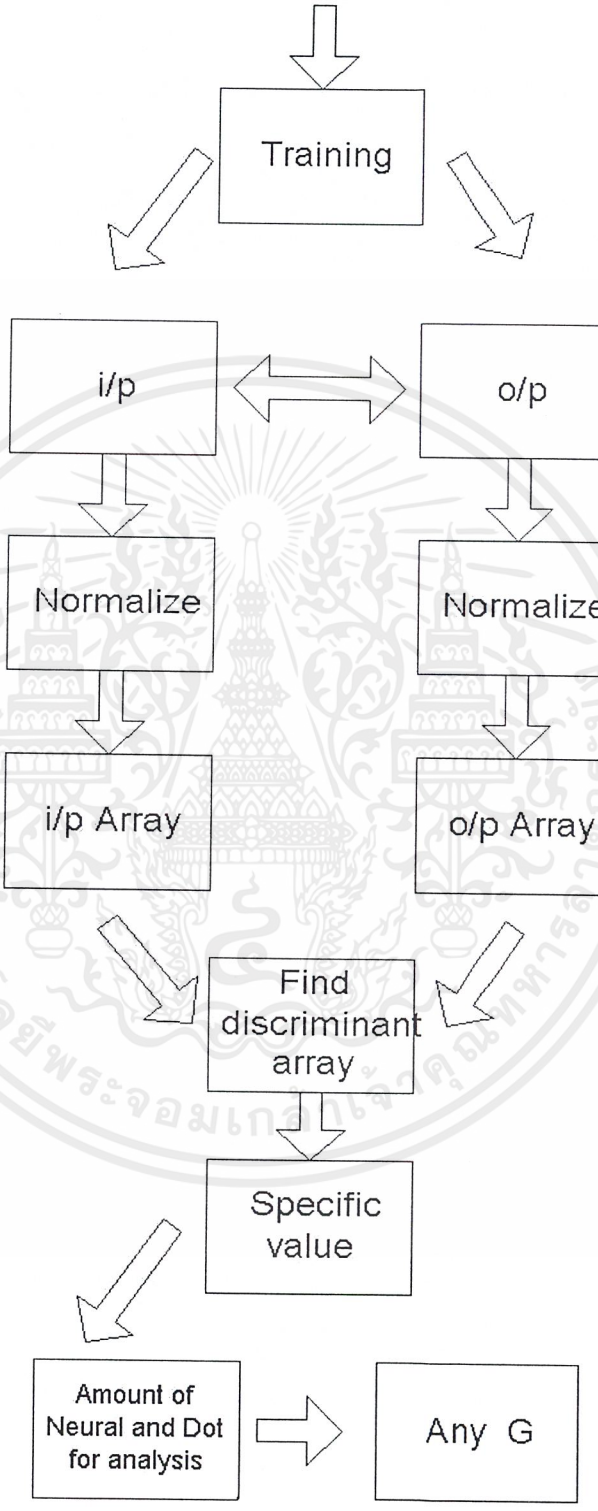
ในโปรแกรมนี้ผู้เขียนใช้นิวรอลเน็ทเวิร์คชนิดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Weightless Neural Network) และไม่มีการป้อนกลับแบบถ่วงน้ำหนัก(Backpropagation)ด้วยทำให้โปรแกรมนี้มีลักษณะคล้ายการจดจำข้อมูลในอดีตแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดต่อไปในอนาคตซึ่งมีหลักการและตัวอย่างการคำนวณอยู่ในบทนี้ โดยในบทนี้จะทำให้เราสามารถทำความเข้าใจกระบวนการของการวิเคราะห์ของนิวรอนในการจดจำและการลงคะแนนเสียง (voting) และลงท้ายสุดด้วยการพยากรณ์ต่อไป การวิเคราะห์นี้จะสามารถทำได้ใกล้เคียงของจริงก็ต่อเมื่อต้องมีการสอน (Training) โดยการป้อนข้อมูลซึ่งเป็นตัวอย่างที่นิวรอนใช้ในการเรียนรู้เป็นจำนวนมากๆ ยิ่งมากเท่าใด ความแม่นยำก็ยิ่งมีมากเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์และการทำนายโดยนิวรอลเน็ทเวิร์คสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆคือการฝึกสอน(Training) และการพยากรณ์(Prediction) ดังนี้

5.1 การฝึกสอน (Training)

เพื่อให้การพยากรณ์เป็นไปอย่างแม่นยำ จึงต้องมีการฝึกสอน(Training) โดยการใช้ข้อมูลที่เป็นตัวอย่างในอดีตที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลในปัจจุบันที่ต้องการจะทำนายดังนั้นการที่จะสามารถทำนายได้อย่างแม่นยำนั้นก็ต้องอาศัยการเรียนรู้จำนวนมากๆ นั่นก็คือข้อมูลที่เราป้อนให้กับโปรแกรมนั่นเอง ซึ่งหากมีปริมาณมากเท่าใดก็จะยิ่งทำให้นิวรอนฉลาดยิ่งขึ้น ซึ่งก็ทำให้สามารถทำนายได้แม่นยำยิ่งขึ้นด้วย

ในการฝึกสอนนั้นผู้เขียนได้ใช้ข้อมูลตัวอย่างเป็นค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนเป็นระยะเวลาประมาณ 30ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา เพื่อให้นิวรอนมีตัวอย่างมากพอในการวิเคราะห์และสามารถพยากรณ์ข้อมูลในจุดต่อไปได้อย่างใกล้เคียงมากที่สุด ส่วนการพยากรณ์ซึ่งต้องใช้ข้อมูลให้สัมพันธ์กับข้อมูลตัวอย่างนี้ (ในที่นี้คือข้อมูลของอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนใน 30 ปี) จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่5.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของการฝึกสอน

5.2 การพยากรณ์ (Prediction)

ขั้นแรก

คือการกำหนดกรอบของภาพไบนารี (ไบนารีไฟล์ที่แปลงมาจากกราฟนั่นเอง) เมื่อเราได้ขนาดของกรอบ ซึ่งกรอบนี้ก็คือขอบเขตของนิวรอนทั้งหมดที่สามารถจับข้อมูลได้ในขณะนั้น ณ ที่กรอบนั้น

ขั้นที่สอง

คือการกำหนดให้นิวรอนแต่ละตัวนั้นต้องจับข้อมูลในจุดใดของกรอบบ้าง ทำให้ในขณะที่ทำนายนั้นนิวรอนแต่ละตัวจะจับข้อมูลที่เป็น '1' และ '0' ได้ไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้เราจึงใช้ความไม่เท่ากันนี้ในการเปรียบเทียบเพื่อหาคำตอบ

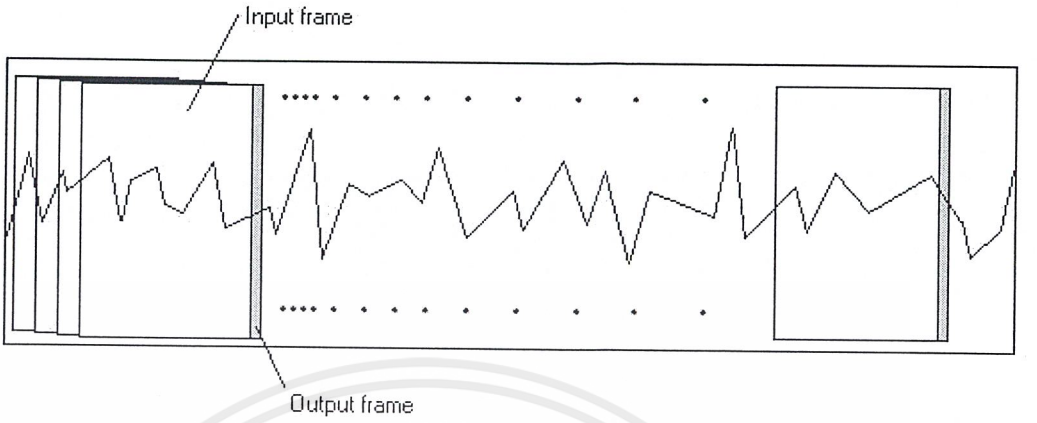
ขั้นที่สาม

คือการเปรียบเทียบข้อมูลของอินพุทที่ใส่เข้าไปภายหลังกับข้อมูลในกรอบอ้างอิงขณะนั้น (ข้อมูลที่ได้จากการฝึกสอนหรือ Training)โดยการใช้ นิวรอนจับข้อมูลที่เป็น '1' และ '0' ในภาพไบนารีซึ่งค่าที่ได้จะเก็บไว้โดยนิวรอนทั้ง 100 ตัว โดยจะมีทั้งค่าที่เหมือนและแตกต่างกันไปซึ่งนิวรอนทั้งหมดจะถูกนำไปทำการลงคะแนนเสียง(Voting)ในภายหลัง

ขั้นที่สี่

คือการเลื่อนกรอบ เพื่อให้นิวรอนทำการจับข้อมูลในกรอบที่เราอ้างอิงใหม่นี้ โดยเราจะทำการเลื่อนจุดเริ่มต้นในการสแกนไปจากจุดเดิมในแนวแกน X ไปตามที่เรากำหนดไว้ (ประมาณ 1-5 pixels) ซึ่งกรอบนี้จะมีส่วนที่จะไปทับกับกรอบเดิมในลักษณะเหลื่อมกันดังรูปที่ 5.2 เป็นผลให้ในกรอบอ้างอิงใหม่นี้มีรูปแบบของข้อมูลในภาพไบนารีเปลี่ยนไป อันจะทำให้นิวรอนสามารถเปรียบเทียบข้อมูลอินพุทกับข้อมูลในกรอบใหม่นี้ได้แตกต่างไปจากกรอบเดิมด้วยทำให้ค่าความเหมือนของนิวรอนแต่ละตัวที่ได้มีความหลากหลายซึ่งนิวรอนแต่ละตัวจะเก็บค่าความเหมือนที่มากที่สุดของมันไว้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับกรอบอ้างอิงอื่นๆ เพื่อหาค่าความเหมือนที่มีค่าความเหมือนมากที่สุดต่อไปจนสุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 ภาพแสดงการเลื่อนกรอบเพื่อให้นิวรอนทำการเปรียบเทียบข้อมูลอินพุทกับข้อมูลตัวอย่างเพื่อหาค่าเอาท์พุท

ขั้นที่ห้า

การโหวตหรือลงคะแนนเสียง (Voting) ของนิวรอน เมื่อโปรแกรมได้ทำการเลื่อนกรอบไปจนสุดข้อมูลแล้ว นิวรอนแต่ละตัวก็จะได้ค่าตำแหน่งของกรอบที่ตัวมันสามารถจับข้อมูลที่เป็น '1'มากที่สุดซึ่งเปรียบได้ว่าเป็นค่าความเหมือนของนิวรอนแต่ละตัวนั่นเอง ซึ่งค่าความเหมือนของนิวรอนแต่ละตัวนี้จะแตกต่างกันหรือเหมือนกันก็ได้ จากนั้นนิวรอนแต่ละตัวก็จะทำการลงคะแนนเสียงว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบที่เราต้องการ ซึ่งกรอบนี้ได้มาจากจำนวนนิวรอนที่มีค่าความเหมือนซ้ำกันมากที่สุดนั่นเอง

ขั้นที่6

หาค่าเอาท์พุท โดยการใช้จุดถัดไปของกรอบอ้างอิงที่นิวรอนทำการลงคะแนนเสียงให้มากที่สุด

##########

5.3 ตัวอย่างการคำนวณ

เราลองเริ่มต้นในการคำนวณอย่างง่าย ๆ ก่อน คือ รับค่าอินพุทตัวอย่างเป็นเลขฐานสอง (Binary) ขนาด 20 บิท และให้ค่าเอาท์พุทออกมาเป็นเลขขนาด 2 บิท จำนวน 4 ชุด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ที่มีนิวรอลจำนวน 5 ตัว ในการคำนวณเมื่อป้อนอินพุททดสอบเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าอินพุทและค่าเอาท์พุทของตัวอย่าง

Binary input	Binary output
11011 01110 00011 10010	00
00101 01001 10010 00101	01
10101 01101 00110 01100	10
00010 10010 10100 11101	11

ขั้นตอนที่ 2 กำหนด pixel

เนื่องจากข้อมูลที่ความสำคัญเท่ากันในทุก ๆ จุด ดังนั้นจึงเลือก pixel ใด ๆ ก็ได้

- กำหนด Random bit ของ G1 คือ b1 , b5 , b7 , b9 , b13 , b18 , b19 , b20

G2 คือ b2 , b4 , b6 , b8 , b10 , b11 , b15 , b17

G3 คือ b3 , b7 , b8 , b12 , b14 , b16 , b18 , b20

G4 คือ b4 , b6 , b9 , b11 , b15 , b16 , b18 , b19

G5 คือ b1 , b2 , b3 , b10 , b12 , b14 , b16 , b18

ขั้นตอนที่ 3 สร้าง GRAM

- G1 b1 , b5 , b7 , b9 , b13 , b18 , b19 , b20

G1	Y
1101 0010	00
0000 1100	01
0001 1001	10
0110 0101	11

- G2 b2 , b4 , b6 , b8 , b10 , b11 , b15 , b17

G2	Y
1110 0010	00
0111 0101	01
11111100	10
00001101	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- G3 b3 , b7 , b8 , b12 , b14 , b16 , b18 , b20

G3	Y
0 1 1 0 1 1 0 0	0 0
1 1 0 0 1 0 1 1	0 1
1 1 1 0 1 0 1 0	1 0
0 0 0 0 0 1 1 1	1 1

- G4 b4 , b6 , b9 , b11 , b15 , b16 , b18 , b19

G4	Y
1 0 1 0 1 1 0 1	0 0
0 0 0 1 0 0 1 0	0 1
1 1 1 1 0 1 1 0	1 0
1 1 1 1 0 1 1 0	1 1

- G5 b1 , b2 , b3 , b10 , b12 , b14 , b16 , b18

G5	Y
1 1 0 0 0 1 1 0	0 0
0 0 1 1 0 1 0 1	0 1
1 0 1 1 0 1 0 1	1 0
0 0 0 0 0 0 1 1	1 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบไบนารีอินพุท

สมมุติค่าไบนารีทดสอบ เป็น 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0

5.4.1 ทดสอบไบนารีทดสอบ ด้วย GRAM

ทดสอบด้วย G1 จะได้ i/p เป็น 0 1 0 1 1 0 1 0

G2 จะได้ i/p เป็น 1 0 1 0 1 1 0 0

G3 จะได้ i/p เป็น 0 1 1 0 1 0 1 0

G4 จะได้ i/p เป็น 1 0 0 0 1 0 1 0

G3 จะได้ i/p เป็น 1 0 0 1 0 1 0 1

5.4.2 เปรียบเทียบกับอินพุทตัวอย่าง

เปรียบเทียบกับอินพุทตัวอย่างทั้ง 4 ชุด ในแต่ละ GRAM ว่าเหมือนกับอินพุทตัวอย่างชุดละกี่บิท ซึ่งจะได้ค่าดังตาราง

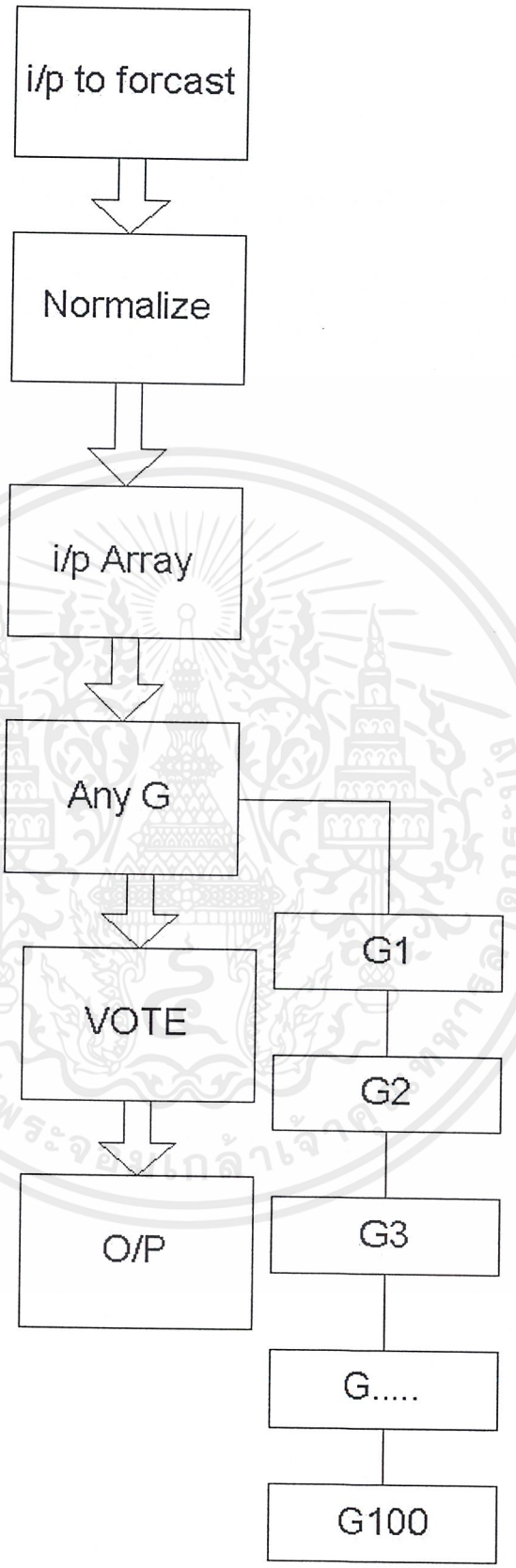
GRAM	**อินพุทลำดับที่**			
ตัวที่	1	2	3	4
1	**6**	4	5	2
2	4	3	**6**	5
3	6	5	**7**	3
4	4	5	**6**	3
5	4	6	**7**	4

5.4.3 หาค่าเอาท์พุท

จากตารางจะเห็นได้ว่าอินพุททดสอบเมื่อทดสอบด้วย GRAM ทั้ง 5 ตัวจะได้ว่า เหมือนกับอินพุทตัวอย่างชุด 3 มากที่สุด (อินพุทตัวที่3 : อินพุทตัวที่1 ; 4 :1) ดังนั้นเอาท์พุทที่ได้จะเท่ากับเอาท์พุทของอินพุทตัวอย่างในชุดที่ 3

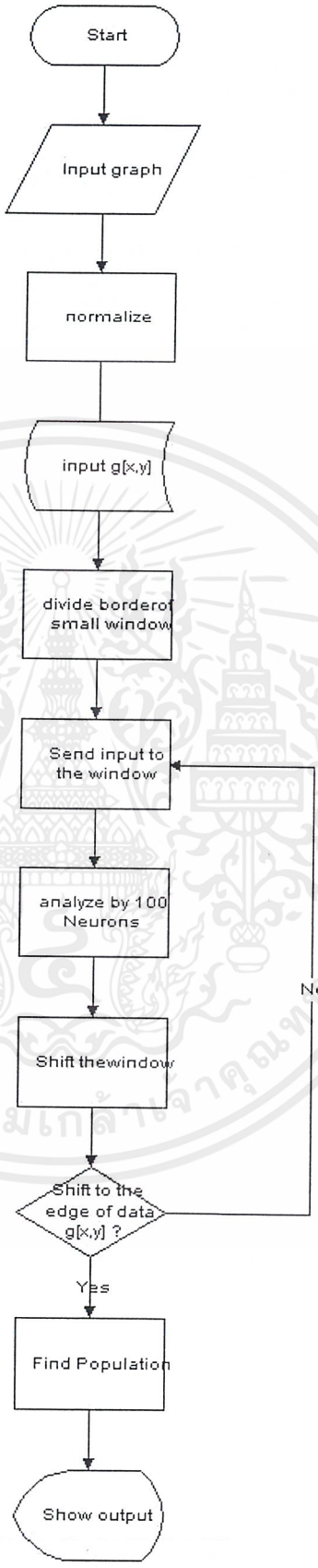
จากการทดสอบจะเห็นได้ว่า อินพุททดสอบต่างจากอินพุทตัวอย่างชุดที่ 3 จำนวน 4 บิท ซึ่งเหมือนที่สุดในจำนวนอินพุทตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้นคำตอบที่ได้จึงได้ค่าตามข้างต้นนั่นเอง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่5.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 โฟล์วชาร์ตแสดงขั้นตอนการประมวลผลของนิวรอนทั้ง100ตัวในการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่6

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองเพื่อหาจุดคำตอบ (Output) ที่โปรแกรมจะทำนายนั้น ผู้เขียนได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนในแต่ละปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952-1986 รวมเป็นระยะเวลา35 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนปี ค.ศ.1987-1991 รวมระยะเวลา 5 ปีผู้เขียนจะใช้ในการทดลองเพื่อพยากรณ์ แล้วทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงว่ามีความใกล้เคียงมากน้อยเพียงใด
ในการสร้างข้อมูลอ้างอิง ผู้เขียนได้ใช้กราฟอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนเป็นระยะเวลา35 ปี แล้วทำการป้อนให้โปรแกรมแปลงข้อมูลที่เป็นอุณหภูมิตัวเลขให้เป็นข้อมูลของเลขฐานสอง(Binary file) เพื่อทำการวิเคราะห์และพยากรณ์ในขั้นต่อไป

ในการทดลองที่ 1 ถึงการทดลองที่ 3 จะใช้ขนาดของกรอบอ้างอิง (Frame) เท่ากับ 1 ปี

<u>การทดลองที่ 6.1</u> ผลของจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์

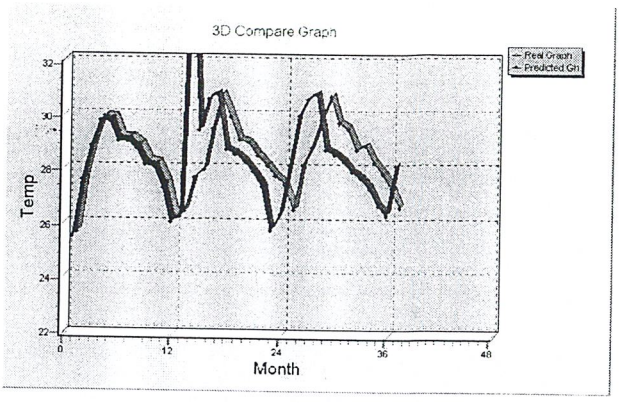
การทดลองตอนนี้จะทำการเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์กราฟอุณหภูมิเฉลี่ยเพื่อทดลองว่าจะมีผลต่อค่าคำตอบ (Output) ที่ได้จากการวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด โดยการทดลองนี้จะให้นิวรอนแต่ละตัวทำการจับข้อมูลจำนวน 300 จุด และใช้ขนาดกรอบอ้างอิง (Frame) 1 ปี ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์

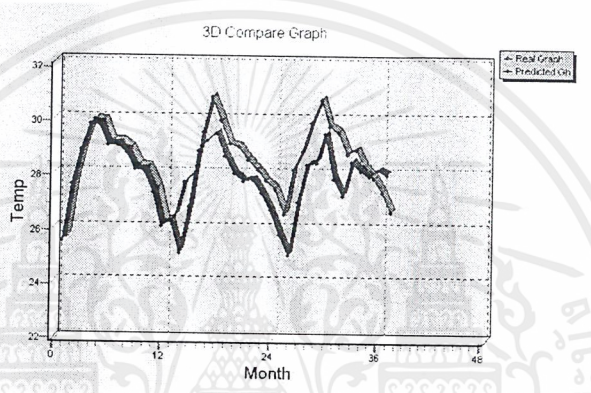
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนที่	ค่าอุณหภูมิจริง	นิวรอน 50 ตัว		นิวรอน 100 ตัว		นิวรอน 200 ตัว	
		อุณหภูมิ ^{o}C	% Error	อุณหภูมิ ^{o}C	% Error	อุณหภูมิ ^{o}C	% Error
1	26.4	37.5	42.05	25.2	4.54	25.2	4.54
2	27.6	29.6	7.05	26.9	2.71	26.9	2.71
3	27.9	30.8	10.20	28.9	3.40	28.9	3.40
4	29.5	30.9	4.75	29.3	0.68	29.3	0.68
5	30.8	28.8	6.49	29.6	3.90	29.6	3.90
6	29.9	28.7	4.01	28.7	4.01	28.7	4.01
7	29.0	28.4	2.23	28.1	3.27	28.2	2.93
8	28.9	28.0	3.28	27.8	3.97	27.8	3.97
9	28.5	27.5	3.51	27.9	2.11	27.5	0.11
10	28.1	25.9	7.83	27.4	2.49	27.4	2.49
11	27.7	26.4	4.69	26.8	3.25	26.8	3.25
12	27.4	28.3	3.28	25.9	5.47	25.9	5.47
13	26.4	30.1	13.8	25.1	5.10	25.1	5.10
14	28.1	30.8	9.6	27.1	3.56	27.1	3.56
15	28.8	30.9	7.29	28.5	1.04	28.4	1.39
16	29.8	28.8	3.52	29.5	1.17	28.5	4.52
17	30.7	28.7	6.51	27.6	10.10	28.9	5.86
18	29.7	28.4	4.38	27.9	6.06	27.9	6.06
19	29.5	28.0	5.08	28.3	4.07	27.3	7.46
20	28.7	27.8	3.14	28.6	0.34	27.3	4.88
21	28.8	27.4	5.03	28.2	2.25	27.1	6.06
22	28.2	26.8	5.13	28.0	0.88	27.0	4.44
23	27.8	26.4	5.11	28.3	1.80	27.1	2.52
24	27.3	28.3	3.67	28.1	2.93	26.2	4.03
%Error เฉลี่ย	-	-	7.16	-	3.30	-	3.10

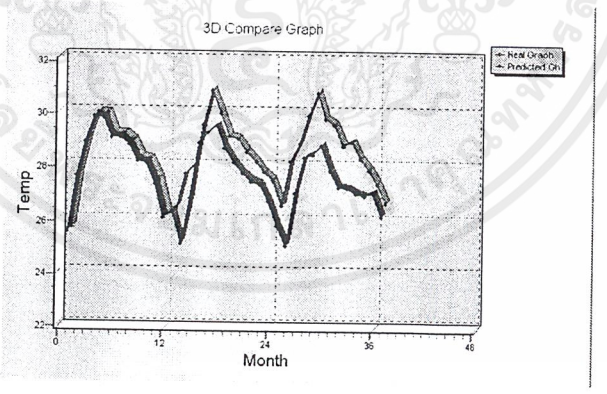
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.1 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.1

(ก) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 50 ตัว

(ข) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 100 ตัว

(ค) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 200 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่6.2</u> ผลของจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวต้องการจับ

การทดลองในตอนนี้จะเป็นการทดลองเกี่ยวกับจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวทำการจับเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าคำตอบ (Output) ว่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการพยากรณ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะแบ่งการทดลองนี้เป็น 2 การทดลองย่อย โดยการทดลองนี้จะใช้นิวรอนจำนวน 100 ตัว และขนาดกรอบอ้างอิงเท่ากับ 1 ปี

<u>การทดลองที่ 6.2.1</u>

นำข้อมูลเริ่มต้น (Input) ที่มีอยู่ในข้อมูลอ้างอิงแล้วมาใช้ (ใช้ Input ปี 1990 , ข้อมูลอ้างอิงปี 1958 – 1993) เพื่อดูว่า จำนวนตำแหน่งที่นิวรอนจับนี้จะมีผลให้มีจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์ค่าคำตอบออกมาถูกเป็นจำนวนเท่าไร ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์คำตอบ (Output) ถูกต้องเมื่อเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ

เดือน	จำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ		
	300 จุด	600 จุด	1000 จุด
1	99	100	100
2	91	99	100
3	77	100	100
4	70	90	96
5	42	74	84
6	42	58	80
7	26	56	73
8	41	58	78
9	46	62	73
10	42	51	61
11	43	60	56
12	34	48	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.2.2

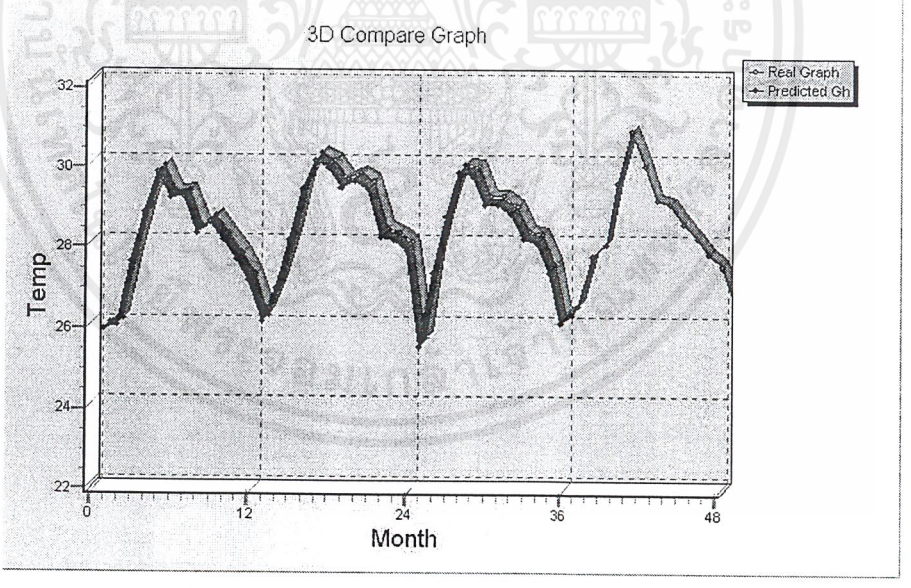
การทดลองนี้จะมีขั้นตอนเหมือนการทดลองที่ 1 แต่จะเปลี่ยนจากการเปลี่ยนจำนวนนิวรอนในการทดลองที่ 1 มาเป็นการเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนจับ แล้วดูผลที่มีต่อการพยากรณ์ค่าคำตอบ ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลต่างกัน

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง ^{o}C	300 จุด		600 จุด		1000 จุด	
		อุณหภูมิ ^{o}C	% Error	อุณหภูมิ ^{o}C	% Error	อุณหภูมิ ^{o}C	% Error
1	26.4	25.2	4.54	25.2	4.54	25.2	4.54
2	27.6	26.9	2.71	26.9	26.9	26.9	2.71
3	27.9	28.9	3.40	28.9	28.9	28.9	3.40
4	29.5	29.3	0.68	29.3	29.3	29.3	0.68
5	30.8	29.6	3.90	29.6	29.6	29.6	3.90
6	29.9	28.7	4.01	28.7	4.01	28.7	4.01
7	29.0	28.1	3.27	27.3	6.02	28.2	2.93
8	28.9	27.8	3.97	27.8	3.97	27.8	3.97
9	28.5	27.9	2.11	27.5	3.51	27.9	2.11
10	28.1	27.4	2.49	27.4	2.49	27.4	2.49
11	27.7	26.8	3.25	26.8	3.25	26.8	3.25
12	27.4	25.9	5.47	25.9	5.47	25.9	5.47
13	26.4	25.1	5.10	26.3	0.57	25.1	5.10
14	28.1	27.1	3.56	27.6	1.78	27.1	3.56
15	28.8	28.5	1.04	28.8	0	28.4	1.39
16	29.8	29.5	1.17	30.5	2.18	28.5	4.52
17	30.7	27.6	10.10	29.7	3.26	28.9	5.86
18	29.7	27.9	6.06	28.7	3.37	28.7	3.37
19	29.5	28.3	4.07	28.1	4.75	28.8	2.37

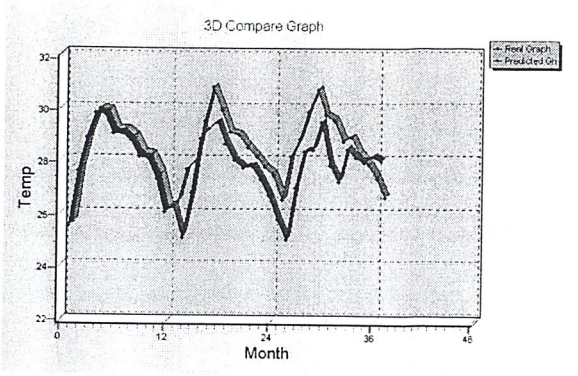
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	300 จุด		600 จุด		1000 จุด	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
20	28.7	28.6	0.34	28.1	2.09	28.6	0.35
21	28.8	28.2	2.25	27.6	4.33	28.2	2.25
22	28.2	28.0	0.88	27.2	3.72	28.0	0.88
23	27.8	28.3	1.80	25.9	6.83	28.3	1.80
24	27.3	28.1	2.93	24.0	12.08	28.1	2.93
%Error เฉลี่ย	-	-	3.30	-	3.70	-	3.08

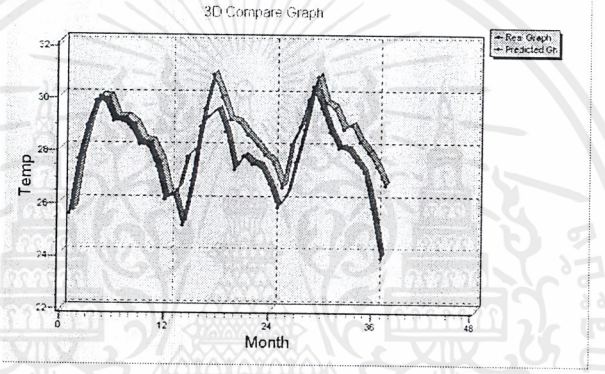


รูปที่ 6.2 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.2.1

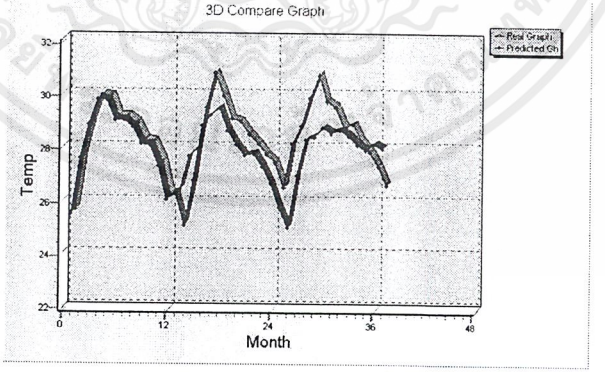
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.3 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.2.2

(ก) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 300 จุด

(ข) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 600 จุด

(ค) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 1,000 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.3 จำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในการ Training

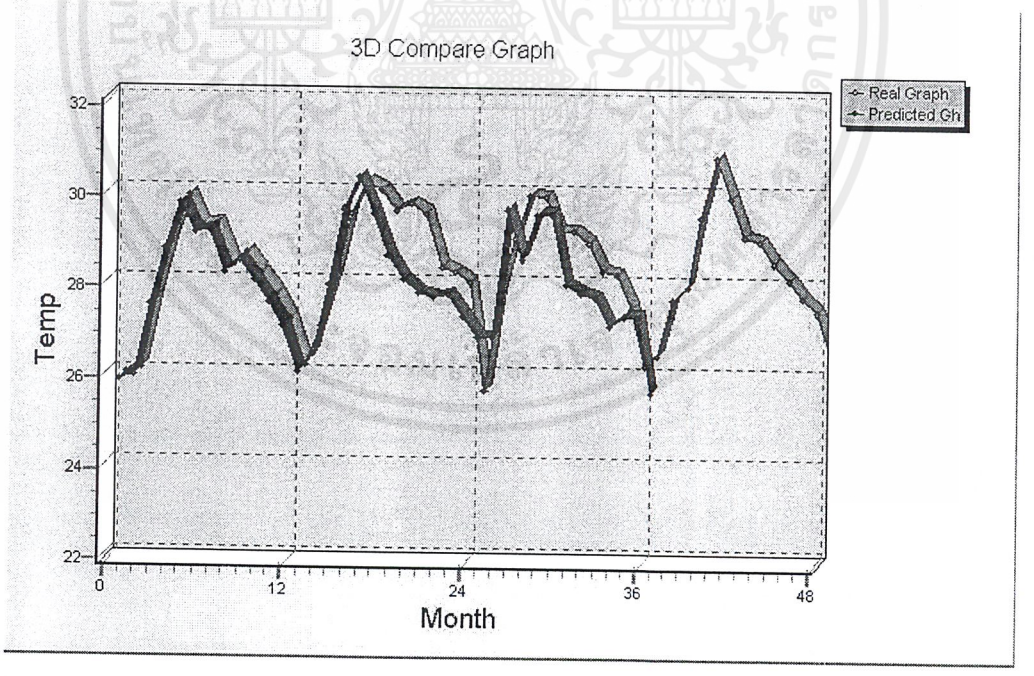
การทดลองในตอนนี้จะเป็นการทดลองเพื่อดูผลของจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในการ training จะมีผลต่อค่าที่พยากรณ์ว่าจะมีความถูกต้องเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการทดลองนี้จะใช้นิวรอน จำนวน 100 ตัว แต่ละตัวจะทำการจับข้อมูลจำนวน 300 จุด และใช้การอบอ้างอิงเท่ากับ 1 ปี ซึ่งจะได้ผลตามตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนในการ Training ต่างกัน

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	15 ปี		24 ปี		35 ปี	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
1	26.2	26.5	1.15	26.3	0.38	26.3	0.38
2	27.0	28.1	3.88	27.6	2.03	27.6	2.03
3	28.2	29.8	5.49	28.5	0.88	28.5	0.88
4	29.5	30.5	3.21	28.5	3.55	28.5	3.55
5	30.2	29.7	1.81	28.9	4.46	28.9	4.46
6	30.0	28.7	4.49	28.7	4.49	28.7	4.49
7	29.6	28.2	4.73	28.8	2.70	28.8	2.70
8	29.7	27.9	6.05	28.6	3.87	28.6	3.87
9	29.5	27.8	5.92	28.2	4.57	28.2	4.57
10	28.3	27.9	1.59	28.0	1.23	28.0	1.23
11	28.2	27.4	3.01	28.3	0.18	28.3	0.18
12	28.0	26.9	2.93	28.1	0.36	28.1	0.36
13	25.6	26.9	5.08	27.8	8.59	27.8	8.59
14	27.7	29.8	7.58	28.6	3.25	28.6	3.25
15	29.0	28.7	1.03	29.8	2.76	29.8	2.76
16	29.9	29.7	0.83	30.3	1.17	30.3	1.17
18	29.1	28.1	3.60	28.9	0.86	28.9	0.86
19	29.1	27.9	4.29	28.2	3.26	28.2	3.26

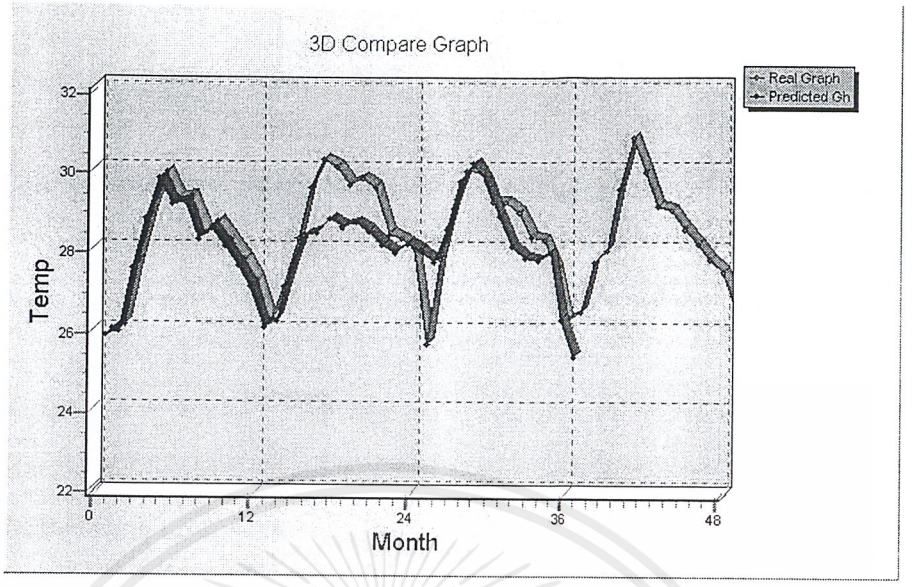
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	15 ปี		24 ปี		35 ปี	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
20	28.9	27.8	3.81	27.9	3.46	27.9	3.46
21	28.3	27.2	3.89	27.9	1.41	27.9	1.41
22	28.2	27.4	2.84	28.0	0.71	28.0	0.71
23	27.4	27.4	0.81	26.4	3.82	26.4	3.82
24	26.2	25.7	1.91	25.4	3.05	25.4	3.05
%Error เฉลี่ย	-	-	3.37	-	2.557	-	2.557

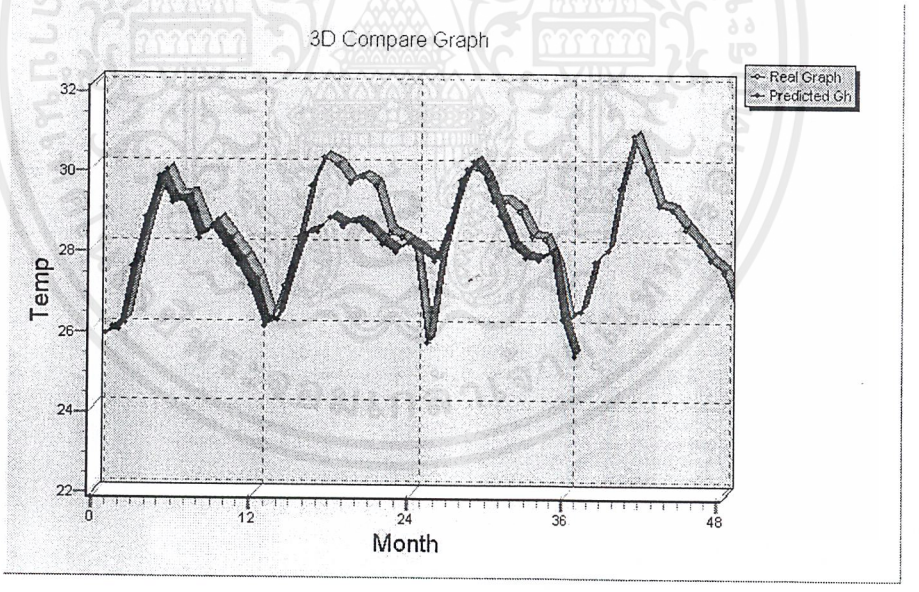


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.4 แสดงกราฟอุณหภูมิที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิจริงตามการทดลองที่ 6.3

(ก) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 15 ปี

(ข) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 24 ปี

(ค) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 35 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.4 ขนาดของกรอบอ้างอิงที่นำมาใช้

การทดลองในตอนนี้จะเป็นการทดลองเพื่อดูผลของการใช้ขนาดของกรอบอ้างอิง (Frame) ของข้อมูล ต่อผลของค่าคำตอบที่ได้จากการพยากรณ์ว่าจะได้ผลเป็นอย่างไร และเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับการทดลองที่ผ่านมา โดยการทดลองนี้ จะใช้ขนาดของกรอบอ้างอิง (Frame) เท่ากับ 2 ปี

การทดลองที่ 6.4.1 ผลของจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์

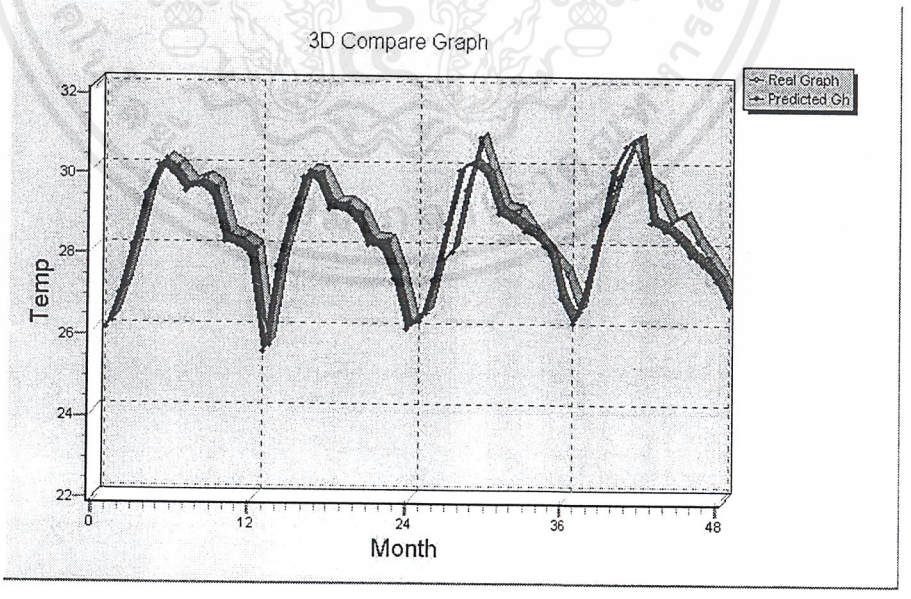
การทดลองตอนนี้จะทำการเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์กราฟอุณหภูมิเฉลี่ย เพื่อทดลองว่าจะมีผลต่อค่าคำตอบ (Output) ที่ได้จากการวิเคราะห์มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อเปลี่ยนจำนวนนิวรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์

เดือนที่	ค่าอุณหภูมิจริง	นิวรอน 50 ตัว		นิวรอน 100 ตัว		นิวรอน 200 ตัว	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
1	26.4	27.4	3.77	27.4	3.77	27.4	3.77
2	27.6	28.8	4.16	28.8	4.16	28.3	2.35
3	27.9	30.1	7.69	30.1	7.69	7.69	7.69
4	29.5	30.3	2.71	30.8	4.41	30.3	2.71
5	30.8	30.0	2.60	30.0	2.60	30.0	2.60
6	29.9	29.0	3.01	29.0	3.01	29.0	3.01
7	29.0	28.9	0.52	28.9	0.52	28.9	0.52
8	28.9	28.6	1.21	28.6	1.21	28.6	1.21
9	28.5	28.5	0	28.5	0	28.5	0
10	28.1	28.0	0.36	27.8	1.07	28.0	0.36
11	27.7	26.9	2.89	26.9	2.89	26.9	2.89
12	27.4	26.3	4.01	26.3	4.01	26.8	2.19
13	26.4	27.4	3.78	26.4	0.19	26.4	0.19
14	28.1	28.8	2.49	28.3	0.71	28.8	2.49
15	28.8	30.1	4.51	30.1	4.51	30.1	4.51
16	29.8	30.8	3.18	30.8	3.18	30.8	3.18

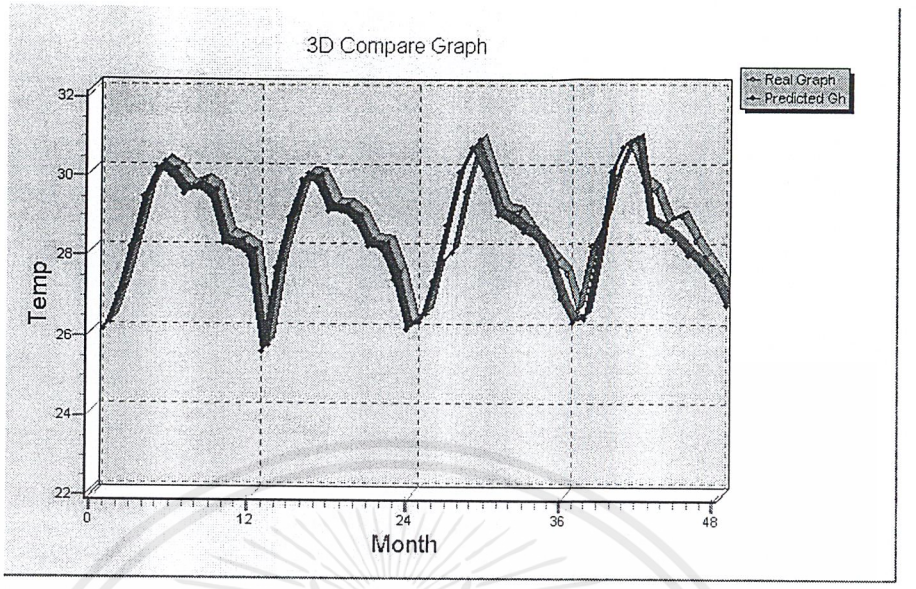
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนที่	ค่าอุณหภูมิจริง	นิวรอน 50 ตัว		นิวรอน 100 ตัว		นิวรอน 200 ตัว	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
17	30.7	30.9	0.65	30.9	0.65	30.9	0.65
18	29.7	28.8	3.03	28.8	3.03	28.8	3.03
19	29.5	27.8	5.76	28.7	2.71	28.7	2.71
20	28.7	28.4	1.04	28.4	1.04	28.4	1.04
21	28.8	28.0	2.95	28.0	2.95	28.0	2.95
22	28.2	27.8	1.59	27.8	1.59	27.8	1.59
23	27.8	27.4	1.44	27.4	1.44	27.4	1.44
24	27.3	26.8	1.83	26.8	1.83	26.8	1.83
%Error เฉลี่ย	-	-	2.72	-	2.46	-	2.29

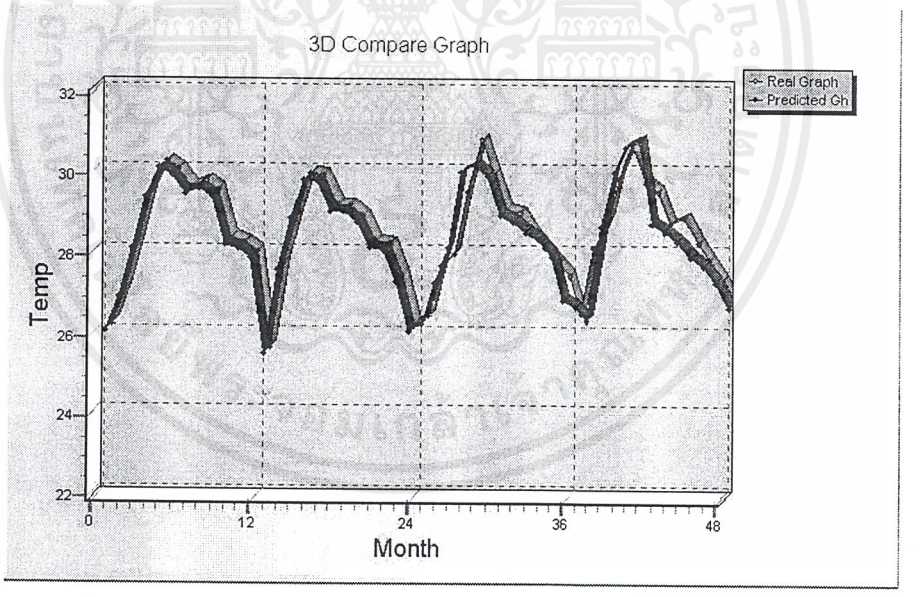


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)

รูปที่ 6.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงในกรอบอ้างอิงที่มีขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.1

(ก) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 50 ตัว

(ข) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 100 ตัว

(ค) เมื่อใช้จำนวนนิวรอน 200 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.4.2 ผลของจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวต้องการจับ

การทดลองในตอนนี้จะเป็นการทดลองเกี่ยวกับจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวทำการจับเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าคำตอบ (Output) ว่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการพยากรณ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะแบ่งการทดลองนี้เป็น 2การทดลองย่อย

การทดลองที่ 6.4.2.1

นำข้อมูลเริ่มต้น (Input) ที่มีอยู่ในข้อมูลอ้างอิงแล้วมาใช้ (ใช้ Input ปี 1990 , ข้อมูลอ้างอิงปี 1958 – 1993) เพื่อดูว่า จำนวนตำแหน่งที่นิวรอนจับนี้จะมีผลให้มีจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์ค่าคำตอบออกมาถูกเป็นจำนวนเท่าไร ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนนิวรอนที่พยากรณ์คำตอบ (Output) ถูกต้องเมื่อเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ

เดือน	จำนวนตำแหน่งที่นิวรอนแต่ละตัวจับ		
	300 จุด	600 จุด	1000 จุด
1	100	100	100
2	100	100	100
3	100	100	100
4	99	100	100
5	98	100	100
6	95	99	100
7	98	99	100
8	95	98	100
9	90	98	100
10	89	96	100
11	87	95	100
12	80	97	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.4.2.2

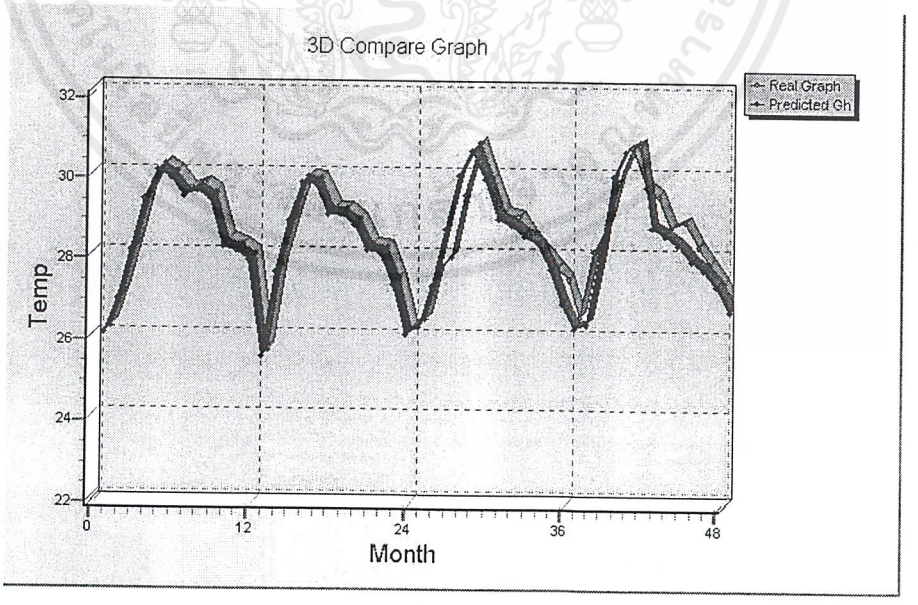
การทดลองนี้จะมีขั้นตอนเหมือนการทดลองที่6.1 แต่จะเปลี่ยนจากการเปลี่ยนจำนวนนิวรอนในการทดลองที่ 1 มาเป็นการเปลี่ยนจำนวนตำแหน่งที่นิวรอนจับ แล้วดูผลที่มีต่อการพยากรณ์ค่าคำตอบ ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลต่างกัน

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	300 จุด		600 จุด		1000 จุด	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
1	26.4	2.74	3.37	27.4	3.37	27.4	3.77
2	27.6	28.8	4.16	28.8	4.16	28.8	4.16
3	27.9	30.1	7.69	30.1	7.69	30.1	7.69
4	29.5	30.3	2.71	30.8	4.41	30.3	2.71
5	30.8	30.0	2.60	30.0	2.60	30.0	2.60
6	29.9	29.0	3.01	29.0	3.01	29.0	3.01
7	29.0	28.9	0.52	28.9	0.52	28.9	0.52
8	28.9	28.6	1.21	28.6	1.21	28.6	1.21
9	28.5	28.5	0	28.5	0	28.5	0
10	28.1	28.0	0.36	27.8	1.07	28.0	0.36
11	27.7	26.9	2.89	26.9	2.89	26.9	2.89
12	27.4	26.3	4.01	26.3	4.01	26.3	4.01
13	26.4	27.4	3.59	26.4	0.19	27.4	3.59
14	28.1	28.8	2.49	28.3	0.71	28.8	2.49
15	28.8	30.1	4.51	30.1	4.51	30.1	4.51
16	29.8	30.8	3.18	30.8	3.18	30.8	3.18
17	30.7	30.9	0.65	30.9	0.65	30.9	0.65
18	29.7	28.8	3.03	28.8	3.03	28.8	3.03
19	29.5	28.7	2.71	28.7	2.71	28.7	2.71
20	28.7	28.4	1.04	28.4	1.04	28.4	1.04

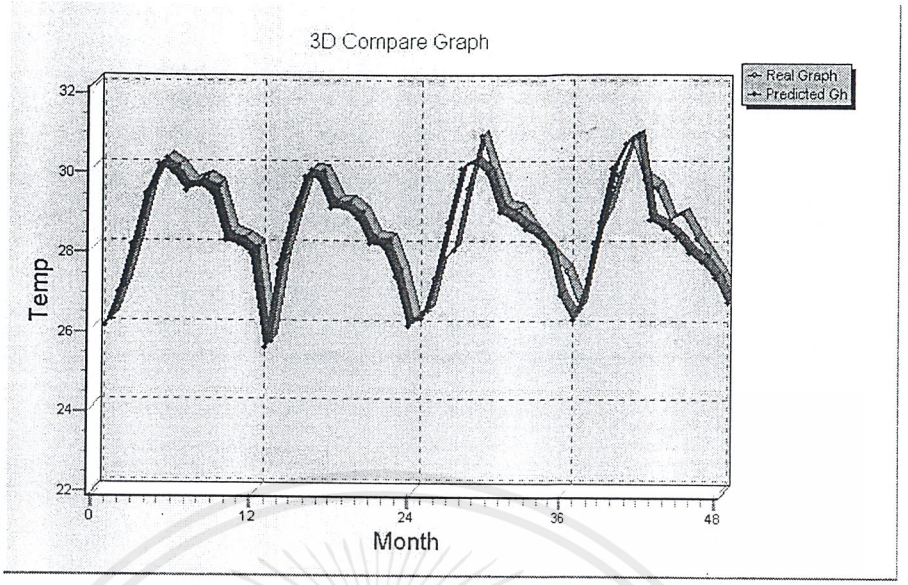
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	300 จุด		600 จุด		1000 จุด	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
21	28.8	28.0	2.95	28.0	2.95	28.0	2.95
22	28.2	27.8	1.59	27.8	1.59	27.8	1.59
23	27.8	27.4	1.44	27.4	1.44	27.4	1.44
24	27.3	26.8	1.83	26.8	1.83	26.8	1.83
%Error เฉลี่ย	-	-	2.46	-	2.58	-	2.58

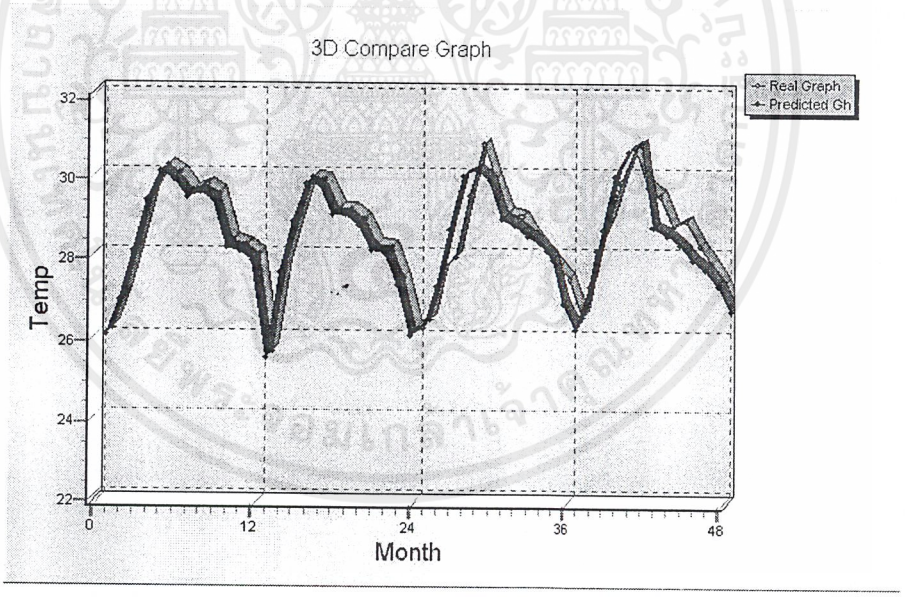


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)

รูปที่6.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริง ในกรอบอ้างอิงที่มีขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.2.2

(ก) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 300 จุด

(ข) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 600 จุด

(ค) เมื่อให้นิวรอนแต่ละตัวจับข้อมูล 1,000 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6.4.3 จำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในการ Training

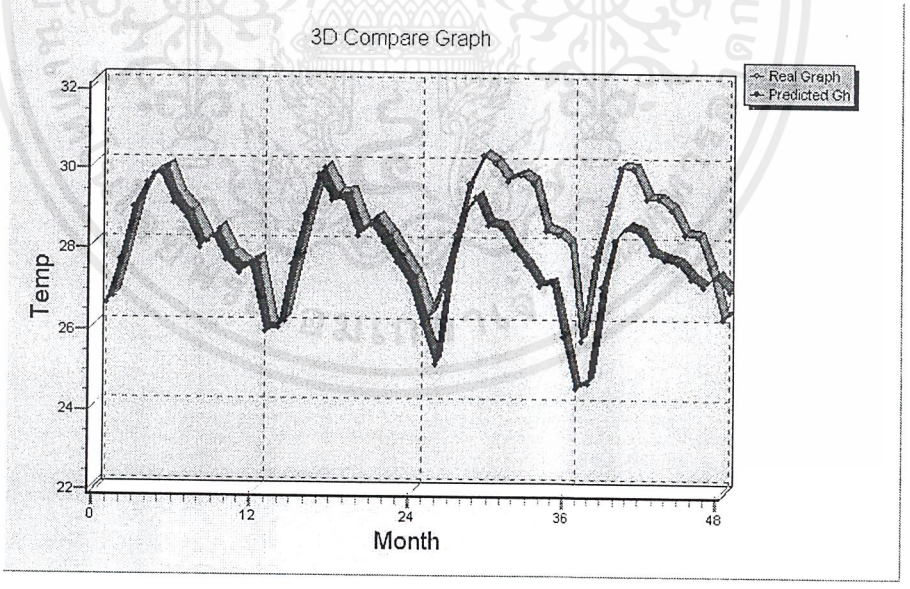
การทดลองในตอนนี้จะเป็นการทดลองเพื่อดูผลของจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในการ training จะมีผลต่อค่าที่พยากรณ์ว่าจะมีความถูกต้องเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ซึ่งจะได้ผลตามตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์กับอุณหภูมิจริงและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเมื่อใช้จำนวนในการ Training ต่างกัน

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	15 ปี		24 ปี		35 ปี	
		อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
1	26.2	25.2	3.82	26.3	0.38	26.3	0.38
2	27.0	27.6	2.02	27.6	2.03	27.6	2.03
3	28.2	28.8	1.95	28.5	0.88	28.5	0.88
4	29.5	29.3	0.85	28.5	3.55	28.5	3.55
5	30.2	28.6	5.45	28.9	4.46	28.9	4.46
6	30.0	28.6	4.82	28.7	4.49	28.7	4.49
7	29.6	28.0	5.40	28.8	2.70	28.8	2.70
8	29.7	27.6	7.23	28.6	3.87	28.6	3.87
9	29.5	27.1	8.49	28.2	4.57	28.2	4.57
10	28.3	27.2	4.06	28.0	1.23	28.0	1.23
11	28.2	25.9	8.32	28.3	0.18	28.3	0.18
12	28.0	24.6	12	28.1	0.35	28.1	0.35
13	25.6	24.7	3.52	27.8	8.59	27.8	8.59
14	27.7	27.1	2.17	28.6	3.25	28.6	3.25
15	29.0	28.3	2.41	29.8	2.76	29.8	2.76
16	29.9	28.6	4.51	30.3	1.17	30.3	1.17
17	29.8	28.5	4.68	29.8	0.33	29.8	0.33
18	29.1	27.9	4.29	28.9	0.86	28.9	0.86
19	29.1	27.8	4.63	28.2	3.26	28.2	3.26
20	28.9	27.7	4.15	27.9	3.46	27.9	3.46

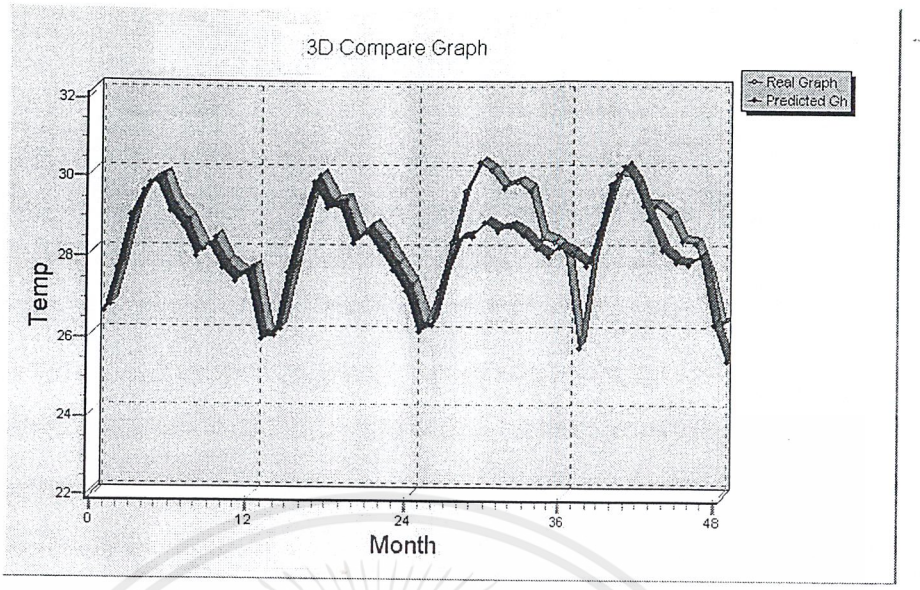
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือน	ค่าอุณหภูมิจริง °C	15 ปี		24 ปี		35 ปี	
		อุณหภูมิ 24.7 °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error	อุณหภูมิ °C	% Error
22	28.2	27.1	3.9	28.0	0.71	28.0	0.71
23	27.4	27.4	0.18	26.4	3.82	26.4	3.82
24	26.2	27.0	3.5	25.4	3.05	25.4	3.05
%Error เฉลี่ย	-	-	3.37	-	2.557	-	2.557

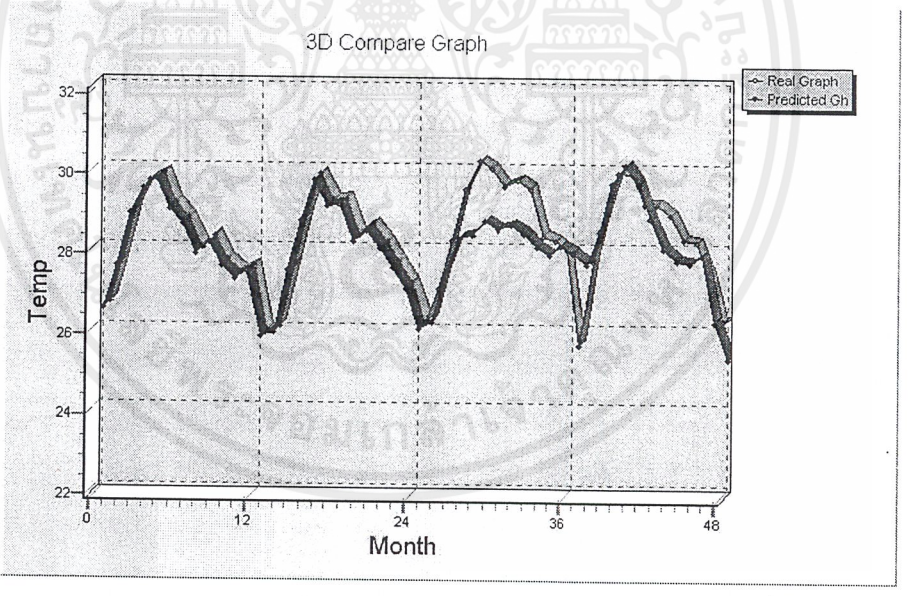


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)

รูปที่6.7 กราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริง ในกรอบอ้างอิงขนาด 72 พิกเซล ตามการทดลองที่ 6.4.3

(ก) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 15 ปี

(ข) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 24 ปี

(ค) เมื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง 35 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่7

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดลองนั้นผู้เขียนได้ใช้อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนเป็นเวลาทั้งหมด 39 ปี แต่ได้ตัดออก 4 ปี โดย 35 ปีที่เหลือนี้จะนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการฝึกฝน(Training)ของนิวรอน และอีก 4 ปีที่เหลือจะใช้ตรวจสอบและเปรียบเทียบกับคำตอบที่พยากรณ์ต่อจาก 35 ปีนั้นว่ามีความถูกต้องแม่นยำมากน้อยเพียงใด

จากผลการทดลองโดยการปรับเปลี่ยนตัวแปรหลายๆอย่างในการพยากรณ์ซึ่งค่าคำตอบ(Output)ที่ได้จะมีความแม่นยำต่างกัน ซึ่งตัวแปรดังกล่าวนี้มีหลายอย่างโดยสรุปได้ดังนี้

7.1 <u>จำนวนของนิวรอน</u>

จากผลการทดลองที่ 6.1 ของบทที่ 6 ในตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าในช่องที่ใช้นิวรอนจำนวน 200 ตัวจะให้ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเมื่อเทียบกับข้อมูลจริงเป็นร้อยละแล้วจะมีค่าน้อยที่สุด รองลงมาก็คือ การใช้นิวรอนจำนวน 100 ตัวและ 50 ตัวตามลำดับ เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้นดังรูปที่ 6.1 ซึ่งก็สรุปได้ว่าถ้ายิ่งนิวรอนที่ใช้พยากรณ์มีมากเท่าไร ค่าความถูกต้องก็จะเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น แต่เมื่อเพิ่มถึงค่าหนึ่งแล้ว(ค่าคัทออฟ) เราเพิ่มต่อไปอีกก็จะให้ผลเหมือนหรือไม่ต่างไปจากเดิมนัก จึงต้องหาค่าที่เหมาะสม (Optimum) ด้วย

7.2 <u>จำนวนตำแหน่งที่ใช้จับข้อมูลของนิวรอนในกรอบอ้างอิงหนึ่งๆ</u>

จากผลการทดลองที่ 6.2.2 ของบทที่ 6 ในตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าในช่องที่ใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลในกรอบอ้างอิงเป็นจำนวน 1000 จุดจะให้ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเมื่อเทียบกับข้อมูลจริงเป็นร้อยละแล้วจะมีค่าน้อยที่สุด รองลงมาก็คือจำนวนตำแหน่ง 600 จุดและ 300 จุดตามลำดับ เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้นดังรูปที่ 6.3 ซึ่งก็สรุปได้ว่าถ้าเราใช้จำนวนตำแหน่งที่จับข้อมูลที่มาก ค่าความแม่นยำก็จะเพิ่มมากขึ้น และเช่นเดียวกับหัวข้อ 7.1 เมื่อเพิ่มถึงค่าหนึ่งแล้ว(ค่าคัทออฟ) เราเพิ่มต่อไปอีกก็จะให้ผลเหมือนหรือไม่ต่างไปจากเดิมนัก จึงต้องหาค่าที่เหมาะสม (Optimum) ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 จำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการฝึกสอน(Training)

จากผลการทดลองที่ 6.3 ของบทที่ 6 ในตารางที่ 6.4 ในช่องที่ใช้จำนวนข้อมูลในการฝึกสอน(Training)มากที่สุดคือจำนวน 35 ปีจะให้ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเมื่อเทียบกับข้อมูลจริงเป็นร้อยละแล้วจะมีค่าน้อยที่สุด รองลงมาก็คือ การใช้ข้อมูลฝึกสอนจำนวน 24 ปีและ 15 ปีตามลำดับ เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้นดูรูปที่ 6.4 ประกอบ จึงสรุปได้ว่าหากเราใส่ข้อมูลตัวอย่างสำหรับการฝึกสอนมากขึ้นเท่าไร การพยากรณ์ก็จะให้ค่าความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น

7.4 ขนาดของกรอบอ้างอิง (Frame Size)

จากผลการทดลองที่ 6.4 ของบทที่ 6 ในตารางที่ 6.4 จะใช้ขนาดของกรอบอ้างอิงเป็น 2 เท่า (72 พิกเซล)ของการทดลองที่ 6.1-6.3 ซึ่งในตารางที่ 6.5-6.8 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดเมื่อเทียบกับข้อมูลจริงเป็นร้อยละซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับตารางที่ 6.1-6.4 แล้วจะมีค่าน้อยกว่า เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้นดูรูปที่ 6.5-6.7 ประกอบ จึงสรุปได้ว่าหากเราใช้ขนาดของกรอบอ้างอิงที่มีขนาดใหญ่แล้ว การพยากรณ์ก็จะให้ค่าความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น และเช่นเดียวกับหัวข้อ 7.1 เมื่อเพิ่มถึงค่าหนึ่งแล้ว(ค่าคัทออฟ) เราเพิ่มต่อไปอีกก็จะให้ผลเหมือนหรือไม่ต่างไปจากเดิมนัก จึงต้องหาค่าที่เหมาะสม (Optimum) ด้วยเพื่อเหตุผลทางด้านความเร็วและขนาดของข้อมูลที่จัดเก็บในการประมวลผล

ข้อดีและข้อจำกัดของโครงงาน

จากการที่ผู้เขียนได้สร้างและทดลองโปรแกรมพยากรณ์ข้อมูลโดยใช้หลักการของนิวรอลเน็ทเวิร์ค (Neural Network) ผู้เขียนได้รับประโยชน์มากมายจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากหนังสือในห้องสมุดและตามหนังสือปริญญานิพนธ์ของรุ่นพี่และที่สำคัญที่สุดคือคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา(ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมพยากรณ์ข้อมูลของผู้เขียนทำให้ผู้เขียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการสร้างโครงงานนี้อันได้แก่ เพื่อการศึกษาและเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมพยากรณ์ข้อมูลที่แม่นยำยิ่งขึ้นในรุ่นต่อๆไป

อุปสรรคที่พบในการสร้างคือเริ่มแรกผู้เขียนไม่สันทัดในการใช้โปรแกรมเดลไฟล์(Delphi) แต่มีพื้นฐานความรู้ในการเขียนภาษาเทอร์โบปาสคาล(Turbo Pascal) ซึ่งได้เรียนมาตอนปี 1 ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในเดลไฟล์ทำให้สามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ดีพอสมควร แต่ก็มีหลายคำสั่งและหลายฟังก์ชั่นที่ผู้เขียนไม่ทราบแต่ก็ได้มาทราบในภายหลัง ทำให้เสียเวลาในการเขียนฟังก์ชั่นโดยอ้อมขึ้นใช้เองเป็นอย่างมาก ภายหลังจึงสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพได้โดยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนอุปสรรคในการทดลองก็คือการปรับใช้ข้อมูลเริ่มต้น(Input Data) ซึ่งมีความยุ่งยากมากเนื่องมาจากผู้เขียนทำการสร้างข้อมูลเริ่มต้นให้เป็นกราฟด้วยการพล็อตจุดทำให้เกิดความล่าช้าในการสร้างและคำนวณจุด และมีโอกาสเกิดความผิดพลาดในการพยากรณ์อันเนื่องมาจากการคำนวณจุดผิดนั่นเอง

แนวทางการแก้ไข การพัฒนาและการนำไปประยุกต์ใช้

จากปัญหาทางด้านโปรแกรมและข้อมูลนำเข้า(Input Data) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้ผู้เขียนเกิดความคิดขึ้นว่า ถ้าหากเราทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปให้ใช้ง่ายและมีความเป็น Interactive มากขึ้นจะทำให้โปรแกรมพยากรณ์ข้อมูลนี้น่าใช้และอาจเป็นที่ยอมรับมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการในการเขียนโปรมแกรม(Algorithm) ที่ใช้ว่าจะสามารถทำให้โปรแกรมพยากรณ์ข้อมูลนี้มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะโยงเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการประมวลผลด้วย(Timing) โดยปัจจัยทั้งสองนี้จะต้องไปด้วยกันเสมอ เพราะถ้าหากโปรแกรมสามารถทำนายได้แม่นยำแต่ใช้เวลาในการประมวลผลนานก็อาจถือได้ว่าเป็นโปรแกรมที่ขาดประสิทธิภาพ จึงต้องหาค่าที่เหมาะสม(Optimum) สำหรับปัจจัยทั้งสองนี้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าตัวแปรต่างๆ เมื่อเพิ่มค่าแล้วจะทำให้การพยากรณ์แม่นยำขึ้นจนถึงค่าหนึ่งเท่านั้น ถ้าหากเราเพิ่มค่ามากเกินความจำเป็นแล้วจะทำให้เสียเวลาและทรัพยากรมากไปเปล่าดังเช่น จำนวนของนิวรอนหรือจำนวนตำแหน่งที่ใช้จับข้อมูลในกรอบอ้างอิงใดๆของนิวรอน ซึ่งผู้จัดทำโครงงานนี้ได้ทำการสร้างและทดลองข้อมูลให้หลากหลายเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา พัฒนาและประยุกต์ใช้สำหรับรุ่นน้องหรือผู้สนใจทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในส่วนของโปรแกรม

FORM I

```
unit mai1;

interface

uses
 Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
 Menus, ExtCtrls, StdCtrls, ExtDlgs, jpeg, maii2,unit5, ComCtrls;

type
 TForm1 = class(TForm)
  MainMenu1: TMainMenu;
  file1: TMenuItem;
  Loadpicture1: TMenuItem;
  exit1: TMenuItem;
  Exit2: TMenuItem;
  Training1: TMenuItem;
  Training2: TMenuItem;
  AddTrianing1: TMenuItem;
  About1: TMenuItem;
  AboutProgram1: TMenuItem;
  Help1: TMenuItem;
  ClosePicture1: TMenuItem;
  GroupBox1: TGroupBox;
  GroupBox3: TGroupBox;
  Button3: TButton;
  Button5: TButton;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Edit2: TEdit;
  Button6: TButton;
  ScrollBox1: TScrollBox;
  Image1: TImage;
  Button4: TButton;
  Animate1: TAnimate;
  ComboBox1: TComboBox;
  Results: TMemo;
  Showgraph: TMenuItem;
  form21: TMenuItem;
  form51: TMenuItem;
  opGraph1: TMenuItem;
  CompareGh1: TMenuItem;
  number: TLabel;
  Button7: TButton;
  Edit: TEdit;
  N3DGraph1: TMenuItem;
  OpenPictureDialog1: TOpenPictureDialog;
  GroupBox2: TGroupBox;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  procedure About1Click(Sender: TObject);
  procedure Exit2Click(Sender: TObject);
  procedure Loadpicture1Click(Sender: TObject);
  procedure Image1dbclick(Sender: TObject);
  procedure ClosePicture1Click(Sender: TObject);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Button3Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    procedure Training2Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure Button6Click(Sender: TObject);
    procedure AddTrianing1Click(Sender: TObject);
    procedure Button7Click(Sender: TObject);
    procedure Button8Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
    procedure EditChange(Sender: TObject);
    procedure N3DGraph1Click(Sender: TObject);



  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  g,h: array [1..10000,1..500] of string;
  finalopx,finalopy :array [1..20] of integer;
  Win,Rin,Vin,s,nloop :integer;
  outputX,outputY :array [1..100] of integer;

implementation

uses maii1, maii3, Unit6;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{$R *.DFM}



procedure TForm1.About1Click(Sender: TObject);
begin
  aboutbox.showmodal
end;

procedure TForm1.Exit2Click(Sender: TObject);
begin
   close
end;

procedure TForm1.Image1DbClick(Sender: TObject);
begin
   closepicture1.Click;
   loadpicture1.Click;
end;



procedure TForm1.Loadpicture1Click(Sender: TObject);
begin
    closepicture1.Click;
   if openpicturedialog1.execute then
    begin
     image1.Picture.LoadFromFile(openpicturedialog1.filename);
     button3.enabled:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end;
end;

procedure TForm1.ClosePicture1Click(Sender: TObject);
begin
  image1.Picture:=nil;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  form2.showmodal
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
var h,w,x,y:integer;
   a,b:String;

begin
  animate1.active:=true;
  x:=1; y:=1;
  for w:=0 to 1500 do    //Horizon scan;  //5471
   begin
    h:=0;
    while h < 349 do     //Vertical scan
     begin
       if image1.Canvas.Pixels[w,h]=clblack then  //Finded black dot
        begin
          b:='1';
          for y:=h+1 to 350 do     //Make the vertical dark line
           begin   g[x,y]:=b;   end; y:=1; h:=351;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          end
          else
           begin
            b:='0';       //White dot
            g[x,y]:=b;
            y:=y+1; h:=h+1;
           end;
       end;
       x:=x+1;    //Shift horizon
    end;
animate1.active:=false;
end;



procedure TForm1.Training2Click(Sender: TObject);
begin
 form3.showmodal
end;


procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject); //Compare input-output
var
  c1,c2,c4,c5,na : string;
  c,c3,m,n,o,v,w,x,y,z,p,i,t,b1,b2,b3,b4,b5,b6,b7,r,Rx,Ry,k1,k2,k3,k4,k5,k6 : integer ;
  j,u,neu,countNeu,CountCheck,clear1,clear2,clear3  :integer;
  m1,m2,m3,m4,n1,n2,n3,n4,b8,b9,b10,g1,a62,Win,Vin :integer;
  outputX,outputY,lastopx,lastopy: array [1..200] of integer;
  checkX,checkY,neu1,g3: string;  g2,a61: real;
  checkAll : array[1..288,1..350] of string;
     ////////////////// { Neuron part I } ////////////////////
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
 animate1.active:=true;
 j:=0; p:=0;
 k1:= strtoint(combobox1.text);
 k5:=1; g1:=14; //26
 results.lines.add (' '+'Temp |'+' Yaxis |'+' Voted |'+' '+'Xaxis');
 for k2:=1 to k1 do
 begin //1
  for neu:=1 to 100 do        //confind Neuron
   begin  //2
    j:=0;
    i:=0;      //counter for find max.j
    u:=neu; p:=0;
    countCheck:=0; z:=1;
    x:=1; y:=1;
    for clear1:=1 to 36 do       //*****
     begin //3
      for clear2:=1 to 350 do
       begin //4
        checkall[clear1,clear2]:='';
       end; //4
     end; //3

    while CountCheck < 301 do
     begin //5
      Rx:=random(36); //  //****
      Ry:=random(350); //
      if checkALL[Rx,Ry]='' then
       begin //6
        checkALL[Rx,Ry]:='1';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CountCheck:=CountCheck+1;
      end ; //6
    end; //5

  while g[p+35+3,1] <> '' do   //****
    begin //7
     i:=0; z:=1;
     for x:=1 to 36 do        //****
      for y:=1 to 350 do
       begin //8
        if checkALL[x,y]='1' then
         begin //9
          if h[x,y] = g[p+x,y] then
           begin i:=i+1; end;
         end; //9
       end; //8
     if i>j then      //Find maximun j
      begin  //10
       j:=i; t:=p+x;
      end; //10
     p:=p+3;  i:=0;
    end; //7

  while z < 350 do     // add o/p
    begin //11
     if g[t+3,z]='1' then
      begin //12
       outputY[u]:=z; outputX[u]:=t+3; z:=351; t:=0;
      end; //12
     z:=z+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end;  //11

    end; //2

    ////////Test o/p ///////////
c3:=0;
for c:=1 to 100 do
 begin
    c1:= inttostr (outputY[c]);  c2:= inttostr (outputX[c]);
    c3:=c3+1; c4:= inttostr (c3); c5:= inttostr (j);
    form2.memo1.lines.add ((c4)+'  '+'O/pX ='+(c2)+'  '+'O/pY ='+(c1));
 end;


   ////////////////////////////////////////////////////
    ///////////////{Compare and vote Neuron}/////////////////

m:=0; n:=0;
for w:=1 to 100 do // amount of neural
begin
 o:=outputX[w];
 if o <> 0 then
  begin
    for v:=1 to 100 do
     begin
      if o = outputX[v] then
        begin m:=m+1 end;
     end;
  end;
if m > n then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    begin
     lastopx[k2]:= o;
     lastopy[k2]:= outputY[w];
     n:=m;
    end;
  m:=0;
end;

b8:= (350-lastopy[k2])div 20 ;
b9:= ((350-lastopy[k2])mod 20)div 2 ;
b10:= b8+20;
results.lines.add ('  '+inttostr(b10)+'.'+inttostr(b9)+'      '
+inttostr(lastopy[k2])+'        ' + inttostr(n)+'         '+ inttostr(lastopx[k2]));
      ////////////////////////////////////////////////
      ////////////////add i/p ////////////////////////
m3:=1;
if k2 = 1 then
 begin
  m1 := lastopy[k2]; m2:=36;       //*****
  while m3 < 351 do
   begin
    if h[36,m3] = '1' then       //*****
      begin m4:=m3 ; m3:=351; end
    else m3:=m3+1;
   end;
  form5.image1.canvas.pen.color:=CLred;
  form5.image1.canvas.pen.style := psSolid;
  form5.image1.Canvas.moveto (m2,m4);   // m2,m4
  form5.image1.canvas.LineTo (m2+3,m1);   // m2+3,m1
  form2.image1.canvas.pen.color:=CLred;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    form2.image1.canvas.pen.style := psSolid;
    form2.image1.Canvas.moveto (m2,m4);
    form2.image1.canvas.LineTo (m2+3,m1);
   m2:=m2+3;
  end
 else
  begin
   m1 := lastopy[k2];
   m4:= lastopy[k2-1];
    form5.image1.canvas.pen.color:=CLred;
    form5.image1.canvas.pen.style := psSolid;
    form5.image1.Canvas.moveto (m2,m4);
    form5.image1.canvas.LineTo (m2+3,m1);
    form2.image1.canvas.pen.color:=CLred;
    form2.image1.canvas.pen.style := psSolid;
    form2.image1.Canvas.moveto (m2,m4);
    form2.image1.canvas.LineTo (m2+3,m1);
   m2:=m2+3;
  end;

///////
g3:= inttostr (g1-12);
g2:= ((350-lastopy[k2])/20)+20;
form6.series2.addxy (g1,g2,g3,clgreen);
g1:=g1+1;

///////
for k3:=1 to 33 do       //******
 for k4:=1 to 350 do
   begin h[k3,k4] := h[k3+3,k4]; end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
n2:=0;
for n1:=34 to 36 do    //Horizon scan;   //*****
 begin
  while n2 < 350 do
   begin
    if form5.image1.Canvas.Pixels[n1+k2*3,n2]=clred then
     begin
      na:='1';
      for y:=n2+1 to 350 do
       begin   h[n1,y]:=na;   end;
       y:=1; n2:=350;
     end
    else
     begin
      na:='0';
      h[n1,y]:=na;
      y:=y+1;   n2:=n2+1;
     end;
   end;
  n2:=0;
 end;
end; //1

////////////////
x:=0; Vin:=0; a62:=1;
for Win:=Rin-36 to Rin do      //****
 begin
  if  x mod 3=0 then
  begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while Vin < 350 do
         begin
          if image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]=clblack then
           begin
            a61:= ((350-vin)/20)+20 ;
            form6.series2.addxy (a62,a61,'',clblue);
            Vin:=351; a62:=a62+1;
           end
          else
           begin  Vin:=Vin+1; end;
         end;
        Vin:=0;
       end;
       x:=x+1;
      end;

      animate1.active:=false;
      button5.enabled:=false;
    form5.showmodal;
  end;


        ////////////////////////////////////////////////////
        ////////////////////Receive Input/////////////////////

procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);   //Receive Input
var a,b :string;
    a6 :real;
    b1,b2,v,w,x,y,r,a1,a2,a3,a4,a5,a7,ClearHx,ClearHy :integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for a1:=0 to 36 do      //******
 for a2:=0 to 349 do
   form5.image1.Canvas.Pixels[a1,a2]:=clwhite;
for ClearHx:=1 to 36 do   //*****
 for  ClearHy:=1 to 350 do
  H[ClearHx,ClearHy]:= '';
b1:= 36* strtoint(edit2.text);
b2:= 3* strtoint (edit.text)-3;
Rin:=b1+b2;
x:=1; y:=1; Vin:=0;
animate1.active:=true;
for Win:=Rin-36 to Rin do   //Horizon scan;  //****
 begin
  while Vin < 350 do
   begin
    if image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]=clblack then  //Finded black dot
      begin
       b:='1';
       for y:=Vin+1 to 350 do    //Make the vertical dark line
        begin   h[x,y]:=b;   end;
        y:=1; Vin:=350;
      end
     else
      begin b:='0';       //White dot
       h[x,y]:=b;
       y:=y+1;
       Vin:=Vin+1;
      end;
  end;
 x:=x+1; Vin:=0;    //Shift horizon
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 end;


x:=0; Vin:=0;
 for Win:=Rin-36 to Rin+108 do    //Horizon scan;  //******
begin
  while Vin < 350 do
    begin
      if image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]=clblack then
        begin
          form2.image1.Canvas.Pixels[x,Vin]:=clblack;
         Vin:=Vin+1;
        end
      else
        begin
          form2.image1.Canvas.Pixels[x,Vin]:=clwhite;
         Vin:=Vin+1;
        end;
    end;
  Vin:=0; x:=x+1;
end;


//////////


/////////
for a1:=0 to 400 do
for a2:=0 to 349 do
  form5.image1.Canvas.Pixels[a1,a2]:=clwhite;
for Win:=1 to 36 do    //Horizon scan;  //******
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for Vin:=1 to 350 do     //Vertical scan
     begin
      if H[Win,Vin]='1' then  //Transform '1' into Black dot
       form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clred
       else
       form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clwhite; //Transform '0' into White dot
     end;
   end;

  animate1.active:=false;
  form5.showmodal;
   {for y:=1 to 350 do    //Show H array into Memo
    begin
     a:='';
     for x:=1 to 100 do
      begin a:=a+h[x,y]; end ;
     memo1.lines.add (a);
     form2.memo1.lines.add (a);
    end;}
end;



procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject); //Show input graph before predict
var a1,a2,a3,a4,a5 :integer  ;


 begin   // Plot i/p
  for a1:=0 to 400 do
  for a2:=0 to 349 do
   form5.image1.Canvas.Pixels[a1,a2]:=clwhite;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for Win:=1 to 36 do   //Horizon scan;      //****
  begin
   for Vin:=1 to 350 do    //Vertical scan
    begin
     if H[Win,Vin]='1' then  //Transform '1' into Black dot
     form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clred
     else
     form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clwhite; //Transform '0' into White dot
    end;
  end;

 form5.showmodal;
end;

procedure TForm1.AddTrianing1Click(Sender: TObject);
begin
 form5.showmodal
end;

procedure TForm1.Button8Click(Sender: TObject);     // Plot data
var a1,a2,a3,a4,a5 :integer ;

 begin
  for a1:=0 to 1000 do
  for a2:=0 to 349 do
   form5.image1.Canvas.Pixels[a1,a2]:=clwhite;
  for Win:=1 to 1500 do   //Horizon scan;  //5742
  begin
   for Vin:=1 to 350 do    //Vertical scan
    begin
```

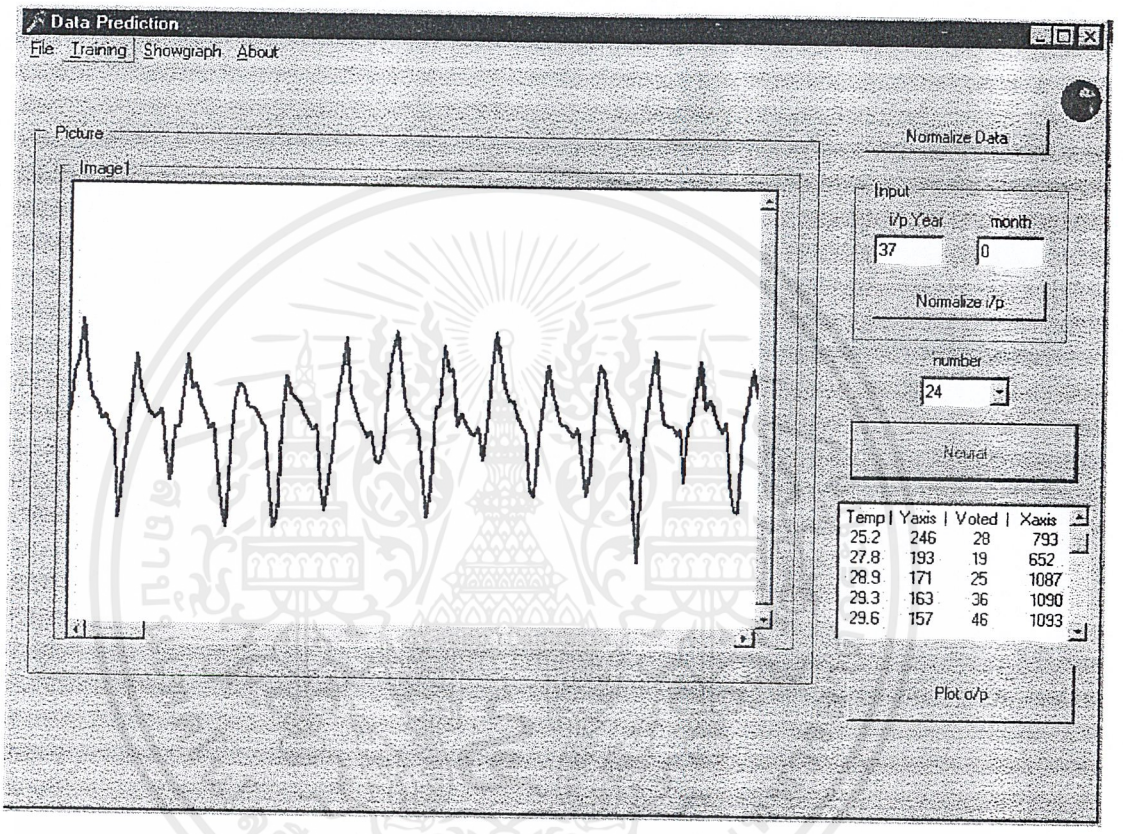
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if G[Win,Vin]='1' then  //Transform '1' into Black dot
        form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clblack
        else
        form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clwhite; //Transform '0' into White dot
      end;
   end;

  form5.showmodal;
end;
  ////////////////////////////////////////////////////////////
   ////////////////////// Show o/p ////////////////////////////
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
var Win,Vin,bee :integer;

begin
   for Win:=37 to 39 do    //Horizon scan;  //****
   begin
    bee:= Win mod 36;   //****
    Vin:=0;
     begin
      while Vin < 350 do     //Vertical scan
       begin
        if  Vin = finalopy[bee] then  //
          begin
            form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clblack;
            Vin:=Vin-1;
            form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clblack;
            Vin:=Vin+2;
            form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clblack;
            Vin:=350;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end
          else
            begin
              form5.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]:=clwhite; //Transform '0' into White dot
              Vin:=Vin+1;
            end;
        end;
      end;
    end;
  form5.showmodal;
end;

procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
  button5.enabled:=true;
end;

procedure TForm1.EditChange(Sender: TObject);
begin
  button6.enabled:=true;
end;

procedure TForm1.N3DGraph1Click(Sender: TObject);
var  x,Win,Vin,a2 : integer;
    a1 : real;
begin

  form6.showmodal;
end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง FORM1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

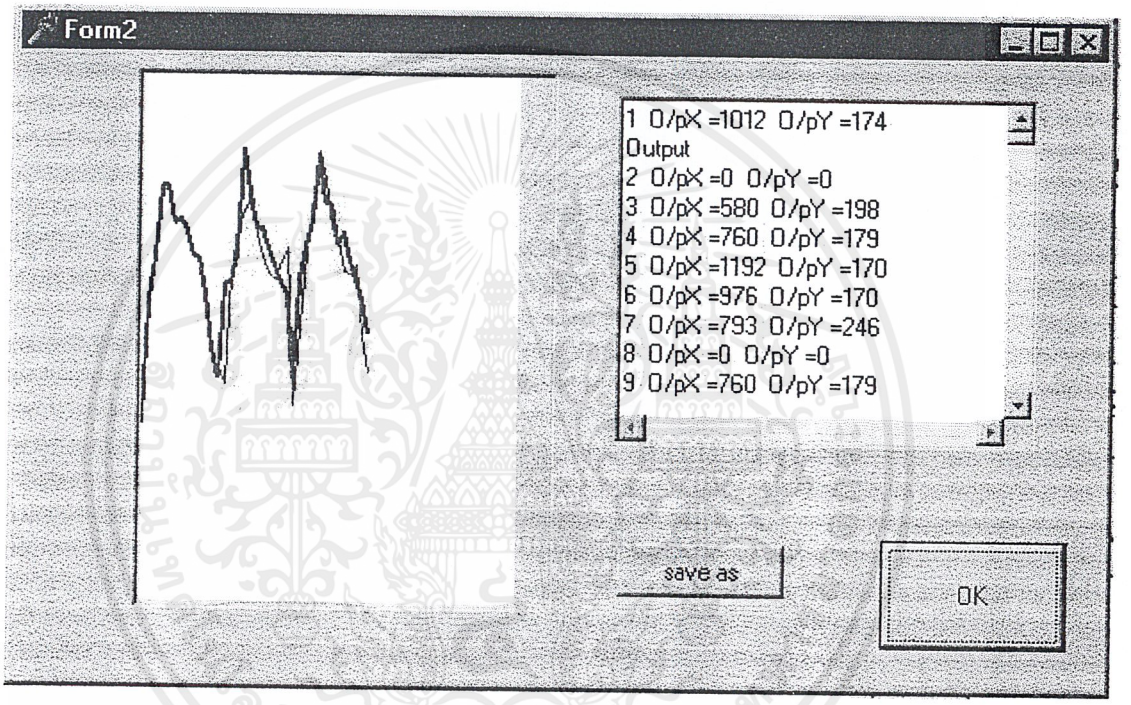
FORM II

```
unit maii2;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, Buttons, ExtCtrls, ExtDlgs;

type
  TForm2 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Memo1: TMemo;
    ScrollBox1: TScrollBox;
    Image1: TImage;
    Button2: TButton;
    SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form2: TForm2;

implementation
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{$R *.DFM}

procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  close;
end;

procedure TForm2.Button2Click(Sender: TObject);
begin
 if savepicturedialog1.execute then
    begin
      image1.Picture.savetoFile(savepicturedialog1.filename);
    end;
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง FORM2

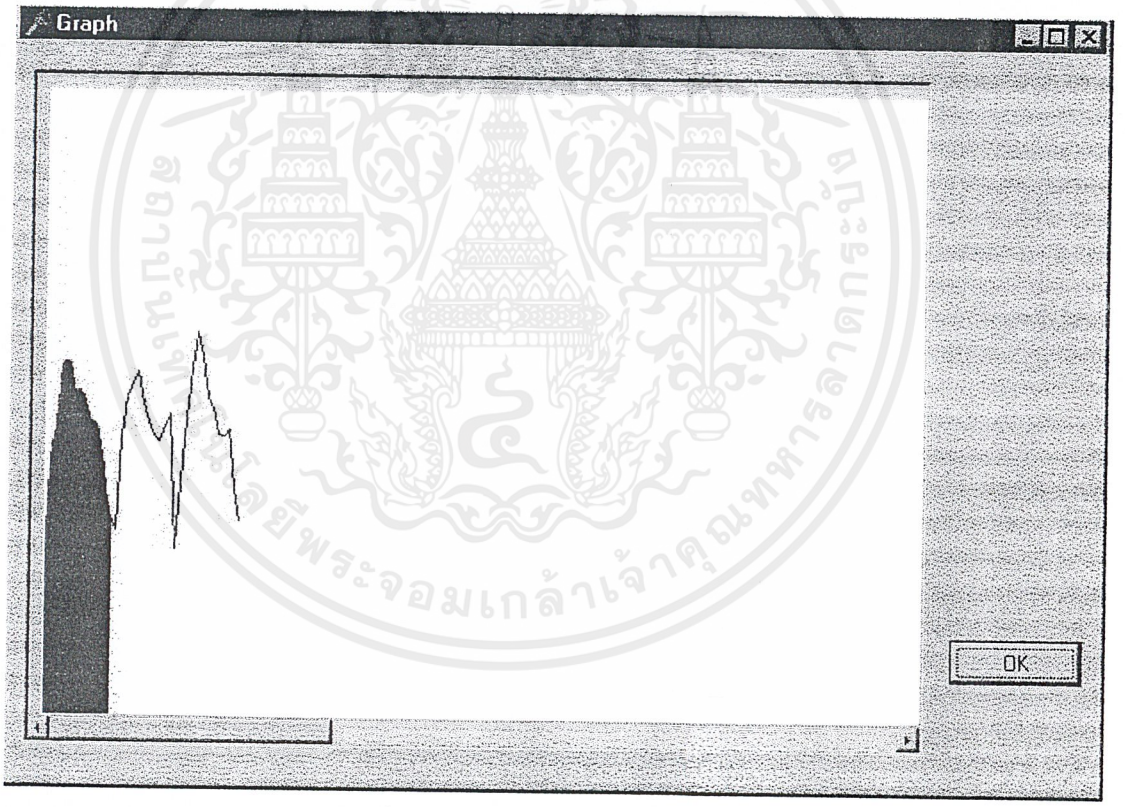
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FORM V

```
unit Unit5;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  ExtCtrls, StdCtrls;

type
  TForm5 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    ScrollBox1: TScrollBox;
    Image1: TImage;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form5: TForm5;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm5.Button1Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
    close;
end;

end.
```



รูปแสดง FORM5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

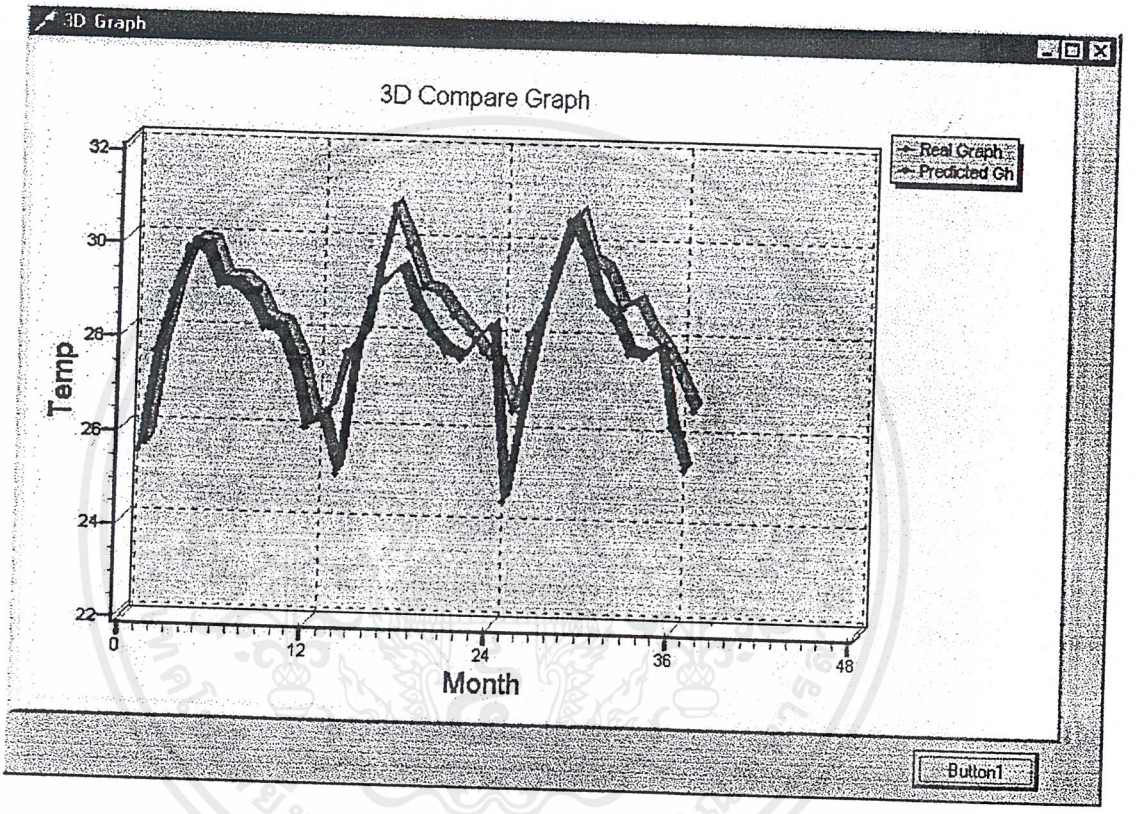
FORM VI

```
unit Unit6;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart, StdCtrls;

type
  TForm6 = class(TForm)
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    Series2: TLineSeries;
    Button1: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form6: TForm6;
implementation
uses mai1;
{$R *.DFM}

procedure TForm6.Button1Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var x,Win,Vin,a7 :integer;
   a6: real;
begin
 x:=0; Vin:=0; a7:=1;
 for Win:=Rin-36 to Rin+108 do    //Horizon scan;  //****
  begin
   if  x mod 3=0 then
   begin
    while Vin < 350 do
     begin
      if form1.image1.Canvas.Pixels[Win,Vin]=clblack then
       begin
       a6:= ((350-vin)/20)+20 ;
       form6.series1.addxy (a7,a6,'',clred);
       Vin:=351; a7:=a7+1;
      end
      else
       begin  Vin:=Vin+1; end;
     end;
    Vin:=0;
  end;
  x:=x+1;
 end;
end;


end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง FORM6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จุดประสงค์ของรายงานฉบับนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของโปรแกรมที่มีความสลับซับซ้อน และใช้ในจดจำการพยากรณ์ โดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยรายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา ELECTRONIC CIRCUIT APPLICATION ของภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ในรายงานฉบับนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมและขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม ตลอดจนทฤษฎีและขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงข้อมูล(กราฟ)เป็นข้อมูลไบนารีเพื่อใช้ในการจดจำและวิเคราะห์โดยโครงข่ายประสาทเทียมต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ต้องการศึกษาหรือสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้งานต่อไป

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จได้เนื่องจาก ได้รับคำแนะนำจาก อ.ยุทธนา คิดใจเดียว และเพื่อนๆที่แสนน่ารัก จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ หากรายงานนี้ผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายธีรพงษ์ อิทธิพรไพศาล

นายศศิพงศ์ กาญจนธนาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Robert L. Harvey, "Neural Network principles" , Englewood Cliffs , NJ : Prentice-Hall International, c1994.
2. N.K.Bose , P. Liang , "Neural Network fundamentals with graphs, algorithms,and Applications" , New york , NY ; McGraw-Hill ,c1996.
3. Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark Beale,"Neural Network design" ,Boston : PWS, c1996.
4. Patrick K. Simpson , "Neural Network theory ,technology ,and applications" , New york : IEEE Technical Activities Board ,c1996.
5. J.G. Taylor , "Neural Network and their applications" , Chichester : John Wiley ,c1996.
6. ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว , **"Weightless neural network."**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้