การเลือกคุณลักษณะเด่นของเครือข่ายประสาทเทียมโดยพาร์ติเคิลสวอร์มออพติไมเซชั่น

NEURAL NETWORK FEATURE SELECTION USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

ธาวิต อมรชาญชัยกุล
THAVIT AMONCHANCHAIGUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเลือกคุณลักษณะเด่นของเครือข่ายประสาทเทียมโดยพาร์ติเคิลสวอร์มออพติไมเซชั่น

NEURAL NETWORK FEATURE SELECTION USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

T075108

ธาวิต อมรชาญชัยกุล

THAVIT AMONCHANCHAIGUL

เลขหมู่.................................
เลขทะเบียน 75108
วัน,เดือน,ปี 19 ต.ค. 2550

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

NEURAL NETWORK FEATURE SELECTION USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

THAVIT AMONCHANCHAIGUL

THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2007

COPYRIGHT 2007
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเลือกคุณลักษณะเด่นของเครือข่ายประสาทเทียมโดยพาร์ติเคิลสวอร์มออพติไมเซชั่น

Neural Network Feature Selection Using Particle Swarm Optimization

ชื่อนักศึกษา นายธาวิต อมรชาญชัยกุล

รหัสประจำตัว 45061508

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วรพจน์ กรีสุระเดช

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ศ.ดร.ชิดชนก	เหลือสินทรัพย์	
รศ.ดร.วรพจน์	กรีสุระเดช	
รศ.ดร.อาริต	ธรรมโน	
ผศ.ดร.ธนารัตน์	ชลิดาพงศ์	
ผศ.ดร.ภัทรชัย	ลลิตโรจน์วงศ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 15 พฤษภาคม 2550 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง M 04 (ชั้นลอย) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่......30......**เดือน**........................**พ.ศ.**...2550...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเลือกคุณลักษณะเด่นของเครือข่ายประสาทเทียมโดย พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น
นักศึกษา	นายธาวิต อมรชาญชัยกุล
รหัสนักศึกษา	45061508
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วรพจน์ กรีสุระเดช

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นถูกใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลอย่างมากมาย ซึ่งถ้าเลือกข้อมูลได้เฉพาะตัวสำคัญในชุดข้อมูลในการสอนได้แล้วนั้นจะทำให้ขนาดของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นเล็กลง ซึ่งสิ่งที่ได้รับคือการทำงานที่ประหยัดเวลามากขึ้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอวิธีการในการเลือกข้อมูลอินพุทโดยใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการเป็นข้อมูลในการสอน โดยได้เสนอฟังก์ชั่นเหมาะสมและเทคนิคในการปรับค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิล

Thesis Title	Neural Network Feature Selection Using Particle Swarm Optimization
Student	Thavit Amonchanchaigul
Studen ID.	45061508
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Year	2550
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Worapoj Kreesuradej

ABSTRACT

Nows a day, multilayer feed-forward networks are often used for modeling complex relationships between the data sets. And if we can should only the important datas from the training sets, it will make the networks less sizes and can save more times. Because we realize in this point, this paper provides procedure of input selection to train the neural networks using particle swarm optimization. It also presents the suitable function for particle swarm optimization technique by changing concept in part of member value adjustment function for each particle.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการแก้ปัญหาต่าง ๆ จาก รศ.ดร. วรพจน์ กรีสุระเดช ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธาวิต อมรชาญชัยกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..II

กิตติกรรมประกาศ...III

สารบัญ..IV

สารบัญตาราง..VI

สารบัญรูป...VII

บทที่ 1 บทนำ...1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา...1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..1

1.3 ขอบเขตของการศึกษา...2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา...2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..3

2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น...3

2.2 เทคนิคในการเลือกข้อมูล..7

2.2.1 เทคนิคบรูทฟอร์ซ...7

2.2.2 เทคนิคการเลือกแบบไปด้านหน้า-ย้อนกลับ..8

2.2.3 เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก..10

2.2.4 เทคนิคการวิเคราะห์หาผลกระทบ..12

2.2.5 ราฟเซ็ต..15

2.2.6 เจเนติก อัลกอริธึม...21

2.2.7 พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น..24

บทที่ 3 การประยุกต์พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม...27

3.1 บทนำ...27

3.2 ขั้นตอนการทำงานของการเลือกข้อมูลอินพุทโดยใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม..27

ฉ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 กำหนดค่าแต่ละพาร์ติเคิลเริ่มต้นเป็น [1, 1, 1,..., 1]....28

3.2.2 นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม....28

3.2.3 กำหนดสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลที่มีใช้ข้อมูลอินพุทสมาชิก k ตัว....28

3.2.4 นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม....28

3.2.5 คำนวณหาค่าเหมาะสม ค่า pbest และ ค่า gbest....28

3.2.6 ปรับค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิล....29

3.2.7 ลดจำนวนข้อมูลอินพุทของแต่ละพาร์ติเคิล 1 ตัว....29

3.2.8 นำข้อมูลที่ได้รับเลือกแล้วเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม....29

3.3 ทฤษฎีที่นำเสนอ....31

3.3.1 ฟังก์ชั่นที่เหมาะสม....31

3.3.2 การประยุกต์การปรับค่าพาร์ติเคิล....33

3.4 ตัวอย่าง....35

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง....38

4.1 การวัดประสิทธิภาพการทำงาน....38

4.1.1 ฟังก์ชั่นเหมาะสม....38

4.1.2 วิธีในการหยุดการค้นหา....38

4.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง....39

4.2.1 ชุดข้อมูลสมการ (Equation)....39

4.2.2 ชุดข้อมูล Boston Housing....44

4.2.3 ชุดข้อมูลดอกไอริส (Iris Flower)....50

4.2.4 ชุดข้อมูล Winston Breast Cancer Data....55

4.2.5 ชุดข้อมูล German Credit Data....61

4.2.6 ชุดข้อมูล Separate Linear Data....67

4.3 สรุปผลการทดลอง....73

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....74

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป....75

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม...76

ภาคผนวก 78

ภาคผนวก ก.1 ข้อมูล Boston Housing Data...79

ภาคผนวก ก.2 ข้อมูล Iris Flower Data...95

ภาคผนวก ก.3 ข้อมูล Wisconsin Breast Cancer Data..100

ภาคผนวก ก.4 ข้อมูล German Credit Data...122

ประวัติผู้เขียน...153

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงถึงข้อมูลที่เป็นไปได้ของข้อมูล X_1, X_2, X_3, X_4........8

2.2 แสดงถึงข้อมูลของคนไข้........16

2.3 แสดงถึง Discernibility Matrix ของข้อมูลคนไข้........19

3.1 แสดงอินพุทที่เลือกใช้และค่าความผิดพลาดของอินพุทเหล่านั้น........34

3.2 แสดงถึงอินพุทที่เลือกและค่าความผิดพลาดของอินพุทที่ใช้เหล่านั้น........36

4.1 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูลสมการ (Equation) โดยบอกถึงเวลา และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........43

4.2 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Boston Housing โดยบอกถึงเวลา และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........48

4.3 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Iris Flower โดยบอกถึงเวลาและ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........53

4.4 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Winston Breast Cancer โดยบอกถึงเวลาและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........60

4.5 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล German Credit Data โดยบอกถึงเวลาและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........66

4.6 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Separate Linear Data โดยบอกถึงเวลาและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น........72

ก.1 แสดงข้อมูล Boston Housing........76

ก.2 แสดงข้อมูล Iris Flower........95

ก.3 แสดงข้อมูล Wisconsin Breast Cancer........101

ก.4 แสดงข้อมูล German Credit Data........125

ฅ

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม......4

2.2 อธิบายการทำงานในแต่ละโหนด......4

3.1 แสดงถึงโครงสร้างการทำงานของการประยุกต์ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น กับ โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อใช้ในการเลือกข้อมูลอินพุท......27

3.2 ขั้นตอนกระบวนการทำงาน......30

3.3 กราฟแสดงค่า Error Maximum และ Error Minimum ในแต่ละจำนวนข้อมูลอินพุท......31

3.4 กราฟแสดงค่า Error Target ที่ได้กำหนดไว้......32

3.5 กราฟแสดงการลากเส้นตามที่ได้กำหนดเพื่อเตรียมจะหาฟังก์ชั่นเหมาะสม......32

3.6 กราฟแสดงถึงผลการทดลอง......37

4.1 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......40

4.2 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......41

4.3 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......41

4.4 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......42

4.5 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......42

4.6 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......45

4.7 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......46

4.8 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน......46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.9 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการงาน.....47

4.10 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....47

4.11 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....50

4.12 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....51

4.13 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....51

4.14 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Irsi data K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....52

4.15 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....52

4.16 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....56

4.17 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....57

4.18 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....57

4.19 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....58

4.20 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....58

4.21 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....63

4.22 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน.....64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.23 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….64

4.24 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….65

4.25 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….65

4.26 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….69

4.27 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….69

4.28 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….70

4.29 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….70

4.30 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน……………………………….71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการใช้งานของโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มีมากมายหลากหลาย ซึ่งการทำงานที่ใช้กันมากมายอย่างหนึ่งได้แก่การทำนายค่าต่างๆ โดยได้นำมาช่วยในการตัดสินใจต่างๆทางธุรกิจ ซึ่งขั้นตอนในการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นคือ 1. การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสม เช่นการลดข้อมูลที่ซ้ำซ้อน การลดข้อมูลที่เป็นตัวรบกวน การลดข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยต่อการทำงาน เป็นต้น ซึ่งการเตรียมข้อมูลที่ดีนั้นจะทำให้การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมดีขึ้น 2. การสร้างแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียม 3. การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเองซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น วิธี Backpropagation เป็นต้น 4. การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ในขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลนั้นในส่วนของการหาข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการทำงานเป็นสิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่งเพราะว่าถ้าหากเราสามารถใช้ข้อมูลได้น้อยทำให้การเตรียมข้อมูลของการทำงานก็จะน้อยลง การใช้เวลาในการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมก็ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใส่เข้ามาเช่นกัน ดังนั้นถ้าหากจำนวนข้อมูลที่ใส่เข้ามาสามารถลดทอนได้ก็จะทำให้ใช้เวลาในการทำงานน้อยลงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาความสำคัญของการเตรียมข้อมูลและเรื่องของความสำคัญของข้อมูลแล้ว จึงได้มีเทคนิคที่มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมากมาย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเน้นการศึกษาและพัฒนาเทคนิคในการเลือกข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการทำงานของปัญญาประดิษฐ์

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการเลือกข้อมูลเข้าสู่การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม
2. พัฒนาเทคนิคใหม่ในการเลือกข้อมูล โดยใช้พื้นฐานจากวิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไม-เซชั่น
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและพัฒนาความรู้ทางด้านปัญญาประดิษฐ์และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. งานวิจัยนี้นำเสนอการเลือกข้อมูลโดยใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น
2. งานวิจัยชิ้นนี้ใช้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมแบบ backpropagation
3. งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาและการทดลองโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ (Matlab)

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Backpropagation algorithm
2. ศึกษากระบวนการเลือกข้อมูลเบื้องต้น เช่น วิธีการหาความสำคัญ การใช้วิธีทางสถิติ
3. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานชิ้นนี้ต่อไป
4. พัฒนาอัลกอริธึมการเลือกข้อมูลเพื่อใส่เข้าไปในการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้มีวิธีที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
5. ทำการทดลอง วิเคราะห์ผลของเทคนิคเดิม และปรับปรุงเทคนิคให้ดีขึ้น
6. ทำการทดสอบเทคนิคใหม่ที่นำเสนอสำหรับการเลือกข้อมูลที่ได้พัฒนา
7. รวบรวมผลการทดลองจากข้อมูลทุกชุด
8. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
9. เรียบเรียงเอกสารประกอบวิทยานิพนธ์

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

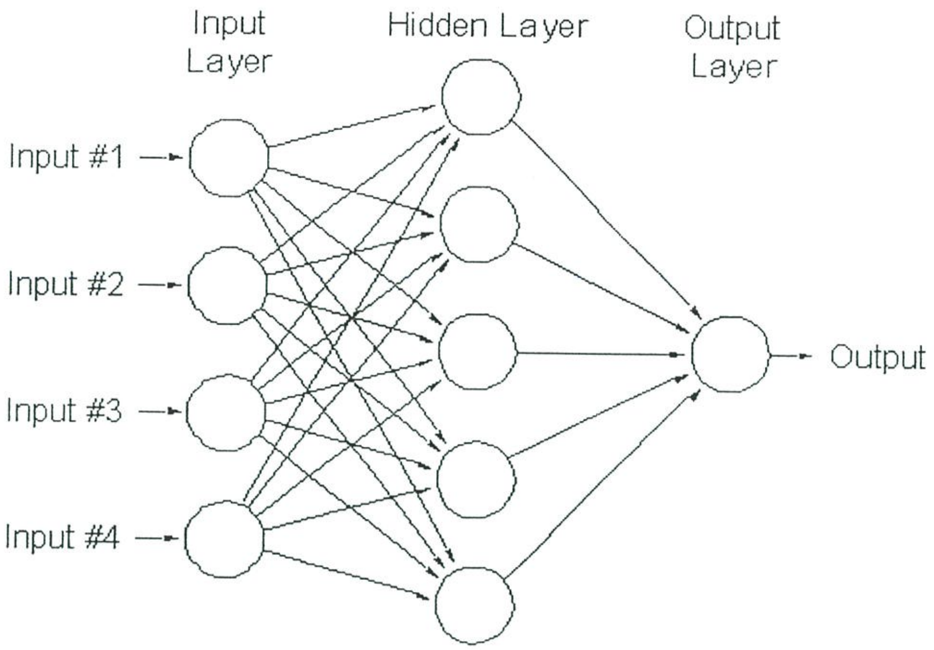
ในหัวข้อนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนแรกจะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย และพื้นฐานของระบบ ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคในการเลือกข้อมูลพื้นฐานต่างๆ และพื้นฐานของเทคนิคที่นำเสนอใหม่ได้แก่ พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น

2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron Neural Network)

โครงข่ายประสาทของมนุษย์นั้นมีการทำงานที่ซับซ้อน แต่สามารถเรียนรู้และคิดหาเหตุผลเพื่อทำการตัดสินใจได้หลายๆอย่าง ซึ่งภายในประสาทของมนุษย์นั้นประกอบด้วยเซลล์ประสาทที่เรียกว่า นิวรอล (Neural) ซึ่งโครงสร้างของแต่ละนิวรอลนั้นประกอบด้วย ตัวเซลล์ (Soma) แกนของเซลล์ (Axon) กิ่งก้านของเซลล์ (Dendrites) และเส้นเชื่อมต่อเซลล์ (Synapses) ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) คือ รูปแบบการประมวลผลที่ได้แนวคิดจากการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์ โดยที่การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมจะทำได้นั้นต้องเกิดจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้มีการเรียนรู้ก่อนจึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

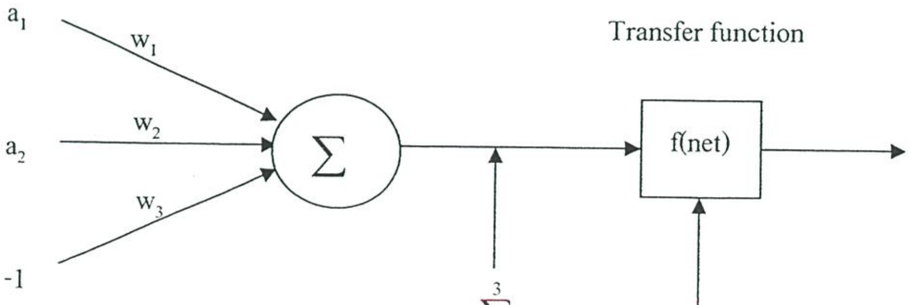
การเรียนรู้โดยมีผู้สอน (Supervised learning) วิธีการนี้จะต้องทราบถึงผลลัพธ์ที่แท้จริงของข้อมูลที่นำมาเรียนรู้ หลังจากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่แท้จริงเพื่อปรับค่าน้ำหนักจนได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่แท้จริงมากที่สุด ซึ่งมีวิธีในการเรียนรู้ที่รู้จักกันเป็นอย่างดีได้แก่ Backpropagation

การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Unsupervised learning) คือการเรียนรู้ที่ไม่ทราบถึงผลลัพธ์ที่แท้จริง โดยจะมีการป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมอย่างต่อเนื่องเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการส่งค่าผลลัพธ์ของแต่ละอินพุทเข้าไปด้วย ดังนั้นจะต้องทำการทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ด้วยข้อมูลต่างๆกัน โดยวิธีในการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมนั้นได้แก่ Adaptive Resonance Theory Neural Network (ART)



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีแบบจำลองหลายรูปแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เสนอรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron Neural Network) โดยมีชั้นแรกได้แก่ชั้นของอินพุท (Input Layer) และชั้นสุดท้ายเรียกว่าชั้นเอาท์พุท (Output Layer) และชั้นตรงกลางนั้นมีกี่ชั้นก็ได้เรียกว่าชั้นซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งในแต่ละชั้นนั้นจะมีนิวรอลอยู่ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าโหนด (node) และแต่ละโหนดจะมีเส้นที่เชื่อมไปยังชั้นถัดไปโดยเปรียบเสมือนเป็นเส้นประสาทโดยแต่ละเส้นนั้นจะมีค่าน้ำหนัก (weight) กำกับไว้



$$net = \sum_{i=1}^{3} w_i a_i$$

$$f(net) = \frac{2}{1+\exp(-\lambda \bullet net)} - 1$$

รูปที่ 2.2 อธิบายการทำงานในแต่ละโหนด

ในแต่ละโหนดนั้นประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนของการหาค่าผลบวกของผลคูณระหว่างค่าจากโหนดก่อนหน้ากับค่าน้ำหนักที่เชื่อมมายังโหนดที่กำลังสนใจอยู่ และอีกส่วนได้แก่ส่วนของการปรับค่าโดยใช้ฟังก์ชั่นการแปลง (Transfer Function) ซึ่งโดยในตัวอย่างนั้นได้ใช้ Sigmoid Function เป็นฟังก์ชั่นการแปลง

ในส่วนของการเรียนรู้นั้นในงานวิจัยนี้ได้เสนอถึงวิธีการเรียนรู้แบบ Backpropagation ซึ่งหลักการของวิธีนี้เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน คือต้องรู้ข้อมูลทั้งอินพุทและผลลัพธ์จริง โดยจะต้องป้อนอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมก่อนแล้วประมวลผลผ่านทุกชั้นจนได้ค่าเอาท์พุทจากแบบจำลองหลังจากนั้นจึงนำค่าเอาท์พุทที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง ซึ่งผลต่างที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปเพื่อนำมาปรับปรุงค่าน้ำหนักในแต่ละชั้น โดยจะทำการปรับปรุงถอยหลังจากชั้นเอาท์พุทไปยังชั้นซ่อนจนกระทั่งถึงชั้นของอินพุท จากรูปตัวอย่างนั้นประกอบด้วย 3 ชั้นโดยจะคำนวณจากแต่ละโหนดในชั้นซ่อนก่อน โดยในแต่ละโหนดของชั้นซ่อนนั้นคำนวณโดย

$$net_j = \sum_{i=1}^{I} v_{ji} z_i \qquad (2.1)$$

หลังจากนั้นนำค่าที่ได้แทนค่าในฟังก์ชั่นการแปลง ซึ่งในที่นี้ใช้ Sigmoid Function

$$y_j = f(net) = \frac{2}{1 + \exp(-\lambda \bullet net_j)} - 1 \qquad (2.2)$$

z_i คือ ข้อมูลอินพุทโหนดที่ i

v_{ji} คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างโหนดที่ j ของชั้นซ่อนกับโหนดที่ i ของชั้นอินพุท

I คือ จำนวนโหนดอินพุท

y_j คือ ค่าที่จะป้อนเข้าสู่โหนดตัวที่ j ในชั้นซ่อน

และหลังจากที่ได้ค่าจากชั้นซ่อนแล้วนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าในชั้นเอาท์พุทถัดไปโดยใช้สมการ

$$net_k = \sum_{j=1}^{J} w_{kj} y_j \qquad (2.3)$$

หลังจากนั้นนำค่าที่ได้แทนค่าในฟังก์ชั่นการแปลง ซึ่งในที่นี้ใช้ Sigmoid Function

$$o_k = f(net) = \frac{2}{1+\exp(-\lambda \bullet net_k)} - 1 \quad (2.4)$$

w_{kj} คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างโหนดที่ k ของชั้นเอาท์พุทกับโหนดที่ j ของชั้นซ่อน

J คือ จำนวนโหนดในชั้นซ่อน

o_k คือ ข้อมูลเอาท์พุทโหนดที่ k

หลังจากที่ได้เอาท์พุทมาแล้วนั้นจะนำมาหาค่าผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปปรับปรุงค่าน้ำหนักในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งการหาค่าผิดพลาดนั้นจะเกิดจากการนำค่าเอาท์พุทที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง (Target) ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าเพื่อนำไปปรับปรุงค่าน้ำหนักมีดังต่อไปนี้

$$\delta_{ok} = (d_k - o_k) f'(net_k) \text{, k = 1,2,3,...,K} \quad (2.5)$$

δ_{ok} คือ ค่า Error function ของโหนด k ในชั้นเอาท์พุท

d_k คือ ค่าผลลัพธ์จริง (Target) ที่โหนด k

o_k คือ ค่าเอาท์พุทที่โหนด k

$$\delta_{yj} = f'(net_j) \sum_{k=1}^{K} \delta_{ok} w_{kj} \text{ , j = 1,2,...,J} \quad (2.6)$$

δ_{yj} คือ ค่า Error function ของโหนด j ในชั้นซ่อน

หลังจากที่คำนวณค่า Error function ของชั้นเอาท์พุทและชั้นซ่อนแล้ว จึงนำค่าที่ได้ไปปรับปรุงค่าน้ำหนักในแต่ละตำแหน่ง

สำหรับชั้นเอาท์พุทนั้นใช้สมการดังนี้

$$w_{kj} \leftarrow w_{kj} + \eta \delta_{ok} y_j \quad \text{for k = 1,2,3,...,K และ j = 1,2,3,...,J} \quad (2.7)$$

และสำหรับชั้นซ่อนนั้นใช้สมการดังนี้

$$v_{ji} \leftarrow v_{ji} + \eta \delta_{yj} z_i \quad \text{for j = 1,2,3,...,J and I = 1,2,3,...,I} \quad (2.8)$$

โดย η แทนค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) โดยปกติจะกำหนดให้เป็น 0.1

หลังจากทำการปรับปรุงค่าน้ำหนักเสร็จแล้วก็ให้นำข้อมูลชุดอื่นทำเหมือนกันแล้วปรับค่าน้ำหนักในทุกชุดของข้อมูล ทำดังนี้จนเสร็จข้อมูลทุกชุดถือว่าทำเสร็จ 1 รอบ (epoch) หลังจากนั้นให้วัดหาค่าความผิดพลาดจนกว่าจะยอมรับได้ หรือจนกว่าจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดจึงหยุดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

โดยปกตินั้นการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญนั้นได้แก่การเตรียมข้อมูลในการเรียนรู้ โดยการเตรียมข้อมูลในการเรียนรู้นั้นได้แก่การเลือกข้อมูลที่มีส่งผลต่อเอาท์พุท ซึ่งบางครั้งข้อมูลที่มีอยู่นั้นอาจจะเป็นข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันหรืออาจจะเป็นข้อมูลที่ไม่มีผลต่อเอาท์พุท ดังนั้นจึงได้เกิดเทคนิคในการเลือกข้อมูลซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงข้อมูลเรียนรู้ที่ไม่มีผลต่อเอาท์พุทนั่นเอง

2.2 เทคนิคในการเลือกข้อมูล (Feature Selection)

ขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมนั่นคือขั้นตอนของการเลือกข้อมูลซึ่งจะทำให้การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นเร็วขึ้น ให้ความถูกต้องได้มากขึ้น ดังนั้นจึงได้เกิดการค้นคว้าเกี่ยวกับเทคนิคในการเลือกข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันนั้นมีเทคนิคในการเลือกข้อมูลมากมาย ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคในการเลือกข้อมูลที่เป็นที่นิยม ดังต่อไปนี้

2.2.1 เทคนิคบรูทฟอร์ซ (Brute-force techniques)

ปกตินั้นในการค้นหาว่าข้อมูลใดนั้นเหมาะแก่การนำเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมนั้น จะทำโดยการนำข้อมูลทั้งหมดค่อยๆใส่เข้าไปทีละตัวหลังจากนั้นจึงค่อยๆเพิ่มตัวอินพุทจนกระทั่งครบทุกตัว ซึ่งชุดข้อมูลอินพุทในการทดลองทั้งหมดนั้นคำนวณโดย หากมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด n ตัว จะมีการทดลองทั้งหมด 2^n ครั้ง หลังจากนั้นจึงเปรียบเทียบเอาท์พุททุกกรณีว่ามีความผิดพลาดจากค่าเอาท์พุทจริงมากน้อยเพียงใด หากอินพุทชุดใดให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดอินพุทชุดนั้นจะถูกใช้สำหรับการป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม แต่ในงานบางอย่างหากข้อมูลอินพุทชุดอื่นให้ค่าผิดพลาดที่ไม่ต่างจากข้อมูลชุดที่ดีที่สุดมากนักแต่จำนวนตัวของอินพุทน้อยกว่านั้นก็อาจจะเลือกอินพุทชุดใหม่นี้ก็ได้

ข้อเสียของวิธีบรูทฟอร์ซ นั้นได้แก่หากอินพุทนั้นมีจำนวนตัวที่มากก็จะทำให้เสียเวลาในการค้นหาที่มากขึ้น ซึ่งโดยปกตินั้นจะเสียเวลาในการคำนวณที่มากเนื่องจากจะต้องทดลองทั้งหมด 2^n ครั้ง ดังนั้นจึงได้มีการค้นคว้าเทคนิคต่างๆต่อไป

ตัวอย่างเช่นหากมีข้อมูล 4 ตัว X_1, X_2, X_3, X_4 จะทำการจัดชุดข้อมูลทั้งหมด ได้ 2^{16} ครั้ง ได้แก่

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงข้อมูลที่เป็นไปได้ของข้อมูล X_1, X_2, X_3, X_4

ชุดข้อมูล	ค่าเอาท์พุท
0	Y_1
X_1	Y_2
X_2	Y_3
X_3	Y_4
X_4	Y_5
X_1, X_2	Y_6
X_1, X_3	Y_7
X_1, X_4	Y_8
X_2, X_3	Y_9
X_2, X_4	Y_{10}
X_3, X_4	Y_{11}
X_1, X_2, X_3	Y_{12}
X_1, X_2, X_4	Y_{13}
X_1, X_3, X_4	Y_{14}
X_2, X_3, X_4	Y_{15}
X_1, X_2, X_3, X_4	Y_{16}

2.2.2 เทคนิคการเลือกแบบไปด้านหน้า-ย้อนกลับ (Forward-Backward Selection techniques)

เทคนิคการเลือกแบบไปด้านหน้า-ย้อนกลับนั้นได้มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกรีดดี้ อัลกอริธึม (Greedy Algorithm) ซึ่งโดยหลักการทั่วไปนั้นคือเลือกสิ่งที่ดีที่สุดเท่าที่มีก่อน ซึ่งจะสามารถทำให้เจอแนวทางที่ดีโดยใช้เวลาไม่นานนัก และในการนำมาประยุกต์ใช้กับการเลือกข้อมูลอินพุทนั้นได้มีอยู่ 2 แนวทาง ได้แก่แบบไปด้านหน้า [13] และแบบย้อนกลับ [3] ในทั้ง 2 แนวทางนั้นสิ่งแรกที่ต้องทำคือหากข้อมูลอินพุทมีจำนวน n ตัว นั้นต้องกำหนดจำนวนตัวที่ต้องการให้เหลือโดยกำหนดให้เป็น k ตัว ในเทคนิคการเลือกแบบไปด้านหน้านั้นให้เริ่มต้นจากเซตของข้อมูลอินพุท 0 ตัวก่อน หลังจากนั้นจึงเพิ่มข้อมูลอินพุทเข้ามาเป็น 1 ตัว โดยลองข้อมูลอินพุททุกตัวแล้ว

เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดว่าตัวใดที่ดีที่สุดให้เก็บค่าไว้ หลังจากนั้นให้เพิ่มข้อมูลอินพุทเป็น 2 ตัว โดยใส่เพิ่มจากตัวแรกที่ได้เก็บค่าไว้ก่อนหลังจากนั้นให้เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของเซตข้อมูลอินพุท 2 ตัว หากเซตข้อมูลอินพุทชุดใดดีสุดให้เก็บเซตข้อมูลอินพุทนั้นไว้ แล้วเพิ่มข้อมูลอินพุทเป็น 3 ตัว ทำดังนี้ไปเรื่อยๆจนกระทั่งได้จำนวนข้อมูล k ตัว ตัวอย่างเช่นหากมีข้อมูลอินพุท n=5 ตัว ได้แก่ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 และได้กำหนดให้ได้จำนวนข้อมูลอินพุทที่ต้องการ k=3 ตัว ในขั้นตอนแรกนั้นจะได้ชุดข้อมูลอินพุท $\{X_1\},\{X_2\},\{X_3\},\{X_4\},\{X_5\}$ นำมาเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาดว่าตัวใดที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด ในที่นี้สมมุติว่า $\{X_2\}$ เป็นตัวที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดแล้วหลังจากนั้นจึงเพิ่มข้อมูลอินพุทเป็น 2 ตัว จากเดิม ได้แก่ $\{X_2, X_1\},\{X_2, X_3\},\{X_2, X_4\},\{X_2, X_5\}$ แล้วจึงเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด ถ้าสมมุติว่าตัว $\{X_2, X_1\}$ เป็นตัวที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด แล้วจึงเพิ่มข้อมูลอินพุทเจากเดิมปีน 3 ตัว ได้แก่ $\{X_2, X_1, X_3\},\{X_2, X_1, X_4\},\{X_2, X_1, X_5\}$ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดแล้วได้เป็นชุดข้อมูลอินพุท $\{X_2, X_1, X_5\}$ หลังจากนั้นจึงหยุดการทำงานเพราะได้จำนวนตัวของข้อมูลอินพุท 3 ตัวเท่ากับที่ได้กำหนดไว้ในตอนเริ่มต้น

และในเทคนิคการเลือกแบบย้อนกลับนั้นให้เริ่มจากการใส่ข้อมูลอินพุท n ตัวก่อน หลังจากนั้นให้ตัดออก 1 ตัว เหลือ n-1 ตัว แล้วนำเซตข้อมูลอินพุทที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้นมาเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดซึ่งกันและกันหากตัวใดมีค่าน้อยที่สุดให้นำตัวนั้นมาเก็บไว้ แล้วตัดออกอีก 1 ตัวให้เหลือเพียง n-2 ตัวหลังจากจึงนำเซตข้อมูลอินพุทที่ได้มาเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดแล้วเก็บเซตข้อมูลอินพุทที่ได้ หลังจากนั้นก็ตัดออกไปเรื่อยๆจนกระทั่งเหลือข้อมูล k ตัว ซึ่งเป็นจำนวนที่ได้กำหนดไว้ว่าต้องการให้มีข้อมูลอินพุทเพียง k ตัวในตอนเริ่มต้น ตัวอย่างเช่นหากมีข้อมูลอินพุท n=5 ตัว ได้แก่ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 และได้กำหนดให้ได้จำนวนข้อมูลอินพุทที่ต้องการ k=3 ตัว ในขั้นตอนแรกนั้นจะได้ชุดข้อมูลอินพุท $\{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$ หลังจากนั้นจึงเลือกตัวตัดออก 1 ตัว โดยเซตข้อมูลอินพุทได้แก่ $\{X_1, X_2, X_3, X_4\},\{X_1, X_2, X_3, X_5\},\{X_1, X_2, X_4, X_5\},\{X_1, X_3, X_4, X_5\},\{X_2, X_3, X_4, X_5\}$ หลังจากนั้นให้นำมาเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด ในที่นี้สมมุติว่า $\{X_1, X_2, X_3, X_5\}$ เป็นชุดข้อมูลอินพุทที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด หลังจากนั้นจึงตัดออกจากเดิมอีก 1 ตัว เซตข้อมูลอินพุทได้แก่ $\{X_1, X_2, X_3\},\{X_1, X_2, X_5\},\{X_1, X_3, X_5\},\{X_2, X_3, X_5\}$ แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด สมมุติว่าได้ $\{X_1, X_2, X_5\}$ เป็นตัวที่มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด หลังจากนั้นจึงหยุดการทำงานเพราะได้จำนวนตัวของข้อมูลอินพุท 3 ตัวเท่ากับที่ได้กำหนดไว้ในตอนเริ่มต้น

ข้อดีของเทคนิคการเลือกแบบด้านหน้า-ย้อนกลับนั้นคือการทำงานที่รวดเร็วมากขึ้นกว่าเทคนิคบรูซฟอร์ซเพราะทำงานกับเซตข้อมูลอินพุทที่น้อยลง แต่ข้อเสียของเทคนิคนี้นั้นได้แก่พื้นฐานของเทคนิคนี้นั้นมาจากกรีดดี้ อัลกอริธึม ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่รับประกันว่าจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด ซึ่งสำหรับการทำงานที่ต้องการความแม่นยำนั้นวิธีนี้จะเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม

2.2.2 เทคนิคการเลือกโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ (Principle Components Analysis techniques)

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญนั้นเป็นการจัดกลุ่มข้อมูลอินพุทที่มีคุณสมบัติเหมือนๆ กันมาไว้ด้วยกันและสร้างตัวอินพุทขึ้นมาใหม่ซึ่งจะเรียกว่าองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบที่ได้จะเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลอินพุทที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นการลดจำนวนข้อมูลอินพุทที่ใช้ลง

ในการจัดกลุ่มข้อมูลอินพุทที่มีลักษณะเหมือนๆ กันไว้ด้วยกันโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญนั้น จะใช้พิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอินพุท โดยจะพิจารณาค่าความสัมพันธ์ทั้งที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (ทางบวก) และทิศทางตรงกันข้าม (ทางลบ) การรวมกลุ่มข้อมูลอินพุทโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญนี้จะเป็นการรวมกลุ่มหรือผสมข้อมูลอินพุทเข้าด้วยกันแบบเชิงเส้น และจะสร้างเป็นองค์ประกอบขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะถือว่าเป็นข้อมูลอินพุทแทนกลุ่มข้อมูลอินพุทนั้นๆเอง โดยข้อมูลอินพุทที่ถูกนำมารวมกันนี้จะมีน้ำหนักในการรวมตัวกันแตกต่างกันไป ในการวิเคราะห์ครั้งหนึ่งๆ จะมีองค์ประกอบได้หลายๆองค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะข้อมูลอินพุทที่ใส่เข้าไปทั้งหมดอาจจะถูกจัดไว้เป็นกลุ่มย่อยๆ ได้หลายกลุ่ม กลุ่มหนึ่งๆ ก็คือ 1 องค์ประกอบ และข้อมูลอินพุทหนึ่งๆอาจจะถูกจัดเข้าไปอยู่ในกลุ่มใดๆ ได้มากกว่า 1 กลุ่ม ถ้าต้องการที่จะแยกให้ชัดเจนว่าตัวแปรหนึ่งๆควรจะเป็นสมาชิกขององค์ประกอบใดเพียงองค์ประกอบเดียว ก็สามารถทำได้โดยวิธีที่เรียกว่าการหมุนแกน

รูปแบบขององค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ อยู่ในรูปแบบของการนำข้อมูลอินพุทกับค่าน้ำหนักแบบเส้นตรง ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังต่อไปนี้

$F_i = W_{i1}X_1 + W_{i2}X_2 + W_{i3}X_3 + \ldots + W_{ik}X_k$ โดย

F_i แทน ค่าประมาณขององค์ประกอบที่ I ที่ได้จากการผสมค่าของข้อมูลอินพุทแบบเส้นตรง ซึ่งจะเรียกค่าขององค์ประกอบนี้ว่า คะแนนองค์ประกอบ (Component Score)

W_{ik} แทน ค่าคงที่ที่ใช้ในการคูณหรือถ่วงน้ำหนักให้แก่ข้อมูลอินพุทตัวที่ k ที่เป็นสมาชิกขององค์ประกอบตัวที่ i ซึ่งค่านี้จะเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนองค์ประกอบ (Component Score Coefficient)

X_k แทน ค่าของข้อมูลอินพุทตัวที่ k ที่เป็นสมาชิกขององค์ประกอบที่ i

โดยขั้นตอนของการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญมีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอินพุททั้งหมด (Covariance Matrix, Eigen Value) เป็นขั้นตอนที่มีพื้นฐานจากคณิตศาสตร์ทางด้านเมตริกซ์ ซึ่งจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ

ขั้นที่ 2 หาองค์ประกอบขั้นต้นที่แทนกลุ่มข้อมูลอินพุท (Initial Component Extraction) เป็นขั้นตอนที่จะทำการหาองค์ประกอบที่เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลอินพุททั้งหมดที่ใช้ เรียกว่าเป็นการสกัดองค์ประกอบ (Component Extraction)

ขั้นที่ 3 เลือกองค์ประกอบที่ต้องการ (Selecting Components) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก โดยถ้าหากเราใช้องค์ประกอบทุกองค์ประกอบก็จะทำให้สามารถทำงานได้ 100% แต่ในการเลือกข้อมูลอินพุที่ต้องการเราต้องการลดจำนวนข้อมูลลง ดังนั้นจึงต้องเลือกองค์ประกอบที่มีความสำคัญออกมา โดยปกติจะใช้การพิจารณาจากค่า Eigen Value โดยจะเลือกค่า Eigen Value ที่มีค่ามากกว่า 1 มาใช้ ทั้งนี้เพราะค่า Eigen Value เป็นค่าที่ใช้ในบ่งบอกว่าองค์ประกอบนั้นๆสามารถอธิบายข้อมูลอินพุทได้กี่ตัว โดยค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของ Eigen Value นั้นก็จะเท่ากับจำนวนข้อมูลอินพุททั้งหมด และค่าต่ำสุดที่เป็นไปได้ก็คือ 0 แต่องค์ประกอบที่เราจะเลือกคือองค์ประกอบที่มีค่า Eigen Value มากกว่า 1 เพราะนั่นหมายถึงว่าองค์ประกอบตัวนั้นสามารถอธิบายข้อมูลอินพุทได้มากกว่า 1 ตัว หรือบางครั้งจะพิจารณาจากค่า Percent of Variance และกำหนด % ที่จะใช้เกณฑ์ว่าต้องการให้อธิบายข้อมูลอินพุทได้อย่างน้อยกี่ % ขึ้นไป

ขั้นที่ 4 หมุนแกนองค์ประกอบ (Component Rotation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการแยกข้อมูลอินพุทให้เห็นเด่นชัดว่าข้อมูลใดควรจะอยู่ในองค์ประกอบใด เนื่องจากในการหาองค์ประกอบออกมานั้นจะได้หลายองค์ประกอบ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะเกิดจากการรวมของข้อมูลอินพุทแบบเชิงเส้นตรง แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นข้อมูลอินพุทตัวหนึ่งอาจจะเป็นสมาชิกในหลายองค์ประกอบได้ ซึ่งบางครั้งยากต่อการให้ความหมายที่ชัดเจน การหมุนแกนจะเป็นวิธีการที่จะทำให้การเป็นสมาชิกของแต่ละข้อมูลอินพุทในองค์ประกอบชัดเจนมากขึ้น การหมุนแกนจะเป็นการหมุนแกนของกราฟที่ได้จากการนำน้ำหนักหรือค่าสัมประสิทธิ์ของข้อมูลอินพุท (W_i) ในสมการของแต่ละองค์ประกอบ มาเขียนกราฟโดยมีจำนวนแกนเท่ากับจำนวนองค์ประกอบ การหมุนแกนนั้นส่วนมากใช้วิธีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) เป็นวิธีการที่ให้แกนขององค์ประกอบ หมุนจากตำแหน่งเดิมในลักษณะตั้งฉากกันตลอดเวลาที่มีการหมุนแกน เรียกว่าเป็นการหมุนแกนแบบที่องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

ขั้นที่ 5 หาคะแนนขององค์ประกอบที่ได้ (Component Score) เป็นขั้นตอนที่จะคำนวณหาค่าขององค์ประกอบ หรือเรียกว่า คะแนนขององค์ประกอบ (Component Score) ซึ่งเปรียบเสมือนคะแนนผสมของกลุ่มข้อมูลอินพุทในแต่ละองค์ประกอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบแต่ละตัวมาเป็นน้ำหนักในการผสมข้อมูลอินพุท ซึ่งคะแนนขององค์ประกอบที่ได้สามารถนำไปใช้ต่อในฐานะตัวแทนของกลุ่มข้อมูลอินพุททำให้ลดจำนวนข้อมูลอินพุทที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้ โดยวิธีที่นิยมใช้ในการคำนวณหาคะแนนองค์ประกอบได้แก่ วิธีของการถดถอย (Regression)

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญนั้นเป็นวิธีทางสถิติวิธีหนึ่ง ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว แต่ข้อเสียนั้นก็คือถ้าหากข้อมูลอินพุทที่วิเคราะห์นั้นมีความสัมพันธ์กันมากๆ ก็จะทำให้การเลือกองค์ประกอบออกมายากด้วยกัน โดยถ้าหากเลือกองค์ประกอบออกมาน้อยเกินไปนั้นก็จะทำให้เกิดค่าความผิดพลาดที่มากเกินไปด้วย

2.2.3 เทคนิคการวิเคราะห์หาผลกระทบ (Sensitivity Analysis techniques)

เทคนิคการวิเคราะห์ sensitivity [7], [8] นี้เป็นวิธีที่ใช้กันมากมายโดยมีพื้นฐานจากคณิตศาสตร์ในเนื้อหาของอัตราการเปลี่ยนแปลงของ y เทียบกับ x ($\frac{\partial y}{\partial x}$) ซึ่งถ้าหากประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ sensitivity นั้นสามารถเปรียบเทียบว่า y คือเอาท์พุท และ x คืออินพุท ดังนั้นจึงเป็นการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของเอาท์พุทเทียบกับอินพุท ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์กับโครงข่ายประสาทเทียมดังต่อไปนี้

หากมีข้อมูลในการ train อยู่โดยข้อมูลชุดนั้นมีค่าอินพุท X ทั้งหมด I ตัว ซึ่งเขียนเป็นเมตริกซ์ได้เมตริกซ์ที่มีขนาด (Ix1) และมีค่าเอาท์พุท O ทั้งหมด K ตัว ซึ่งเขียนเป็นเมตริกซ์ได้เมตริกซ์ที่มีขนาด (Kx1)

$$S_{x_i}^{o_k} = \frac{\partial o_k}{\partial x_i} \tag{2.9}$$

X_i หมายถึง อินพุทตัวที่ i

O_k หมายถึง เอาท์พุทตัวที่ k

$S_{x_i}^{o_k}$ หมายถึง ค่า sensitivity ของอินพุทตัวที่ i ต่อเอาท์พุทตัวที่ k โดยจะเขียนแทนว่า S_{ki}

โดยได้นำมาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมที่เรียนรู้โดยหลักการ backpropagation ซึ่งสามารถอธิบายถึงสมการการคำนวณค่า sensitivity ในระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทได้ดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial o_k}{\partial x_i} = o'_k \sum_{j=1}^{J-1} w_{kj} \frac{\partial y_j}{\partial x_i} \tag{2.10}$$

y_j แทนค่า เอาท์พุทที่ได้จากโหนดที่ j ของชั้นซ่อน

o'_k แทนค่า ค่าที่ได้จากการคำนวณ derivative ของ transfer function (o = f(net)) ของโหนดที่ k ของชั้นเอาท์พุท

w_{kj} แทนค่า ค่าน้ำหนักที่เชื่อมโหนด j ในชั้นซ่อนกับโหนด k ในชั้นเอาท์พุท

หลังจากนั้นจึงคำนวณในระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน ได้ดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial o_k}{\partial x_i} = o'_k \sum_{j=1}^{J-1} w_{kj} y'_j v_{ji}$$

(2.11)

y'_j แทนค่า ค่าที่ได้จากการคำนวณ derivative ของ transfer function (y=f(net)) ของโหนดที่ j ของชั้นซ่อน

v_{ji} แทนค่า ค่าน้ำหนักที่เชื่อมโหนด i ในชั้นอินพุทกับโหนด j ในชั้นซ่อน

ซึ่งถ้าหากเขียนแทนด้วยการหาค่า sensitivity ด้วยการหาค่าแบบเมตริกซ์แล้วจะได้สมการในการหาค่าดังนี้

$$S = O'xWxY'xV \tag{2.12}$$

W แทนค่าเมตริกซ์ของน้ำหนักระหว่างชั้นเอาท์พุทกับชั้นซ่อน โดยมีขนาดขนาด (KxJ)

V แทนค่าเมตริกซ์ของน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นอินพุท โดยมีขนาดขนาด (JxI)

O' แทนค่าเมตริกซ์ทแยงมุมโดยเส้นทแยงมุมนั้นเป็น $o'_1, o'_2, ..., o'_K$ โดยมีขนาด (KxK)

Y' แทนค่าเมตริกซ์ทแยงมุมโดยเส้นทแยงมุมนั้นเป็น $y'_1, y'_2, ..., y'_J$ โดยมีขนาด (JxJ)

ซึ่งมีการวัดค่า sensitivity ที่ได้อยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ

Mean square average sensitivity: $$S_{ki,avg} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N} \left(S_{ki}^{(n)}\right)^2}{N}} \tag{2.13}$$

Absolute value average sensitivity: $$S_{ki,abs} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N} \left|S_{ki}^{(n)}\right|}{N}} \tag{2.14}$$

Maximum sensitivity: $$S_{ki,\max} = \max_{n=1..N} \left\{S_{ki}^{(n)}\right\} \tag{2.15}$$

โดย $S_{ki}^{(n)}$ คือค่า sensitivity ที่คำนวณได้จากข้อมูลในการสอนชุดที่ n

ตัวอย่าง

หลังจากทำการหาเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมแล้ว จะสามารถทำการหาค่าผลกระทบ โดยนำค่าเอาต์พุตที่ได้จากโครงข่ายและค่าน้ำหนักที่ใช้ในโครงข่ายมาทำให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ แล้วจึงนำมาคิดค่าความไว โดยมีวิธีคิดดังตัวอย่างต่อไปนี้

กำหนดให้ค่าเอาต์พุตและค่าน้ำหนักที่ใช้ในโครงข่ายเมื่อทำให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ มีค่าดังต่อไปนี้

$$O' = \begin{bmatrix} 0.802 & 0 \\ 0 & 0.668 \end{bmatrix},\ W = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$Y' = \begin{bmatrix} 0.622 & 0 \\ 0 & 0.777 \end{bmatrix},\ V = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

ทำการหาค่า sensitivity ซึ่งจะได้ออกมาเป็นเมตริกซ์ โดยทำการหาดังนี้

$$S = \begin{bmatrix} 0.802 & 0 \\ 0 & 0.688 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.622 & 0 \\ 0 & 0.777 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0.811 & 0.623 \\ 0.338 & 0.259 \end{bmatrix}$$

เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบนั้นมีประโยชน์ต่อการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมมาก เพราะเป็นเครื่องมือที่บ่งบอกความสำคัญของอินพุทตัวใดใดต่อเอาท์พุทซึ่งจะทำให้การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในด้านความเร็วมากขึ้น และอาจจะทำให้ความถูกต้องมากขึ้นด้วย แต่ข้อเสียของเทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบนั้นคือ 1) เนื่องจากเทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบนั้นเป็นวิธีที่มีพื้นฐานจากคณิตศาสตร์ในเรื่องของอัตราการเปลี่ยนแปลงซึ่งเรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลงนั้นจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลตัวเลขต่างๆต้องเป็นตัวเลขที่ต่อเนื่อง ดังนั้นในข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลขต่างๆจะทำงานได้ไม่ดีหรือบางครั้งเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ 2) เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบนั้นต้องใส่ข้อมูลอินพุทเข้าไปทุกตัวแล้วเกิดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจนเสร็จสิ้นแล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาค่าผลกระทบของอินพุทแต่ละตัวซึ่งจะมีปัญหาถ้าหากเปลี่ยนชุดข้อมูลอินพุทในการเรียนรู้อาจจะทำให้ค่าผลกระทบของอินพุทแต่ละตัวได้เปลี่ยนแปลงไปซึ่งบางครั้งอาจจะทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้ ซึ่งปัญหานี้เรียกว่าโลคัล มินนิมั่ม (Local Minimum)

2.2.4 ราฟเซต (Rough Set)

ในปี ค.ศ. 1980 Z. Pawlak [15] ได้นำเสนอราฟเซต ซึ่งมีพื้นฐานมาจากคณิตศาสตร์ในเรื่องเซต ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่แน่ชัด โดยราฟเซตนั้นมีพื้นฐานมาจากการต้องการแบ่งกลุ่มข้อมูลจากข้อมูลที่คลุมเครือ โดยมีทฤษฎีดังต่อไปนี้

กำหนด $S = \{U, A, V, f\}$ โดย

U คือเซตของ object ที่มีอยู่ทั้งหมด, $U = \{x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n\}$

A คือเซตของแอททริบิวต์ทั้งหมดที่มีอยู่ โดยเซต A นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกได้แก่ ส่วนที่เป็นเงื่อนไข (Condition Attribute) เรียกว่าแอททริบิวต์ C และอีกส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นตัวตัดสินใจ (Decision Attribute) เรียกว่าแอททริบิวต์ D โดยเราสามารถสรุปได้ว่า $A = C \cup D$

V_p คือโดเมนของแอททริบิวต์ p

$f : U \times A \rightarrow V$ คือ ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการหาคำตอบโดย $f(x_i, q) \in V_q$ สำหรับ $q \in A$ และ $x_i \in U$

กำหนด $IND \subset A, x_i, x_j \in U$ เรากำหนดว่า $\widetilde{IND}$ เรียกว่า Indiscernibility Relation

โดย $\widetilde{IND} = \{(x_i, x_j) \in U \times U :$ สำหรับ $p \in IND, p(x_i) = p(x_j)\}$

หมายความว่า x_i และ x_j จะเป็น Indiscernible Relation (Equivalence Relation) กันก็ต่อเมื่อค่าในแอททริบิวต์ p ของ object x_i เท่ากับค่าในแอททริบิวต์ p ของ object x_j และได้กำหนด Equivalence Classes ของ Relation หมายถึงเซตของ $\widetilde{IND}$ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดโดยกำหนดเงื่อนไขมาจากแอททริบิวต์ p ซึ่งสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า Elementary Sets

คำจำกัดความของ Approximation

กำหนดให้ $X \subset U$ โดยที่ X นั้นเป็นเซตของobject ที่ให้ค่าของแอททริบิวต์ที่กำหนดให้ (definable sets) ได้ตามที่ต้องการซึ่งจะเรียกว่าคอนเซปต์ (concept) และ $[x_i]_{IND}$ หมายถึง Equivalence Classes ของ x_i ใน $\widetilde{IND}$ โดยในเรื่องของ Approximation นั้น มี 3 คำที่สำคัญได้แก่

Lower Approximation of X ($\underline{IND}(X)$) ได้กำหนดนิยามไว้ดังนี้

$$\underline{IND}(X) = \{x_i \in U \mid [x_i]_{IND} \subset X \}$$

$\underline{IND}(X)$ หมายถึงการนำเซตที่อยู่ใน Elementary Sets และให้ค่าของแอททริบิวต์ที่กำหนดให้ ได้ตามที่ต้องการมาทำโอเปอเรชั่นยูเนี่ยน (Union: $\cup$) โดยสามารถบอกได้ว่าสำหรับ $x_i \in \underline{IND}(X)$ นั้นจะต้องเป็นของ X แน่นอน

Upper Approximation of X ($\overline{IND}(X)$) ได้กำหนดนิยามไว้ดังนี้

$$\overline{IND}(X) = \{x_i \in U \mid [x_i]_{IND} \cap X \neq \phi\}$$

$\overline{IND}(X)$ หมายถึง การนำเซตที่อยู่ใน Elementary Sets ที่ทำโอเปอเรชั่นอินเตอร์เซคชั่น (Intersection: $\cap$) กับ X แล้วให้ค่าไม่เป็นเซตว่าง มาทำโอเปอเรชั่นยูเนี่ยน (Union: $\cup$) โดยสามารถบอกได้ว่าสำหรับ $x_i \in \overline{IND}(X)$ นั้นอาจจะเป็นของ X ก็ได้

และสุดท้ายได้แก่ Boundary-Region of IND ซึ่งได้จากการนำ $\overline{IND}(X)$ - $\underline{IND}(X)$ ซึ่งผลของการทำโอเปอเรชั่นลบเสร็จแล้วนั้นคำตอบที่ได้จะเป็นเซตของ object ที่ให้อาจจะเป็นของ X ก็ได้

ตัวอย่าง

ข้อมูลที่กำหนดให้ในตารางที่ 2.2 เป็นข้อมูลของคนไข้ที่มีอาการปวดหัว, ปวดกล้ามเนื้อ, มีอุณหภูมิเป็นอย่างไร และสามารถสรุปได้ว่าเป็นไข้หวัดใหญ่หรือไม่ ดังนั้นถ้าหากเปรียบเทียบกับทฤษฎีที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถบอกได้ว่า

U หมายถึง เซตของคนไข้ ได้แก่ $\{a, b, c, d, e, f\}$

A หมายถึง เซตของแอททริบิวต์ ได้แก่ {ปวดหัว, ปวดกล้ามเนื้อ, อุณหภูมิ, ไข้หวัดใหญ่} โดยถ้าหากเราแบ่งเป็นแอททริบิวต์เงื่อนไข (Condition Attributes) ซึ่งได้แก่ C = {ปวดหัว, ปวดกล้ามเนื้อ, อุณหภูมิ} และแอททริบิวต์ในการตัดสินใจ (Decision Attributes) ซึ่งได้แก่ D = {ไข้หวัดใหญ่} ดังนั้นในที่นี้ D จะมีคอนเซปต์อยู่ 2 ประเภท ได้แก่ ใช่ หรือ ไม่ใช่

V หมายถึง โดเมนของแอททริบิวต์ต่างๆ โดย แอททริบิวต์ปวดหัว โดเมนได้แก่ {ใช่, ไม่ใช่} แอททริบิวต์ปวดกล้ามเนื้อ โดเมนได้แก่ {ใช่, ไม่ใช่} แอททริบิวต์อุณหภูมิ โดเมนได้แก่ {ปกติ, สูง, สูงมาก} และแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่ โดเมนได้แก่ {ใช่, ไม่ใช่}

ตารางที่ 2.2 แสดงถึงข้อมูลของคนไข้

คนไข้(Object)	ปวดหัว	ปวดกล้ามเนื้อ	อุณหภูมิ	ไข้หวัดใหญ่
a	ไม่ใช่	ใช่	สูง	ใช่
b	ใช่	ไม่ใช่	สูง	ใช่
c	ใช่	ใช่	สูงมาก	ใช่
d	ไม่ใช่	ใช่	ปกติ	ไม่ใช่
e	ใช่	ไม่ใช่	สูง	ไม่ใช่
f	ไม่ใช่	ใช่	สูงมาก	ใช่

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

f หมายถึงค่าในแต่ละแอททริบิวต์ของแต่ละ Object ตัวอย่างเช่น f(a, ปวดหัว) = ไม่ใช่, f(b, ปวดหัว) = ไม่ใช่

จากตารางที่กำหนดให้แอททริบิวต์ในการตัดสินใจเป็น D ={ไข้หวัดใหญ่} และเราสามารถแบ่งตามคอนเซปต์ ได้แก่ {ใช่, ไม่ใช่} โดยกำหนดให้ D_Y หมายถึง เซตของคนไข้ที่มีค่าแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็นใช่ และ D_N หมายถึงเซตของคนไข้ที่มีค่าแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็นไม่ใช่

$D_Y = \{a,b,c,f\}$ และ $D_N = \{d,e\}$

โดยถ้าหากเรากำหนดให้ IND = {ปวดหัว, ปวดกล้ามเนื้อ, อุณหภูมิ} จะสามารถสร้าง Elementary Sets ได้ 5 เซต ได้แก่ $E_1 = \{a\}$, $E_2 = \{b,e\}$, $E_3 = \{c\}$, $E_4 = \{d\}$ และ $E_5 = \{f\}$ ซึ่งสามารถบอกได้ว่า

$\underline{IND}(D_Y) = E_1 \cup E_3 \cup E_5$ เพราะว่าใน E_2 คนไข้ e ให้ค่าของแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น "ไม่ใช่" ดังนั้นจึงไม่ตรงกับคอนเซปต์ที่ต้องการ และใน E_4 คนไข้ d ให้ค่าของแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น "ไม่ใช่" ดังนั้นจึงไม่ตรงกับคอนเซปต์ที่ต้องการ ดังนั้น

$$\underline{IND}(D_Y) = \{a,c,f\}$$

$\overline{IND}(D_Y) = E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup E_5$ เพราะว่าใน E_4 มีเพียงคนไข้ d เท่านั้นซึ่งให้ค่าของแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น "ไม่ใช่" ดังนั้นจึงไม่ตรงกับคอนเซปต์ที่ต้องการ ดังนั้น

$$\overline{IND}(D_Y) = \{a,b,c,e,f\}$$

โดยกรณีของ Boundary-Region คือ $\overline{IND}(D_Y) - \overline{IND}(D_Y) = \{b,e\}$

เราสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของราฟเซ็ตซึ่งจะเรียกว่า ค่าประมาณของความถูกต้อง (Accuracy of Approximation) จากสมการดังต่อไปนี้

$$\alpha_{\tilde{IND}(X)} = \frac{|\underline{IND}(X)|}{|\overline{IND}(X)|}$$

โดย $|X|$ คือจำนวนสมาชิกของ X ซึ่งค่าประมาณของความถูกต้องนั้นมีค่าอยู่ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ($0 \le \alpha_{\tilde{IND}(X)} \le 1$) โดยถ้า $\alpha_{\tilde{IND}(X)} = 1$ แล้ว X จะเป็น crisp ซึ่งหมายถึงว่าถูกต้องอย่างชัดเจน และถ้าหากว่า $\alpha_{\tilde{IND}(X)} < 1$ นั่นหมายถึงว่า X เป็น rough ซึ่งหมายถึงว่า X เป็นเซตที่คลุมเครือ

ซึ่งจากตัวอย่างนั้น $|\underline{IND}(D_Y)| = 3$ และ $|\overline{IND}(D_Y)| = 5$ ดังนั้นค่าประมาณของความถูกต้องจะได้

$$\alpha_{\tilde{IND}(D_Y)} = \frac{|\underline{IND}(D_Y)|}{|\overline{IND}(D_Y)|} = \frac{3}{5} = 0.6$$

75108

ในแนวคิดพื้นฐานของราฟเซ็ตนั้นได้มีแนวคิดที่ใช้กันมากได้การลดแอททริบิวต์ที่ไม่จำเป็นออกไปซึ่งสามารถนำมาใช้กับการตัดอินพุทออกไปได้เช่นกัน โดยในการลดแอททริบิวต์นั้นมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

การขึ้นต่อกันของแอททริบิวต์นั้นสามารถเขียนแทนได้เป็น $B \Rightarrow D$ โดยหมายความว่าแต่ละค่าของแอททริบิวต์ D สามารถวิเคราะห์ได้จากค่าของแอททริบิวต์ที่มีใน X เพียงค่าใดค่าหนึ่ง ตัวอย่างเช่น จากตาราง ไม่ได้เป็นการขึ้นต่อกันทั้งหมด โดยถ้าในตารางนั้นเราเปลี่ยนอุณหภูมิของคนไข้ e จาก “สูง” เป็น “ปกติ” จะทำให้ {อุณหภูมิ} $\Longrightarrow$ {ไข้หวัดใหญ่} เพราะถ้าหากให้ข้อมูลของคนไข้มาเป็นอุณหภูมิ “ปกติ” เราสามารถสรุปได้ว่าคนไข้คนนั้นจะต้องมีค่าในแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ไม่ใช่” ถ้าหากให้ข้อมูลของคนไข้มาเป็นอุณหภูมิ “สูง” เราสามารถสรุปได้ว่าคนไข้คนนั้นจะต้องมีค่าในแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ใช่” และหากให้ข้อมูลของคนไข้มาเป็นอุณหภูมิ “สูงมาก” เราสามารถสรุปได้ว่าคนไข้คนนั้นจะต้องมีค่าในแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ใช่”

โดยจากตารางที่กำหนดให้นั้นเราสามารถหาการขึ้นต่อกันเพียงส่วนย่อยเท่านั้นได้ เช่นถ้าหากแอททริบิวต์อุณหภูมิเป็น “สูงมาก” สามารถบอกได้ว่าแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ใช่” หรือถ้าหากให้ข้อมูลของคนไข้ว่าแอททริบิวต์อุณหภูมิเป็น “ปกติ” แสดงว่าคนไข้คนนั้นต้องมีค่าในแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ไม่ใช่” แต่ถ้าหากให้ข้อมูลของคนไข้ว่าแอททริบิวต์อุณหภูมิเป็น “สูง” เราไม่สามารถสรุปได้ว่าคนไข้คนนั้นมีค่าในแอททริบิวต์ไข้หวัดใหญ่เป็น “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

จากที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น $S = \{U, A, V, f\}, A = C \cup D$ และกำหนดว่า $B \subset C$ เราสามารถบอกได้ว่า Positive Region ของ B ใน D $(POS_B(D))$ ได้ดังต่อไปนี้

$$POS_B(D) = \bigcup \{\underline{B}X : X \in I\tilde{N}D\}$$

โดย Positive Region ของ B ใน D $(POS_B(D))$ หมายถึงทุก object ซึ่งถ้าหากทราบค่าของแอททริบิวต์ B ที่สามารถบ่งบอกค่าในแอททริบิวต์ D ได้ชัดเจน หลังจากนั้นเราสามารถคำนวณหาค่าที่บ่งบอกการขึ้นต่อกันของ $B \Rightarrow D$ เราเรียกค่าดังกล่าวว่าค่าสัมประสิทธิ์ k โดยกำหนดดังต่อไปนี้

$$k = \frac{|POS_B(D)|}{|U|}$$

จากตารางเราสามารถบอกได้ว่า {ปวดหัว, ปวดกล้ามเนื้อ, อุณหภูมิ}$\Longrightarrow${ไข้หวัดใหญ่} เราสามารถคำนวณหาค่า $|POS_B(D)| = 4$ และ $|U| = 6$ ดังนั้น ค่า $k = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ หรือถ้าต้องการคำนวณหาค่าขึ้นต่อกันของ {อุณหภูมิ}$\Longrightarrow${ไข้หวัดใหญ่} มีค่า $k = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ เพราะว่าในกรณีนี้มีเพียงคนไข้ c, d และ f ที่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นไข้หวัดใหญ่หรือไม่

ค่าความสำคัญของแอททริบิวต์

แอททริบิวต์ที่ต่างกันจะสามารถคำนวณค่าความขึ้นต่อกันระหว่างแอททริบิวต์เงื่อนไข และแอททริบิวต์ตัดสินใจได้ ซึ่งค่าความสำคัญของแต่ละแอททริบิวต์ a เพื่อที่เพิ่มเข้าไปใน R โดยที่ R ⊂ C สามารถแทนได้ว่า $SGF(a, R, D)$ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$SGF(a, R, D) = k(R + \{a\}, D) - k(R, D)$$

Discernibility Matrix

เป็นเมตริกซ์ที่แต่ละ element ของเมตริกซ์มีความแตกต่างกันของ 2 objects ในตารางข้อมูล โดยที่นิยามของ Discernibility Matrix ของแอททริบิวต์เงื่อนไข C ในตารางข้อมูล S, $M(C) = \{m_{i,j}\}_{n \times n}$ คือ

$$(m_{ij}) = \begin{cases} \phi & \text{ถ้า } x_i, x_j \in \text{คอนเซปต์เดียวกัน} \\ \{c \in C : f(c, x_i) \neq f(c, x_j)\} & \text{ถ้า } x_i, x_j \in \text{คอนเซปต์ต่างกัน} \end{cases}$$

จากตารางเราสามารถสร้าง Discernibility Matrix ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงถึง Discernibility Matrix ของข้อมูลคนไข้

คนไข้	a	b	c	d	e	f
a						
b						
c						
d						
e	t	hmt	ht	t		
f	hm		mt	hmt		

โดยที่ ตัวย่อ h หมายถึง อาการปวดหัว, m หมายถึง อาการปวดกล้ามเนื้อ และ t หมายถึง อุณหภูมิ

ในการลดแอททริบิวต์ที่ไม่จำเป็นออกไปนั้นได้แก่การหาเซตของแอททริบิวต์ที่ยังรักษาค่าความขึ้นต่อกันอยู่ โดยที่ Reduct นั้นมีได้หลายแบบ แต่สิ่งที่เราต้องการนั้นได้แก่ Reduct ที่มีจำนวนของแอททริบิวต์น้อยที่สุด และในแต่ละแอททริบิวต์ที่ถูกเลือกจะมีจำนวนค่าของแอททริบิวต์น้อยที่สุด ที่ยังคงให้ค่าความขึ้นต่อกันได้เป็นอย่างดี โดยในการเริ่มต้นของการหา Reduct นั้นต้องหา Core ขึ้นมาก่อน โดย Core หมายถึง เซตของแอททริบิวต์ที่สำคัญที่ไม่สามารถตัดทิ้งได้ หรือเป็นแอททริบิวต์ที่มีอยู่ในทุก Reduct นั่นเอง โดยสามารถหาได้จาก Discernibility Matrix โดย Core เป็นค่าของ element ที่มีความแตกต่างกันเพียงหนึ่งค่า ซึ่งหมายถึงแอททริบิวต์ที่ไม่สามารถลดได้นั่นเอง โดยที่ Core สามารถเป็นเซตว่างได้ จากตารางข้างต้นเราสามารถหา Core ได้จากการสังเกตตาราง $m_{5,1}$ = {t} และ $m_{5,4}$={t} ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า Core ของแอททริบิวต์ทั้งหมดคือ {อุณหภูมิ}

อัลกอริธึมสำหรับคำนวณหา Reduct ที่ดีที่สุด [12]

จากข้างต้นเราต้องการหา Reduct ที่ดีที่สุด ซึ่งคือ Reduct ที่มีจำนวนแอททริบิวต์น้อยที่สุดและในแต่ละแอททริบิวต์ที่ได้ถูกเลือกนั้นต้องมีจำนวนค่าของแอททริบิวต์น้อยที่สุดโดยยังให้ค่าความสำคัญมากที่สุดด้วย โดยอัลกอริธึมในการหา Reduct นั้นเริ่มจาก

อินพุท (i) เซตของแอททริบิวต์ทั้งหมด (AR)

(ii) แบ่งเซตของแอททริบิวต์ทั้งหมด เป็นเซตของแอททริบิวต์เงื่อนไข (C) และเซตของแอททริบิวต์ตัดสินใจ (D)

(iii) Core (CO) ที่คำนวณได้จาก Discernibility Matrix

(iv) เซตของแอททริบิวต์ที่กำหนดให้ว่าเป็นตัวสำคัญ (UA) ซึ่งอาจจะเป็นเซตว่างก็ได้ โดยถ้า UA เป็นเซตว่างนั่นหมายความว่า ไม่มีการกำหนดแอททริบิวต์สำคัญขึ้นมา

ขั้นที่ 1: REDU = CO $\cup$ UA

ขั้นที่ 2: AR’ = AR – REDU

ขั้นที่ 3: คำนวณหาค่า $SGF(a, REDU, D)$ โดยที่ a $\in$AR’ หลังจากนั้นให้เรียงลำดับในเซตของ AR’ ตามค่าความสำคัญที่คำนวณได้

ขั้นที่ 4: [สร้างสับเซต REDU ของเซต AR โดยการเพิ่มแอททริวต์เข้ามา]

While $K(REDU, D) \neq K(AR, D)$ Do

เลือกแอททริบิวต์ a จาก AR’ ที่มีค่าความสำคัญที่คำนวณได้จากขั้นที่ 3 มากที่สุด โดยถ้าหากว่ามีหลายแอททริบิวต์ที่ให้ค่าความสำคัญที่มากที่สุดเท่ากัน ให้เลือกแอททริบิวต์ที่มีจำนวนค่าในแอททริบิวต์น้อยที่สุดมาเพิ่มเข้าไปใน REDU และ AR’ = AR –{a_i } หลังจากนั้นให้คำนวณค่าการขึ้นต่อกันใหม่ $K(REDU, D)$

Endwhile

ขั้นที่ 5: $|REDU| \rightarrow N$

ขั้นที่ 6: [สร้าง Reduct ที่ดีที่สุด หรือเซ็ตของแอททริบิวต์ที่น้อยที่สุดโดยการลดจำนวนแอททริบิวต์ที่ซ้ำออกไป]

For i=0 to N-1 Do

IF a_i เป็นแอททริบิวต์ที่ไม่ได้อยู่ใน CO $\cup$ UA Then

นำ a_i ออกจาก REDU

EndIF

คำนวณค่าความขึ้นต่อกัน $K(REDU, D)$

IF $K(REDU, D) \neq K(AR, D)$ Then

$$REDU \cup a_i \rightarrow REDU$$

EndIF

EndFor

ในอัลกอริธึมนี้ได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน โดยที่ส่วนแรกนำหลักการทำงานของการเลือกแบบไปด้านหน้า (Forward Selection) โดยใช้การคำนวณหาค่าความสำคัญเป็น Fitness Function เพื่อที่จะเลือกตัวที่ต้องการ หลังจากทำงานในส่วนแรกจบจะได้ REDU ที่มีประสิทธิภาพที่ดี หลังจากนั้นจึงนำมาทำงานในส่วนที่ 2 โดยใช้หลักการของการทำลายตัวที่ไม่ต้องการออกแบบย้อนกลับ (Backward Elimination Method) โดยลองนำ a_i ออกจาก REDU แล้วนำมาคำนวณว่าค่าการขึ้นต่อกันมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ถ้าหากว่ามีการเปลี่ยนแปลงให้นำกลับเข้าไปใส่อย่างเดิม แต่ถ้าหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงก็ให้นำ a_i ออกไปจากREDU เป็นการถาวร

ข้อดีของการลดแอททริบิวต์ที่ไม่จำเป็นออกไปของราฟเซต [12], [14] นั้นได้แก่ความเร็วในการทำงานเพราะมีการคำนวณหาความสำคัญของแอททริบิวต์ที่จะเพิ่มเข้าไปก่อนจึงทำให้เมื่อต้องเพิ่มเข้าไปนั้นจะไม่ต้องสุ่มค่าเหมือนกับวิธีการเลือกไปด้านหน้าที่ได้กล่าวมาข้างต้น และในการทำงานของส่วนที่ 2 ต้องการเพียงตัดตัวที่ไม่มีประโยชน์ออกไปโดยใช้วิธีตรวจสอบทีละตัว ซึ่งจะต่างกับวิธีการเลือกแบบย้อนกลับที่จะต้องทำทั้งหมด และข้อดีอีกข้อหนึ่งได้แก่ความแม่นยำในความถูกต้อง เนื่องจากมีการทำงานทั้งแบบไปด้านหน้าและแบบย้อนกลับจึงเท่ากับมีการตรวจสอบ 2 ครั้ง แต่ข้อเสียของราฟเซ็ตนั้นเนื่องจากมีพื้นฐานมาจากเรื่องของเซ็ตนั้นซึ่งข้อมูลจะต้องเป็นข้อมูลประเภทที่สามารถจัดกลุ่มได้ ดังนั้นถ้าหากนำไปใช้กับข้อมูลที่ต่อเนื่องจะทำงานได้ไม่ดี

2.2.5 เจเนติก อัลกอริธึม (Genetic Algorithms)

ในปี ค.ศ. 1975 John Holland [16]ได้เสนอ เจเนติก อัลกอริธึม ซึ่งเป็นอัลกอริธึมที่ค้นหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพ โดยเป็นอัลกอริธึมที่เลียนแบบการเอาตัวรอดของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ ซึ่งสิ่งมีชีวิตนั้นจะเอาตัวรอดจากสิ่งแวดล้อมต่างๆได้นั้น เกิดจากวิวัฒนาการในการปรับตัวเพื่อ

ความอยู่รอด โดยภายในสิ่งมีชีวิตนั้นมีเซลที่เก็บลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งมีชีวิตต่างๆอยู่ได้แก่ โครโมโซม (Chromosome) โดยในโครโมโซมจะอยู่กันเป็นคู่ๆในแต่ละเซล ซึ่งภายในโครโมโซมนั้นประกอบด้วยการเรียงตัวของยีนส์ (Gene) โดยยีนส์จะเป็นตัวเก็บข้อมูลต่างๆของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะเป็นตัวถ่ายทอดลักษณะเด่นและด้อยไปสู่รุ่นลูกรุ่นหลานถัดไป

โดยการนำเจเนติก อัลกอริธึม มาแก้ปัญหานั้นจะต้องมีการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของโครโมโซมและยีนส์ โดยยีนส์อาจจะเป็นตัวแปร, พารามิเตอร์, เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งจำนวนของยีนส์และจำนวนของโครโมโซมนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยนำแต่ละโครโมโซมมาทำการปรับค่าตามโอเปอเรชั่นของเจเนติก อัลกอริธึมได้แก่ การเลือก (Selection) การครอสโอเวอร์ (Crossover) และการมิวเตชั่น (Mutation) ซึ่งโครโมโซมที่อยู่รอดจนถึงรุ่นที่ต้องการ ซึ่งการที่โครโมโซมจะอยู่รอดได้นั้นจะต้องเกิดจากการนำค่าในโครโมโซมมาคำนวณผ่านฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function) โดยฟังก์ชั่นความเหมาะสมคือฟังก์ชั่นที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์เปรียบเทียบกับคำตอบที่ต้องการ โดยคำนวณจากตัวแปร, พารามิเตอร์, เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่างๆที่มีค่าอยู่ในโครโมโซม หรือยีนส์ต่างๆ โดยฟังก์ชั่นความเหมาะสมนั้นจะให้คำตอบเป็นค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสในการอยู่รอดของประชากร ซึ่งโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาที่ได้มาจากโครโมโซมในรุ่นนั้นๆ ซึ่งถ้าได้ประสิทธิภาพไม่ดีพอ ก็จะทำงานในรุ่นถัดไปจนกระทั่งได้ประสิทธิภาพที่ต้องการจึงหยุดการทำงาน แล้วโครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดในรอบสุดท้ายนั้นจะเป็นวิธีในการแก้ปัญหานั้นๆ โดยเจเนติก อัลกอริธึมมีวิธีการทำงานพื้นฐานดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1: Initialization [สุ่มประชากรรุ่นแรก]

ขั้นที่ 2: การเลือก (Selection) [เลือกประชากรที่จะใช้เป็นพ่อแม่ (parents) เพื่อสร้างประชากรรุ่นถัดไป (offsprings) โดยมีหลักการเลือกตาม Fitness Value ที่คำนวณได้จาก Fitness Function]

ขั้นที่ 3: การครอสโอเวอร์ (Crossover) [ให้จับคู่ประชากรจากขั้นที่ 2 ที่ได้เลือกแล้วให้เป็นพ่อแม่ หลังจากนั้นให้นำมาทำการสุ่มตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์ เพื่อสร้างโครโมโซมใหม่]

ขั้นที่ 4: การมิวเตชั่น (Mutation) [สำหรับทุกโครโมโซมให้พิจารณาตามอัตราการเกิดมิวเตชั่นว่าควรเกิดมิวเตชั่นหรือไม่ ถ้าควรเกิด ให้สุ่มตำแหน่งที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง]

ขั้นที่ 5: Reproduction [เป็นการสร้างประชากรรุ่นใหม่โดยทำตามขั้นที่ 2-4 ซ้ำจนกระทั่งได้ผลตามเงื่อนไข

เจเนติก โอเปอเรชั่น คือการทำงานของเจเนติก อัลกอริธึมเพื่อสร้างประชากรใหม่ขึ้นมาโดยจะนำมาใช้ในขั้นตอนต่างๆของการทำงานที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยมีโอเปอเรชั่นดังต่อไปนี้

การเลือก (Selection)

การเลือกนั้นคือการเลือกประชากรที่สร้างขึ้นมาได้มาเป็นพ่อแม่เพื่อที่จะสร้างประชากรรุ่นถัดไป โดยการเลือกนั้นจะเลือกจากโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่ผ่านตามเกณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งเทคนิคในการเลือกที่ได้รับความนิยมมากก็ได้แก่ Roulette Wheel Selection, Binary Tournament Selection

การครอสโอเวอร์ (Crossover)

การครอสโอเวอร์เป็นการแลกเปลี่ยนส่วนของยีนส์ระหว่างโครโมโซม โดยใช้ค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover: P_c) เป็นตัวตัดสินโอกาสในการสลับตำแหน่งระหว่างโครโมโซม โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ

ขั้นที่ 1: สุ่มจับคู่ประชากรพ่อ-แม่ (parent)

ขั้นที่ 2: พิจารณาการสลับแต่ละยีนส์ในโครโมโซม โดยจะตัดโครโมโซมของพ่อและแม่ที่จุดที่จะตัด หลังจากนั้นจึงสร้างโครโมโซมรุ่นถัดไปโดยโครโมโซมที่สร้างได้จะสร้างได้ 2 ตัว โดยในทุกตำแหน่งของยีนส์ก่อนจะถึงจุดตัด ให้มีลักษณะของยีนส์ในโครโมโซมรุ่นลูกตัวแรกเหมือนพ่อ และลักษณะของยีนส์ในโครโมโซมรุ่นลูกตัวที่สองเหมือนแม่หลังจากนั้น ให้ลักษณะของยีนส์ในช่วงถัดไปหลังจากตำแหน่งของจุดตัดในรุ่นลูกตัวแรกเหมือนแม่ และในรุ่นลูกตัวที่สองเหมือนพ่อ ซึ่งมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

Parent 1: 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0

Parent 2: 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0

สมมุติว่า จุดตัดอยู่ที่ตำแหน่งที่ 4

Offspring 1: <u>1 1 1 1</u> **<u>0 1 0 0 0 1 1 0</u>**

Offspring 2: <u>0 0 1 1</u> **<u>0 0 1 1 1 1 0 0</u>**

ซึ่งยังมีเทคนิคในการครอสโอเวอร์อื่นที่ได้รับความนิยม เช่น ออร์เดอร์ ครอสโอเวอร์ (Order Crossover), ไซเคิล ครอสโอเวอร์ (Cycle Crossover), พาร์เชียล แมป ครอสโอเวอร์ (Partially-Mapped Crossover)

การมิวเตชั่น (Mutation)

เนื่องจากโครโมโซมรุ่นลูกนั้นอาจมีความคล้ายคลึงกับโครโมโซมพ่อแม่เกินไปซึ่งจะทำให้ค่าความเหมาะสมนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และอาจทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีพอจึงได้เกิดการผ่าเหล่าเกิดขึ้นซึ่งก็คือการมิวเตชั่นนั่นเอง โดยการมิวเตชั่นเป็นการสุ่มเปลี่ยนค่าของโครโมโซมหรือยีนส์ของรุ่นลูกแต่ยังคงรักษาเค้าโครงของโครโมโซมรุ่นพ่อแม่ไว้ด้วย โดยมีค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น (Probability of Mutation: P_m) เป็นตัวตัดสินโอกาสในการเกิดการสุ่มค่าโครโมโซมหรือยีนส์นั้นๆ โดยถ้าหากกำหนด P_m มีค่าน้อยจะทำให้ประชากรรุ่นลูกมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของเจเนติก อัลกอริธึมใช้เวลามาก แต่ได้ผลที่ละเอียด แต่ถ้าหาก P_m มีค่ามากจะ

ทำให้ประชากรรุ่นลูกมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูงซึ่งจะทำจะทำให้การเรียนรู้ของเจเนติก อัลกอริธึมใช้เวลาน้อย แต่อาจจะได้ผลที่ไม่ดีนัก โดยตัวอย่างของการมิวเตชั่นได้แก่

ก่อนการมิวเตชั่น : 0 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0

หลังการมิวเตชั่น : 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0

โดยเจเนติก อัลกอริธึมได้มีการนำมาช่วยในการเลือกอินพุท [2] โดยแต่ละค่าในยีนส์ได้ แก่ 0 แทนการไม่ใช้อินพุทนั้นๆ และ 1 แทนการเลือกใช้อินพุทนั้นๆ โดยข้อดีของการใช้เจเนติก อัลกอริธึมก็คือใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นประเภทที่เป็นตัวเลขต่างๆที่ต่อเนื่องและกับข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลขที่ต่อเนื่อง แต่ข้อเสียของการใช้วิธีนี้นั้นก็คือ 1) ความเร็วเนื่องจากในโอเปอเรชั่นต่างๆของเจเนติก อัลกอริธึมเองนั้นเกิดจากการสุ่มค่า โดยมีฟังก์ชั่นเหมาะสมเป็นตัวควบคุมดังนั้นการที่สุ่มค่าไปเรื่อยๆนั้นจะทำให้เสียเวลาในการหาคำตอบที่เหมาะสม และ 2) ถ้าหากต้องการแก้ปัญหาที่ต้องการความแม่นยำมากๆนั้นในบางครั้งจะไม่ถูกต้องเนื่องจากเป็นการแก้ปัญหาแบบการสุ่มข้อมูล ซึ่งบางครั้งจะเกิดปัญหาที่เรียกว่าโลคัล มินนิมั่ม (Local Minimum) ขึ้นได้นั่นเอง

2.2.6 พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น (Particle Swarm Optimization)

Particle Swarm Optimization (PSO) [6] เป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้พื้นฐานของความน่าจะเป็นโดย Russell Eberhart และ James Kennedy ซึ่งได้เสนอถึงพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตแบบกลุ่ม เช่น การเรียนรู้การหาอาหารของฝูงนก ซึ่งในการคำนวณของ PSO นั้นจะคล้ายกับการคำนวณของ Genetic Algorithm (GA) ข้อดีของ PSO เมื่อเทียบกับ GA ได้แก่ ง่ายในการสร้าง และใช้ตัวแปรน้อยกว่า GA จึงทำให้การปรับค่าเงื่อนไขทำได้ดีกว่าในการลู่เข้าสู่เป้าหมาย

การทำงานของ PSO สามารถอธิบายได้โดยใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ ถ้าฝูงนกกำลังค้นหาอาหารอย่างสุ่มอยู่ในพื้นที่หนึ่ง และนกแต่ละตัวไม่รู้ว่าอาหารอยู่ที่ใดในบริเวณนั้น แต่จะรู้โดยการบินลงไปทีละรอบ ซึ่งในที่นี้ถ้าหากมีนกอยู่หลายตัว ก็จะลงไปสำรวจได้หลายบริเวณในแต่ละรอบ หลังจากนั้นจึงรู้ว่านกตัวใดอยู่ใกล้แหล่งอาหารมากที่สุด ซึ่งนกตัวอื่นก็ควรจะตามนกตัวนั้นไปจนกระทั่งเจอแหล่งอาหาร

หลักการของ PSO คือ การเรียนรู้จากเหตุการณ์ และทำงานร่วมกันทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาคำตอบที่เหมาะสมนั้นได้ ซึ่เราได้เปรียบเทียบว่านกแต่ละตัวนั้นคือ ‘Particle’ ในแต่ละ Particle จะมีค่าความเหมาะสม (Fitness Value) กำกับไว้ซึ่งถูกประเมินโดยฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function) โดยมีค่าความเร็วเพื่อพุ่งสู่เป้าหมาย และ Particle แต่ละตัวมีแนวโน้มที่จะติดตาม Particle เฉพาะตัวที่มีข้อมูลที่ดี และเหมาะสมที่สุด ณ ขณะนั้น

ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับสถานการณ์ฝูงนกหาอาหารแล้วนั้น นกแต่ละตัวเปรียบเสมือนเป็นแต่ละ Particle, ระยะทางที่ห่างจากแหล่งอาหารเปรียบเสมือนเป็นแต่ละค่าที่เหมาะสม, และ

ฟังก์ชั่นความเหมาะสมก็เปรียบเสมือนเป็นการวัดหาระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่นกอยู่กับแหล่งอาหาร

โดยแบบจำลอง PSO จะเริ่มต้นโดยกำหนดค่าเริ่มต้นของ particle อย่างสุ่มต่อจากนั้นจะคำนวณหาแต่ละค่าที่เหมาะสมของแต่ละ particle จากฟังก์ชั่นความเหมาะสม หลังจากนั้นจะสำรวจแล้วเก็บค่าที่ดีที่สุดซึ่งมีสองค่าด้วยกัน โดยค่าแรกได้แก่ particle ที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดเท่าที่มีในขณะนั้นของแต่ละ particle ซึ่งจะเรียกว่า pbest และค่าที่สองได้แก่ particle ที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดที่ครอบคลุมถึง particle ทั้งหมดรวมถึงรอบทุกรอบที่ผ่านมาด้วย ซึ่งจะเรียกว่า gbest หลังจากหาค่าที่ดีที่สุดได้ทั้ง 2 ค่าแล้ว แต่ละ Particle จะปรับค่าความเร็วและตำแหน่ง โดยใช้สมการ (1) และ (2) ตามลำดับ

$$V(t+1) = V(t) + C_1*Rand*(Pbest(t)-Particle(t))+C_2*Rand*(Gbest(t)-Particle(t)) \quad (2.16)$$

$$Particle(t+1) = Particle\ (t)+V(t+1) \quad (2.17)$$

โดยที่ V(t) เป็นค่าความเร็วของ Particle ณ เวลา t

Particle(t) เป็นค่า Particle ในเวลา t

Rand เป็นค่าสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

C_1, C_2 เป็นค่าแฟกเตอร์ในการเรียนรู้ โดยทั่วไป จะกำหนดให้ $C_1 = C_2 = 2$

การควบคุมตัวแปรของ PSO นั้นไม่ยุ่งยากเนื่องจากมีตัวแปรที่ต้องควบคุมไม่มากนักซึ่งมีตัวที่สำคัญดังต่อไปนี้ [6]

- จำนวน Particle ที่จะใช้ในแต่ละปัญหา ปกติประมาณ 10 Particles ก็เพียงพอ
- เงื่อนไขในการหยุดการค้นหา ซึ่งอาจเป็นจำนวนรอบสูงสุดซึ่งโดยปกติใช้ประมาณ 2,000 รอบ หรือถ้าหากใช้ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ โดยปกติยอมรับได้ที่ $1x10^{-3}$ ถึง $1x10^{-6}$
- ค่าแฟกเตอร์ในการเรียนรู้ C_1 และ C_2 โดยที่ค่า C_1 มีผลต่ออัตราเร็วในการเข้าหาคำตอบที่ดีเท่าที่รู้ของตำแหน่งในปัจจุบัน และค่า C_2 มีผลต่อการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุดจากตำแหน่งปัจจุบัน

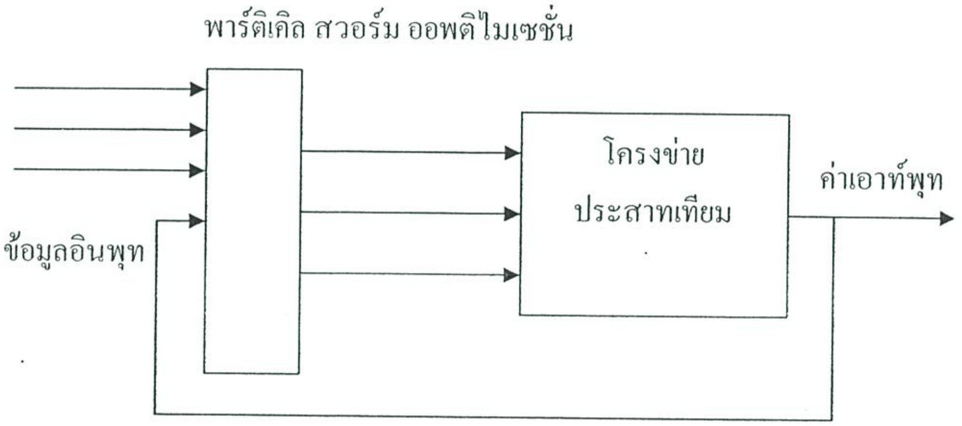
ในปัจจุบันนั้นได้มีการนำ PSO มาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมโดยเช่นการนำ PSO มาประยุกต์กับการเรียนรู้ [5], [10] หรือแม้แต่ในการพรุนนิ่งโครงข่ายประสาทเทียม[5] ซึ่งในการนำ PSO มาประยุกต์ใช้ในการเลือกข้อมูลนั้นถ้าหากใช้รูปแบบที่ PSO กำหนดให้ ได้เกิดปัญหาคือ 1) โดยปกตินั้นในแต่ละพาร์ติเคลนั้นจะเป็นตัวเลขที่สามารถเป็นตัวเลขอะไรก็ได้ แต่ในการ

นำมาประยุกต์ใช้ต้องการเพียงบอกว่าข้อมูลตัวนั้นควรใช้หรือไม่ ซึ่งถ้าหากแต่ละพาร์ติเคิลเป็นตัวเลขต่างๆได้ก็จะมีปัญหาว่าไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลตัวใดควรใช้หรือไม่ควรใช้ ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดที่จะกำหนดแต่ละค่าในพาร์ติเคิลต่างๆ 2) ในการปรับค่าพาร์ติเคิลนั้นถ้าหากใช้ตามสมการที่กำหนดให้นั้นแต่ละพาร์ติเคิลที่ปรับได้จะเป็นตัวเลขต่างๆอีกเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องหาวิธีในการปรับค่าแต่ละพาร์ติเคิลใหม่ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 3

บทที่ 3
การประยุกต์พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม

3.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้การเลือกข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้มีการนำความรู้หลายอย่างเข้ามาประยุกต์ใช้ด้วยกันเช่นใช้วิธีทางสถิติ วิธีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ใช้วิธีเจนเนติกอัลกอริธึม เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเสนอถึงวิธีการนำพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นมาประยุกต์ใช้สำหรับการเลือกข้อมูลที่จะนำเข้าโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 3.1 แสดงถึงโครงสร้างการทำงานของการประยุกต์ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น กับโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อใช้ในการเลือกข้อมูลอินพุท

3.2 ขั้นตอนการทำงานของการเลือกข้อมูลอินพุทโดยใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม

ในขั้นตอนการทำงานเพื่อประยุกต์พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นเพื่อการเลือกข้อมูลนั้นมีดังต่อไปนี้

3.2.1 กำหนดค่าแต่ละพาร์ติเคิลเริ่มต้นเป็น [1, 1, 1,..., 1]

โดยปกติแล้วการกำหนดค่าของแต่ละพาร์ติเคิลนั้นสามารถกำหนดให้เป็นอะไรใดก็ได้แต่ในวัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้นั้นต้องการบอกว่าอินพุทตัวใดที่ควรใช้หรือไม่ควรใช้ในการป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมเท่านั้น จึงได้มีแนวคิดที่จะกำหนดให้แต่ละพาร์ติเคิลนั้นสามารถมีค่าในแต่ละสมาชิกได้เพียงแค่ 0 หรือ 1 เท่านั้น ซึ่งสมาชิกที่แทนด้วย 0 หมายถึงไม่ใช้สมาชิกนั้นในการนำเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม และ 1 หมายถึงใช้สมาชิกนั้นในการนำเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม และในขั้นตอนแรกเป็นการกำหนดให้ทุกตัวเป็น 1 นั่นหมายถึงว่าให้ใช้ข้อมูลทุกตัว

3.2.2 นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม

หลังจากที่ได้กำหนดให้ใช้ข้อมูลทุกตัวแล้วจึงได้นำข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อที่จะให้โครงข่ายประสาทเทียมได้มีการเรียนรู้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนเพื่อนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในขั้นตอนถัดไป ซึ่งได้กำหนดให้มีการเรียนรู้เป็นจำนวน N รอบ

3.2.3 กำหนดสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลที่มีใช้ข้อมูลอินพุทสมาชิก k ตัว

การกำหนดค่าแต่ละพาร์ติเคิลนั้นสิ่งแรกที่ต้องกำหนดก่อน ซึ่งสิ่งที่ต้องกำหนดได้แก่จำนวนพาร์ติเคิลที่ใช้ในการ หลังจากนั้นจึงกำหนดค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลเพื่อนำไปใช้ในลำดับถัดไป ซึ่งจากปกติที่ต้องใช้สมาชิก n ตัว ในรอบแรกนั้นได้กำหนดให้ใช้ $k = n-1$ ตัว หมายถึงถ้ามีข้อมูลอินพุท 5 ตัว จะเลือกข้อมูลอินพุทมาทดลองเพียง 4 ตัว

3.2.4 นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม

หลังจากขั้นตอนของการกำหนดค่าแต่ละพาร์ติเคิลแล้วนั้น ให้นำข้อมูลที่มีทั้งชุดเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมโดยกำหนดให้ใช้ข้อมูลใดบ้างเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมตามพาร์ติเคิลที่ได้กำหนดไว้ เช่นถ้าหากมีอินพุทอยู่ 5 ตัวคือ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 อยู่นั้นและพาร์ติเคิลได้กำหนดค่าเริ่มต้นไว้คือ [1, 0, 0, 1, 0] นั่นหมายถึงให้ใช้ข้อมูลอินพุท X_1, X_4 ในป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมเท่านั้นหลังจากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการนำข้อมูลตามแต่ละพาร์ติเคิลที่กำหนดไว้

3.2.5 คำนวณหาค่าเหมาะสม ค่า pbest และ ค่า gbest

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำงานของ PSO เพราะจะเป็นส่วนซึ่งบอกถึงว่าค่าเหมาะสมที่ได้นี้ดีหรือไม่ ซึ่งการที่จะคำนวณหาค่าเหมาะสมได้นั้นจะต้องกำหนดฟังก์ชั่นที่ใช้ในการคำนวณก่อนซึ่งฟังก์ชั่นนั้นเรียกว่าฟังก์ชั่นเหมาะสม (Fitness Function) โดยในวิจัยชิ้นนี้นั้นได้มีการนำเสนอฟังก์ชั่นเหมาะสมสำหรับการเลือกข้อมูล หลังจากนั้นคำนวณหาค่า pbest และ gbest โดยการคำนวณหาค่า pbest และ gbest นั้นเป็นการคำนวณโดยนำค่าเหมาะสมมาเปรียบเทียบกัน ซึ่ง

ค่า pbest นั้นเป็นค่าที่ดีที่สุดของแต่ละพาร์ติเคิลเอง โดยเปรียบเทียบกับค่า pbest ในแต่ละรอบ ส่วนค่า gbest นั้นเป็นค่าที่ดีที่สุด โดยเปรียบเทียบกับทุกพาร์ติเคิลและเปรียบเทียบกับทุกรอบด้วย ซึ่งหลังจากนั้นให้ตรวจสอบค่า gbest ที่ได้ ว่าซ้ำกันครบ P ครั้งหรือไม่ ถ้าหากยังไม่ครบให้ทำ 3.2.6 แต่หากครบแล้วให้ส่งค่า gbest ที่ได้แปลงเป็นข้อมูลอินพุทที่เลือกไปยังโครงข่ายประสาทเทียมใน 3.2.7

3.2.6 ปรับค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิล

การปรับค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลนั้นเป็นสิ่งสำคัญซึ่งจะเป็นขั้นตอนในการเรียนรู้ของแต่ละพาร์ติเคิล ซึ่งการปรับค่าแต่ละพาร์ติเคิลนั้นมีวิธีการปรับที่เปลี่ยนไปซึ่งจะเป็นเทคนิคใหม่ที่นำเสนอ ซึ่งในบางครั้งถ้าหากปรับแล้วซ้ำกับที่เคยมีมาก่อนนั้นจะต้องทำการปรับค่าใหม่ซึ่งจะกลับไปทำขั้นตอนนี้ใหม่ แต่ถ้าหากปรับจนซ้ำกันเป็นจำนวน M ครั้ง ให้ตรวจสอบที่ค่า gbest ว่าซ้ำกันครบ P ครั้งหรือไม่ถ้าหากยังไม่ครบให้ทำ 3.2.6 แต่หากครบแล้วให้ส่งค่า gbest ที่ได้แปลงเป็นข้อมูลอินพุทที่เลือกไปยังโครงข่ายประสาทเทียมใน 3.2.7

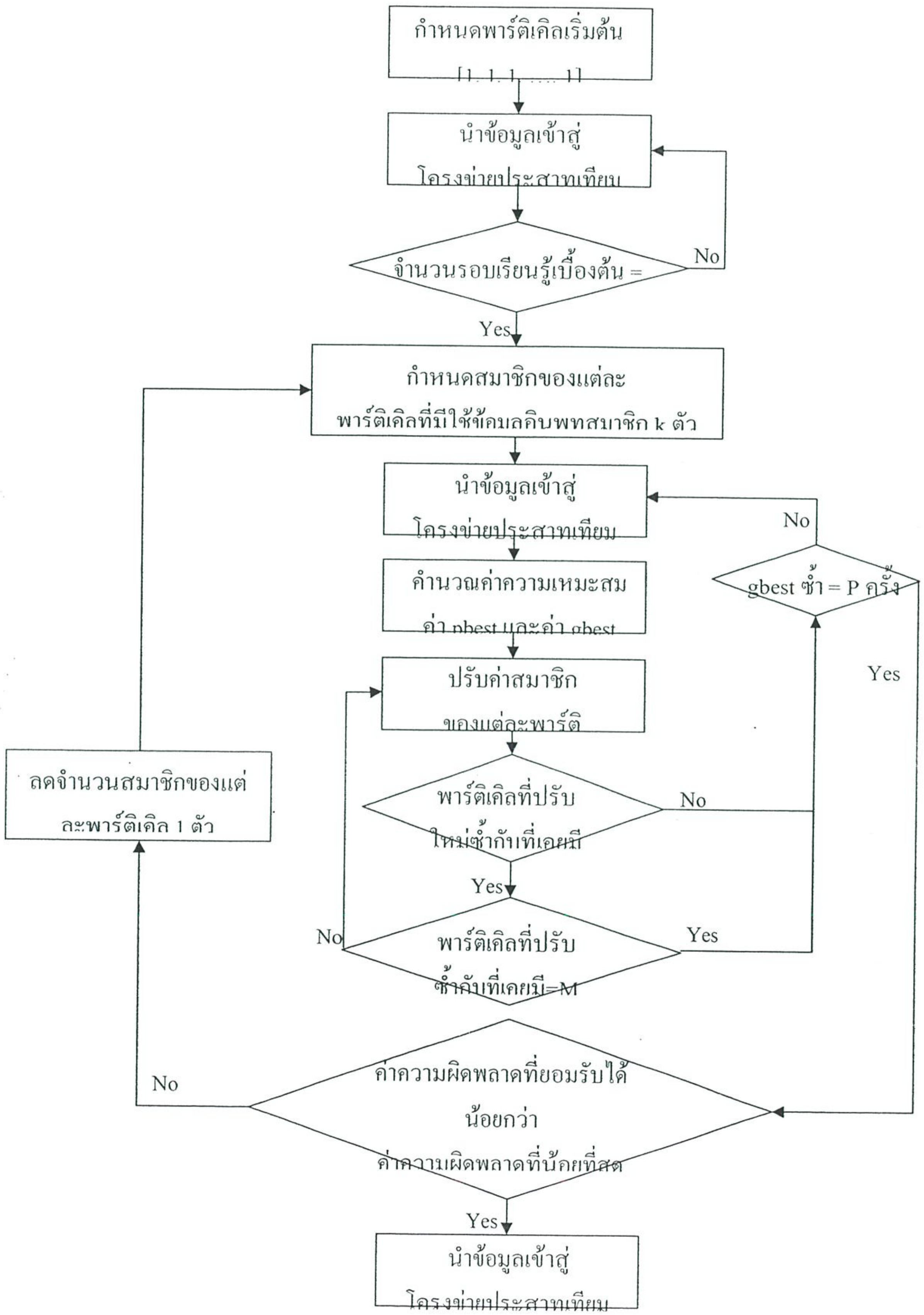
3.2.7 ลดจำนวนข้อมูลอินพุทของแต่ละพาร์ติเคิล 1 ตัว

การที่ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดในการทำพาร์ติเคิลรอบที่มีสมาชิกเป็นการใช้ข้อมูลอินพุท n-1 ตัว น้อยกว่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้นั้นหมายความว่า ควรจะไปตรวจสอบในรอบถัดไปที่ควรมีสมาชิกของพาร์ติเคิลเป็นการใช้ข้อมูลอินพุทลดลงอีก 1 ตัว แล้วนำการกำหนดการใช้ข้อมูลอินพุทที่ได้ไปกำหนดค่าสมาชิกภายในอีกทีหนึ่ง ซึ่งขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดค่าสมาชิกนั้นได้แก่ขั้นตอนที่ 3.2.3

3.2.8 นำข้อมูลที่ได้รับเลือกแล้วเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม

หลังจากได้ค่าที่ดีที่สุด gbest จาก 3.2.6 และแปลงเป็นข้อมูลอินพุทที่เลือกแล้ว ให้นำเข้าสู่การสอนโครงข่ายประสาทเทียมต่อไปจนกระทั่งได้โครงข่ายประสาทเทียมที่ดี

จากข้อที่ 3.2.1 – 3.2.8 สามารถเขียนไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.1 โดยเป็นรูปที่แสดงถึงขั้นตอนกระบวนการทำงานทั้งหมดของงานวิจัยในชิ้นนี้



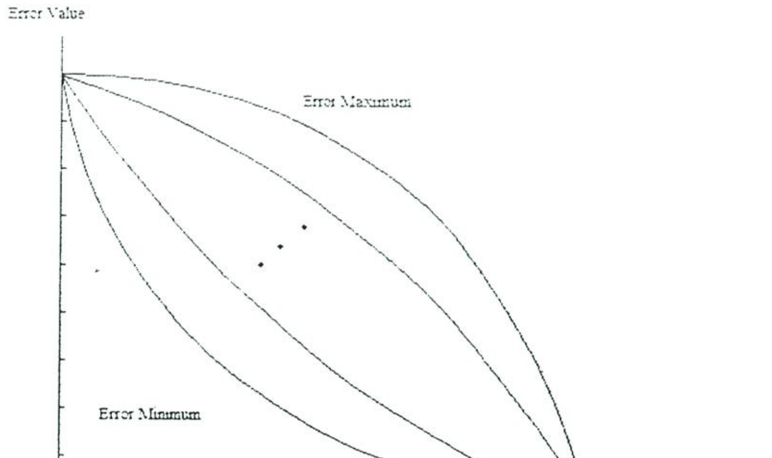
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนกระบวนการทำงาน

3.3 ทฤษฎีที่นำเสนอ

สำหรับทฤษฎีที่นำเสนอนั้นเป็นการประยุกต์พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งมี 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

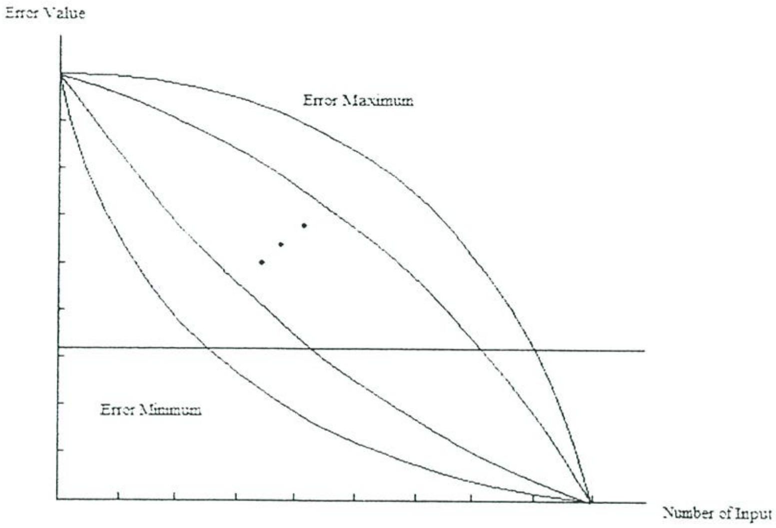
3.3.1 ฟังก์ชั่นที่เหมาะสม

ในส่วนของฟังก์ชั่นที่เหมาะสมนั้นได้มีที่มาของแนวคิดจากวิธีของบรูทฟอร์ซ ซึ่งถ้าหากมีข้อมูลอินพุทอยู่ n ตัวนั้น จะสามารถสร้างวิธีในการเลือกข้อมูลเข้ามาใส่ได้ 2^n วิธี โดยในการสร้างข้อมูลที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้นจะมีสิ่งที่เชื่อมโยงกันได้แก่ จำนวนอินพุทที่ใส่เข้าไปในโครงข่ายประสาทเทียม คือมีอินพุทจำนวน 0 ตัว, 1 ตัว, 2 ตัว,..., n ตัว โดยการใส่อินพุทจำนวน 0 ตัวคือการไม่ใส่อินพุทเข้าไปเลย ซึ่งจะให้ค่าความผิดพลาดมากที่สุด ($Error_0$) และในการใส่ข้อมูลอินพุทจำนวน 1 ตัว นั้นก็จะเกิดข้อมูลทั้งหมด $C_{n,1}$ ชุด ซึ่งจะมีชุดที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด ($Error_{min,1}$)และค่าความผิดพลาดที่มากที่สุด ($Error_{max,1}$) อยู่ ในการใส่ข้อมูลอินพุทจำนวน 2 ตัวเข้าไปนั้น จะเกิดชุดข้อมูลได้ทั้งหมด $C_{n,2}$ ชุด ซึ่งจะมีชุดที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด ($Error_{min,2}$)และค่าความผิดพลาดที่มากที่สุด ($Error_{max,2}$) อยู่ เป็นอย่างนี้เรื่อยไป จนกระทั่งตัวสุดท้ายซึ่งคือการใช้ข้อมูลทุกตัวซึ่งโดยสมมุติฐานแล้วน่าจะมีค่าความผิดพลาดคือ 0 ($Error_n$) ดังนั้นจึงนำมาวาดกราฟได้ดังต่อไปนี้



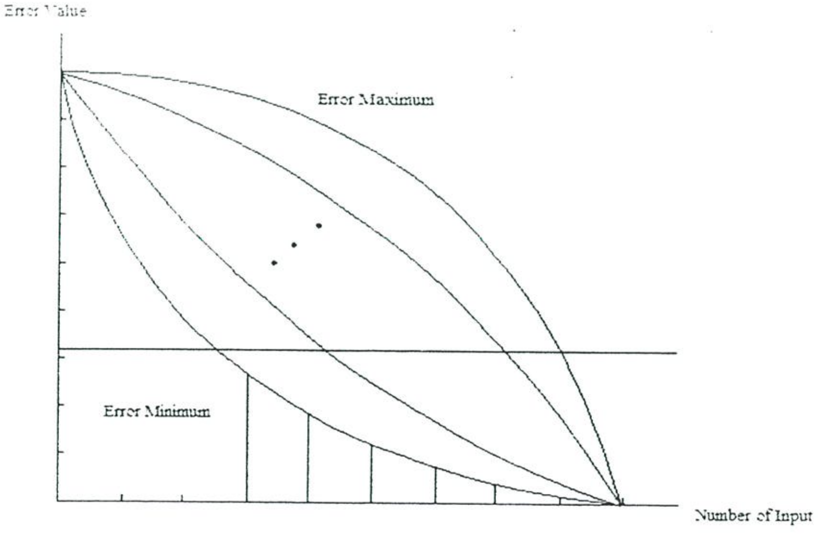
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงค่า Error Maximum และ Error Minimum ในแต่ละจำนวนข้อมูลอินพุท

และได้กำหนดค่าของความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Error Target) ซึ่งถ้าหากลากเส้นลงไปในกราฟแล้วจะได้รูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงค่า Error Target ที่ได้กำหนดไว้

ซึ่งจุดที่เป็นคำตอบที่ต้องการนั้นจะต้องเป็นจุดที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยสุดที่น้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ และมีจำนวนข้อมูลอินพุทที่น้อยที่สุด โดยถ้าหากพิจารณาจากกราฟโดยลากเส้นตรงที่เชื่อมระหว่าง $Error_{min,n}$ กับ Error = 0 ของแต่ละจำนวนอินพุท n จะได้รูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงการลากเส้นตามที่ได้กำหนดเพื่อเตรียมจะหาฟังก์ชั่นเหมาะสม

จากกราฟนั้นถ้าหากหาค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด โดยคำนวณจากจำนวนอินพุท n-1 ตัว ให้หาค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด $Error_{min,n-1}$ หลังจากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับ Error Target ถ้าหากน้อยกว่าก็จะคำนวณหาค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดของจำนวนอินพุท n-2 ตัว $Error_{min,n-2}$

หลังจากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับ Error Target ถ้าหากน้อยกว่าให้คำนวณที่ n-3 ตัวต่อไปเรื่อยๆ แต่ถ้าหากมากกว่าให้หยุดคำนวณ หลังจากนั้นจึงตอบได้ว่าจุดที่ได้นั้นคือจุดที่ใช้จำนวนตัวน้อยที่สุดที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดที่น้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ซึ่งในการคำนวณหาค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดของแต่ละจำนวนอินพุทนั้นได้ใช้การทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ซึ่งค่าความเหมาะสมนั้นคือค่าที่ให้ความผิดพลาดที่น้อยที่สุดเพราะฉะนั้นฟังก์ชั่นเหมาะสมจึงได้แก่ฟังก์ชั่นในการหาค่าความผิดพลาดนั่นเอง

$$Fitness\ Value(n) = Min\{Error_{n,i}\}$$

$$Fitness\ Function = Error$$

Fitness Value(n) คือ ค่าความเหมาะสมของจำนวนอินพุท n

$Error_{n,i}$ คือ ค่าความผิดพลาดของชุดข้อมูลที่ i ที่มีจำนวนอินพุท n ตัว

3.3.2 การประยุกต์การปรับค่าพาร์ติเคิล

การปรับค่าของแต่ละพาร์ติเคิลนั้นโดยปกติจะปรับโดยใช้สมการดังนี้

$$V(t+1) = V(t) + C_1*Rand*(Pbest(t)-Particle(t))+C_2*Rand*(Gbest(t)-Particle(t)) \quad (3.2)$$

$$Particle(t+1) = Particle(t)+V(t) \quad (3.3)$$

ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้นั้นเป็นค่าที่เป็นตัวเลขอะไรก็ได้ แต่ในการทดลองนี้ต้องการที่จะหาอินพุทที่มีความสำคัญต่อเอาท์พุทน้อยที่สุดเพื่อที่จะตัดตัวนั้นออก หรือหาอินพุทที่สามารถให้ค่าความผิดพลาดตามที่ได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไว้ ดังนั้นจึงได้กำหนดค่าที่เป็นไปได้สำหรับสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลไว้คือ 0 และ 1 เท่านั้น โดย 0 หมายถึงไม่ใช้อินพุทตัวนั้นในการคำนวณหาค่าเอาท์พุท และ 1 หมายถึงใช้อินพุทตัวนั้นในการคำนวณหาค่าเอาท์พุท

ในการปรับค่าสมาชิกของแต่ละพาร์ติเคิลในแต่ละรอบนั้น ได้นำเสนอวิธีใหม่โดยมีแนวคิดคือได้มีการการเรียนรู้ของแต่ละพาร์ติเคิลเป็น 3 ส่วน โดยในส่วนที่ 1 นั้นได้ให้มีการเรียนรู้จากค่า gbest ซึ่งค่า gbest นั้นเป็นค่าเหมาะสมที่ดีสุดจากการเปรียบเทียบกับทุกพาร์ติเคิลในทุกรอบดังนั้นจึงน่าจะเป็นส่วนที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ในส่วนที่ 2 นั้นให้เรียนรู้จากค่าของ pbest ซึ่งค่า pbestนั้นเป็นค่าที่ดีที่สุดของพาร์ติเคิลนั้นๆเอง และในส่วนที่ 3 นั้นเป็นการเรียนรู้ใหม่โดยไม่มีผู้สอนซึ่งเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในส่วนที่ 3 นี้เป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะถ้าหากไม่มีส่วนนี้แล้วนั้นจะทำให้

การเรียนรู้ของแต่ละพาร์ติเคิลจะไม่มีการเรียนรู้ใหม่ๆเกิดขึ้น โดยจะเรียนรู้จาก pbest และ gbest ที่มีมาเท่านั้น โดยให้เรียนรู้ด้วยตัวเอง

โดยในการเรียนรู้ในที่นี้นั้นหมายถึงการที่เชื่อถือในค่านั้นๆ เช่นถ้าเรียนรู้จาก gbest หมายถึงเชื่อค่า gbest ที่มีมานั่นเอง การเรียนรู้นั้นต้องมีการกำหนดค่าน้ำหนักที่บอกถึงค่าความสำคัญในการเรียนรู้นั้นๆว่าจะเชื่อถือค่าใดมากกว่ากัน โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนดังนี้

$$gbest : pbest : random = x\% : y\% : z\%$$

และได้สมการในการปรับค่าดังต่อไปนี้

$$Particle(m,n) \begin{cases} Gbest(m) & \text{if } b < x\% \\ Pbest(m,n) & \text{if } x\% \le b < (x+y)\% \\ Rand\{0,1\} & \text{if } b \ge (x+y)\% \end{cases} \quad (3.4)$$

Particle(m,n) คือสมาชิกตำแหน่งที่ m ของพาร์ติเคิลตัวที่ n

Gbest(m) คือสมาชิกตำแหน่งที่ m ของ Gbest

Pbest(m,n) คือสมาชิกตำแหน่งที่ m ของ Pbest ตัวที่ n

Rand{0,1} คือ ค่า random ที่ให้ค่า 0 หรือ 1

b คือ ค่า random อยู่ระหว่าง 0 – 1

x% คือ ค่าอัตราส่วนที่ให้เรียนรู้จาก Gbest

y% คือ ค่าอัตราส่วนที่ให้เรียนรู้จาก Pbest

จากสมการที่ 3.4 หมายถึงพาร์ติเคิลใหม่นั้นจะแบ่งการเรียนรู้เป็น 3 ส่วน คือเรียนรู้จาก Gbest, Pbest และเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งได้มีการกำหนดอัตราส่วนการเรียนรู้คือ x%: y%: z% ซึ่ง ได้แบ่งเป็น 3 กรณี โดยกรณีที่ 1 คือหากค่า b นั้น random ได้ค่าตั้งแต่ 0 – x% แล้วสมาชิกตำแหน่ง m ของพาร์ติเคิลตัวที่ n นั้นจะมีค่าเท่ากับค่าสมาชิกตำแหน่งที่ m ของ Gbest ในกรณีถัดมา คือหากค่า b นั้น random ได้ค่าตั้งแต่ x% ถึง (x+y)% แล้วสมาชิกตำแหน่ง m ของพาร์ติเคิลตัวที่ n นั้นจะมีค่าเท่ากับค่าสมาชิกตำแหน่งที่ m ของ Pbest ตัวที่ n และในกรณีสุดท้าย ถ้าหากค่า b นั้น random ได้ค่าที่มากกว่า (x+y)% แล้วจะทำให้สมาชิกตำแหน่ง m ของพาร์ติเคิลตัวที่ n นั้นจะมี ค่าเป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากมีข้อมูลอินพุท 3 ตัว กำหนดอัตราส่วนการเรียนรู้เป็น 50%:30%:20% และพาร์ติเคิลตัวที่ 3 นั้นได้แก่ [1, 0, 1] และมีค่า Gbest ได้แก่ [0, 1, 1] และ Pbest ตัวที่ 3 คือ [1, 0, 0] จะ

ปรับค่าโดย random ค่า b สมมุติว่าได้ 0.45 หมายถึงว่า สมาชิกพาร์ติเคิลตัวที่ 3 ตำแหน่งที่ 1 ต้องเชื่อ Gbest ตำแหน่งที่ 1 ซึ่งก็จะได้พาร์ติเคิลใหม่เป็น [0, 0, 1] หลังจากนั้นให้ random ค่า b ใหม่สมมุติว่าได้ค่าเป็น 0.9 นั่นหมายถึงว่าสมาชิกพาร์ติเคิลตัวที่ 3 ตำแหน่งที่ 2 นั้นต้องเรียนรู้ค่าเองซึ่งเกิดจาก Rand{0,1} คือให้ค่าเป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ ในที่นี้สมมุติว่าได้ 1 เพราะฉะนั้นพาร์ติเคิลใหม่เป็น [0, 1, 1] และสุดท้ายให้ random ค่า b ใหม่สมมุติว่าได้ 0.69 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ต้องเรียนรู้จาก Pbest นั่นหมายถึงว่าสมาชิกพาร์ติเคิลตัวที่ 3 ตำแหน่งที่ 3 นั้นต้องมีค่าเท่ากับค่าสมาชิกตำแหน่งที่ 3 ของ Pbest ตัวที่ 3 และจะได้ค่าพาร์ติเคิลใหม่เป็น [0, 1, 0] จึงจบกระบวนการในการปรับค่าสมาชิกของพาร์ติเคิล 1 ตัว

ซึ่งโดยปกตินั้นสิ่งที่น่าจะเชื่อถือมากที่สุดคือ gbest สาเหตุเพราะ gbest เป็นค่าที่ดีที่สุดจากทดลองของทุกพาร์ติเคิลในทุกรอบ และรองลงมาคือเชื่อถือ pbest เพราะเป็นค่าที่ดีที่สุดของพาร์ติเคิลนั้นๆในทุกรอบ และตัวสุดท้ายนั้นเป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเองนั้นถ้าหากยิ่งกำหนดมากก็หมายถึงให้เรียนรู้ด้วยตัวเองมากๆ ดังนั้นจึงควรกำหนดให้มีค่าที่ไม่มากเกินไปนัก

3.4 ตัวอย่าง

ในการเตรียมข้อมูลในการทดสอบนั้นได้มีการสร้างสมการในการทดสอบขึ้นมาโดยสมการดังกล่าวได้แก่

$Y=10*X_1+20*X_2+40*X_3+30*X_4$

X_1. X_2, X_3, X_4 คืออินพุทโดยเป็นค่าที่สุ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0-1 มีทั้งหมด 100 ชุด

Y คือค่าเอาท์พุทที่ได้จากสมการ มีทั้งหมด 100 ชุด

ซึ่งหลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงนำเข้าในโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งได้ออกแบบให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 5 โหนดสำหรับ X_1, X_2, X_3, X_4 และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดค่าไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 3 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียมนั่นเอง ค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function

โดยกำหนดการใช้อินพุทตัวใดให้แทนด้วย 1 และหากไม่ใช้นั้นให้แทนด้วย 0 ซึ่งจะได้ค่าความผิดพลาดจากการทดลองทั้งหมดดังนี้

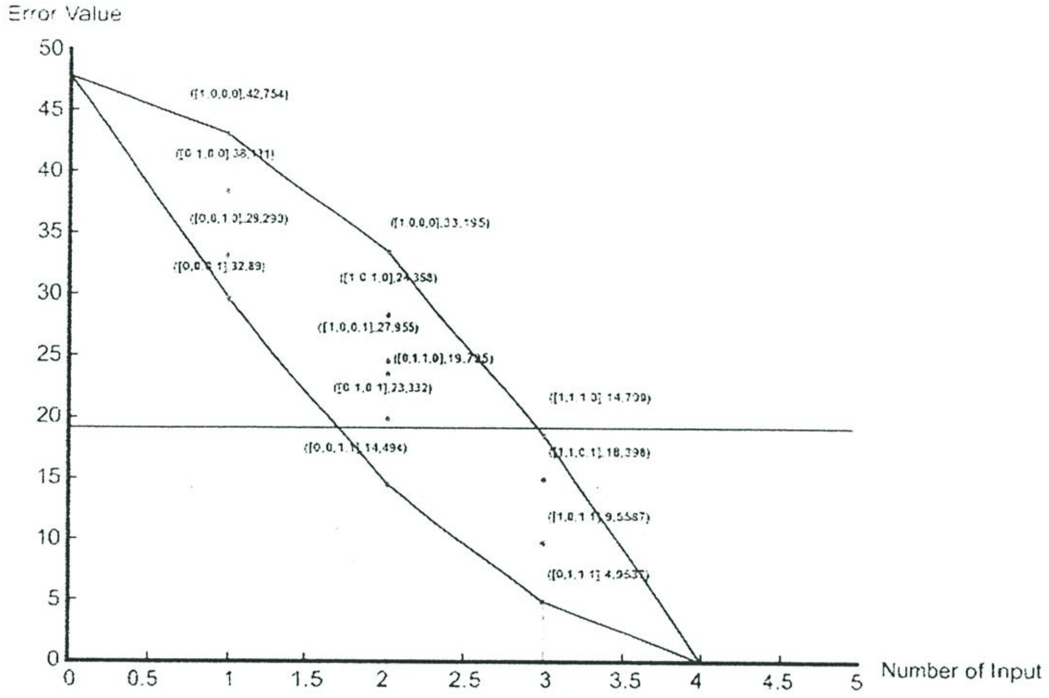
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอินพุทที่เลือกใช้และค่าความผิดพลาดของอินพุทเหล่านั้น

จำนวนอินพุทที่ใช้	อินพุทที่ใช้ X_1, X_2, X_3, X_4	ค่าความผิดพลาด
0	0 0 0 0	47.689
1	1 0 0 0	42.754
1	0 1 0 0	38.131
1	0 0 1 0	29.293
1	0 0 0 1	32.89
2	1 1 0 0	33.195
2	1 0 1 0	24.358
2	1 0 0 1	27.955
2	0 1 1 0	19.735
2	0 1 0 1	23.332
2	0 0 1 1	14.494
3	1 1 1 0	14.799
3	1 1 0 1	18.396
3	1 0 1 1	9.5587
3	0 1 1 1	4.9537
4	1 1 1 1	0

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงถึงอินพุทที่เลือกและค่าความผิดพลาดของอินพุทที่ใช้เหล่านั้น

จำนวนอินพุทที่ใช้	อินพุทที่ใช้	ค่าความผิดพลาด
2	0 0 1 1	14.494
3	1 1 0 1	18.398
3	1 1 1 0	14.799
3	1 0 1 1	9.5587
3	0 1 1 1	4.9537
4	1 1 1 1	0

ซึ่งจากตารางที่ 3.1 นั้นค่าความผิดพลาดสูงสุดได้แก่ 47.689 หากกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ที่ยอมรับได้คือ 19 จากตารางอินพุทที่ใช้แล้วให้ค่าความผิดพลาดต่ำกว่าค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้มีดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงถึงผลการทดลอง

จากข้อมูลในตารางที่ 3.1 ทั้งหมดสามารถนำมาวาดกราฟได้ดังรูปที่ 3.6 และหลังจากผลการทดลองใช้ฟังก์ชั่นเหมาะสมที่ได้นำเสนอ คำตอบที่ได้นั้นได้แก่ควรเลือกใช้ข้อมูลอินพุท X_3, X_4 ซึ่งเป็นคำตอบที่ตรงกับคำตอบที่ได้กำหนดไว้ตามสัมประสิทธิ์ของสมการที่ได้กำหนดไว้

จากข้อมูลที่ได้ทดลองนั้นสามารถสังเกตได้ว่าฟังก์ชั่นเหมาะสมและค่าความเหมาะสมที่นำเสนอนั้นสามารถเลือกข้อมูลอินพุทที่ต้องการได้ ซึ่งในบทที่ 4 จะได้นำฟังก์ชั่นเหมาะสมและค่าความเหมาะสมไปใช้กับข้อมูลชุดอื่นๆ

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองซึ่งได้มีการใช้ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง 6 ชุด โดยได้มีการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น, เจเนติก อัลกอริธึม และการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยได้มีการแสดงประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม ที่ยังไม่ได้ตัดอินพุท เปรียบเทียบกับการใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น และใช้เจเนติก อัลกอริธึม ในการค้นหาอินพุทที่ต้องการตัดออกไป

4.1 การวัดประสิทธิภาพการทำงาน

การวัดประสิทธิภาพการทำงานระหว่างพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น กันเจเนติก อัลกอริธึม และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยได้ใช้ตัววัดประสิทธิภาพคือเวลาที่ใช้ในการทำงานและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งต้องมีการควบคุมการทำงานเพื่อที่จะไม่ให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบในการทำงาน โดยมีเงื่อนไขที่ควบคุมการทำงานดังต่อไปนี้

4.1.1 ฟังก์ชั่นเหมาะสม

ฟังก์ชั่นเหมาะสมที่จะใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น และเจเนติกอัลกอริธึมนั้น ได้ใช้ฟังก์ชั่นเหมาะสมที่ได้นำเสนอใหม่ขึ้นมาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่

$$Fitness\,Value(n) = Min\{Error_{n,i}\}$$

$$Fitness\ Function = Error$$

4.1.2 วิธีในการหยุดการค้นหา

ในการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น นั้นได้กำหนดวิธีการหยุดการทำงานได้แก่ ถ้าหากว่าค่า Gbest ที่ปรับมาใหม่นั้นซ้ำกับค่า Gbest เดิมมากกว่าจำนวน m ครั้ง จึงหยุดการทำงาน แล้วจึงไปตรวจสอบว่า ถ้าหากค่าความผิดพลาดที่ได้นั้นมากกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ จึงได้หยุดการทำงาน

ในการทำงานของเจเนติก อัลกอริธึม นั้นได้กำหนดวิธีการหยุดการทำงาน ได้แก่ ถ้าหากว่าออฟสปริงที่ดีทีสุดในรุ่นนั้นๆซ้ำกับกับออฟสปริงที่ดีที่สุดในรอบอื่นๆมากกว่า m ครั้ง จึงหยุดการทำงาน แล้วจึงไปตรวจสอบว่า ถ้าหากค่าความผิดพลาดที่ได้นั้นมากกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ จึงได้หยุดการทำงาน

ส่วนการทำงานของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นได้กำหนดให้มีองค์ประกอบหลักเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนข้อมูลอินพุทที่ได้เลือกออกมาจากพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นเพื่อที่จะทำให้เปรียบเทียบทางด้านความผิดพลาดได้ด้วย

4.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

รายงานฉบับนี้ใช้ข้อมูลในการทดสอบจำนวน 6 ชุด ซึ่งได้แก่

4.2.1 ชุดข้อมูลสมการ (Equation)

ในการเตรียมข้อมูลในการทดสอบนั้นได้มีการสร้างสมการในการทดสอบขึ้นมาโดยสมการดังกล่าวได้แก่

$Y=10*X_1+20*X_2+30*X_3+40*X_4+50*X_5+60*X_6+70*X_7+80*X_8+90*X_9+10*X_{10}+11*X_{11}$

$X_1, X_2, X_3, \ldots, X_{11}$ คืออินพุทโดยเป็นค่าที่สุ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0-1 มีทั้งหมด 250 ชุด

Y คือค่าเอาท์พุทที่ได้จากสมการ มีทั้งหมด 250 ชุด

ซึ่งหลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ (Training Set) 200 ชุด และที่เหลือให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ(Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 50 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 12 โหนดสำหรับ $X_1, X_2, X_3, \ldots X_{11}$ และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 5,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน

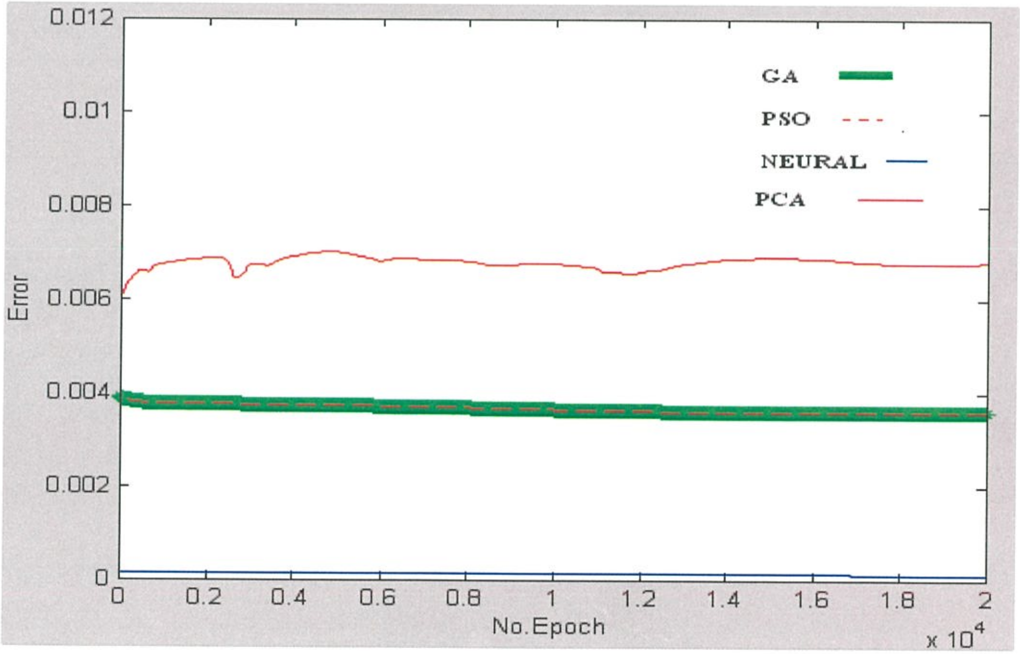
ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์ (Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Offspring ที่ดีที่สุดได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

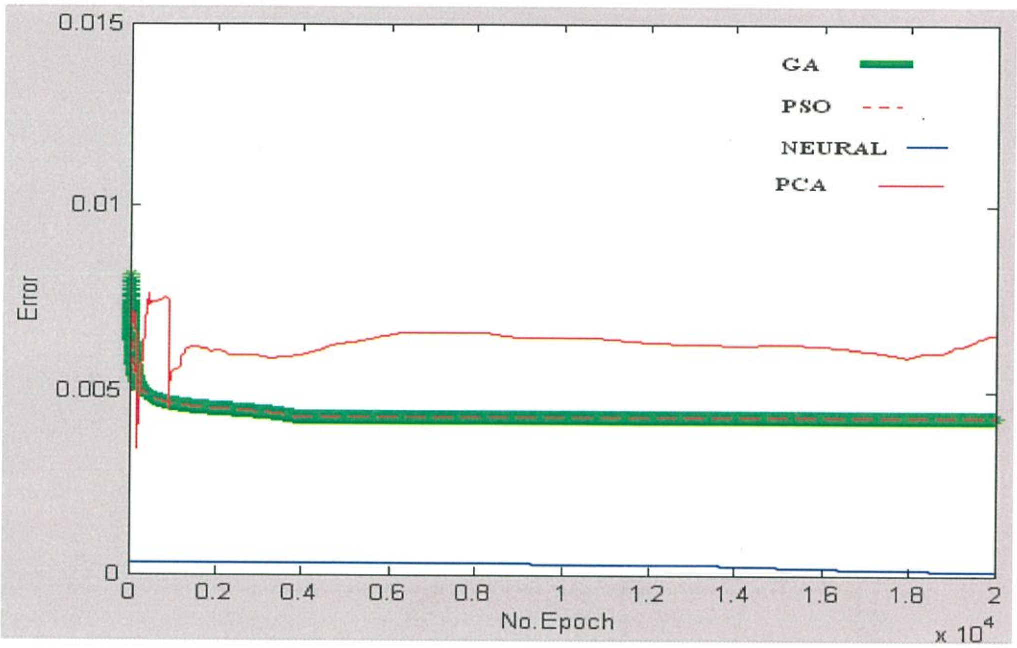
ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 20,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

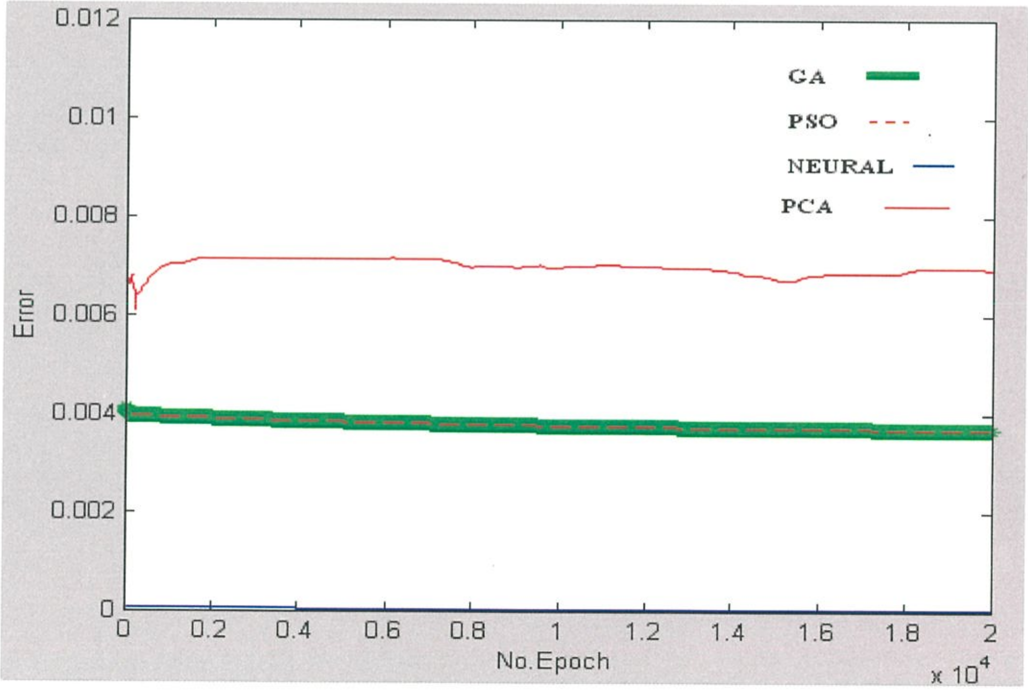
จากตารางที่ 4.1 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติก



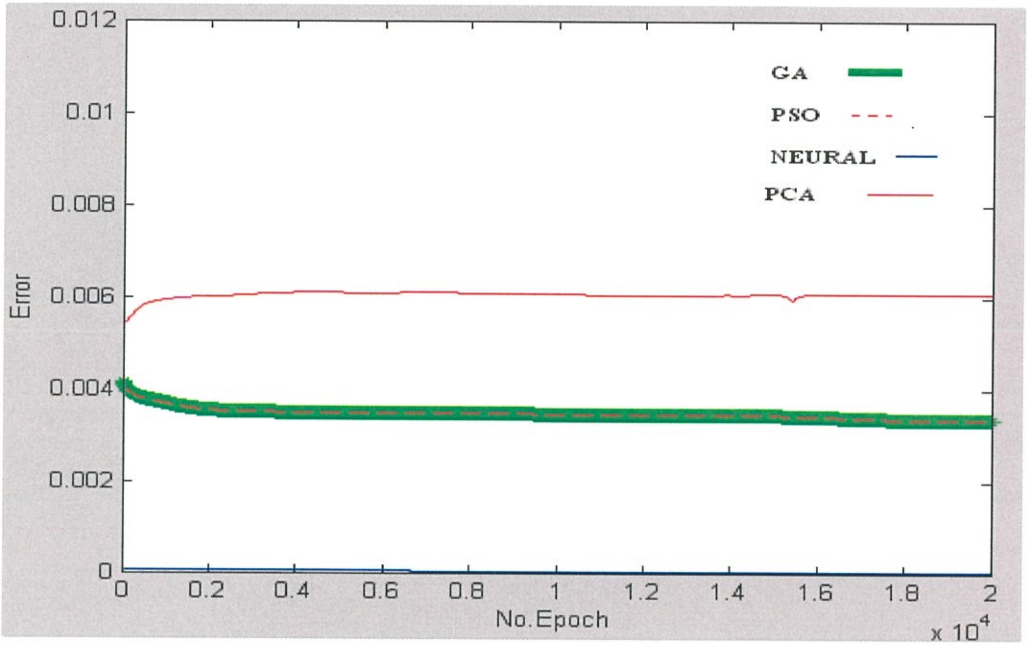
รูปที่ 4.1 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



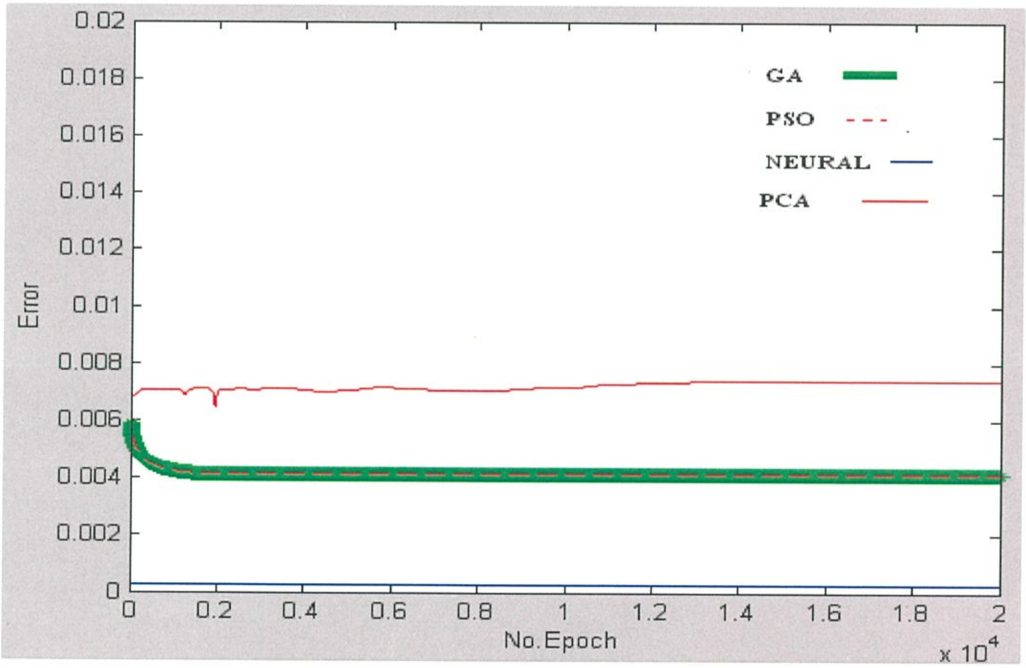
รูปที่ 4.2 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.3 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.4 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.5 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Equation K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูลสมการ (Equation) โดยบอกถึงเวลาและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

สมการ (Equation)		เวลา (วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ค่าความผิดพลาด
ชุดที่ 1	Neural	286.622000	100.0000	0.00035
	PCA	348.291000	121.5158	0.1207
	GA	270.509000	94.3783	0.0068
	PSO	265.772000	92.7256	0.0068
ชุดที่ 2	Neural	287.444000	100.0000	0.0000216
	PCA	350.554000	121.9556	0.0724
	GA	271.871000	94.5822	0.0045
	PSO	267.545000	93.0773	0.0045
ชุดที่ 3	Neural	285.991000	100.0000	0.000429
	PCA	347.850000	121.6297	0.1154
	GA	270.289000	94.5096	0.0045
	PSO	266.253000	93.0984	0.0045
ชุดที่ 4	Neural	287.493000	100.0000	0.0011
	PCA	348.792000	121.3219	0.1858
	GA	270.238000	93.9981	0.0082
	PSO	267.425000	93.0197	0.0082
ชุดที่ 5	Neural	287.213000	100.0000	0.0000367
	PCA	347.129000	120.8612	0.1621
	GA	271.430000	94.5048	0.0049
	PSO	266.934000	92.9394	0.0049
total	Neural	286.9526	100.0000	0.0004
	PCA	348.5232	121.4568	0.1313
	GA	270.8674	94.3946	0.0058
	PSO	266.7858	92.9721	0.0058

อัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการ

ก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความผิดพลาดที่วัดได้โดยใช้วิธี Mean Square Error

ซึ่งจากตารางที่ 4.1 นั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม และสามารถทำงานได้เร็วกว่าการใช้ แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความผิดพลาดที่เท่ากัน และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PSO นั้นเร็วกว่าและให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่าด้วย

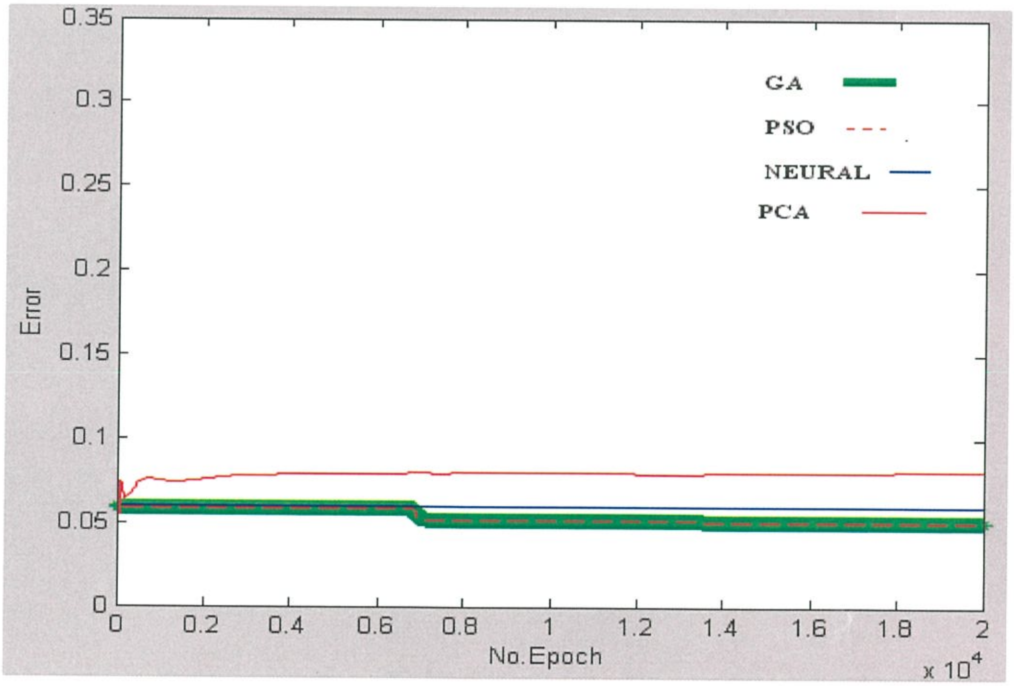
4.2.3 ชุดข้อมูล Boston Housing Data

เป็นชุดข้อมูลที่เป็นปัญหาบนโลกความเป็นจริง (Real-World Problem) โดยเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาค่าเช่าโดยมีฐานข้อมูลจากเมืองบอสตัน โดยข้อมูลที่ได้รับมานั้นจะกำหนดให้เป็นอินพุทโดยมีจำนวนอินพุท 13 อินพุท ได้แก่

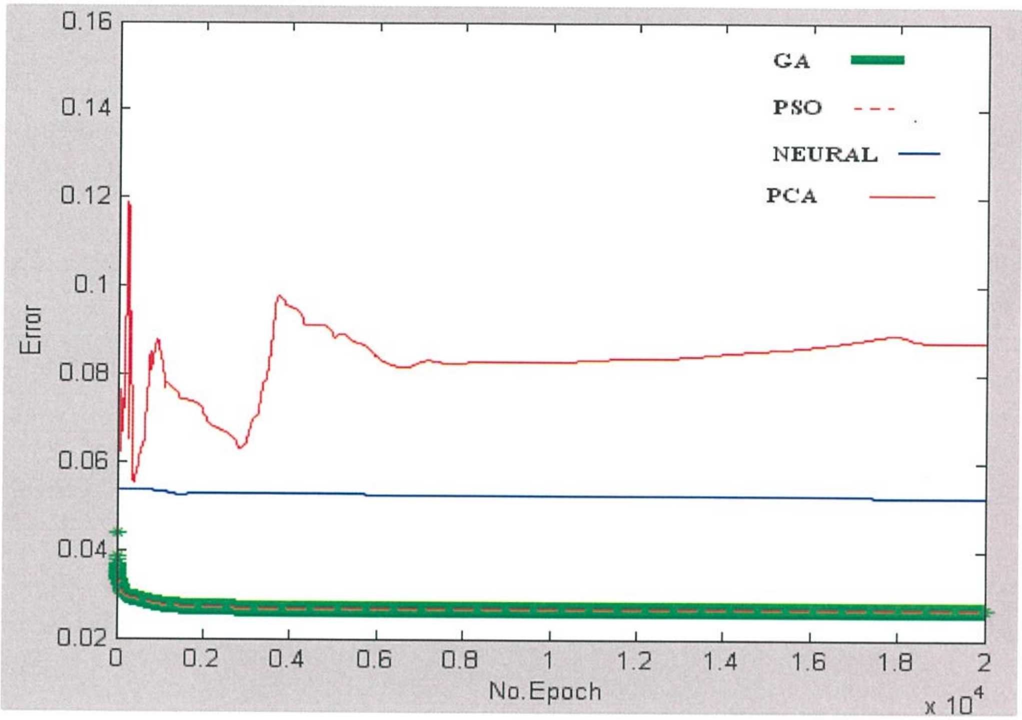
1. CRIM per capita crime rate by town
2. ZN proportion of residential land zoned for lots over 25,000 sq.ft.
3. INDUS proportion of non-retail business acres per town
4. CHAS Charles River dummy variable (= 1 if tract bounds river; 0 otherwise)
5. NOX nitric oxides concentration (parts per 10 million)
6. RM average number of rooms per dwelling
7. AGE proportion of owner-occupied units built prior to 1940
8. DIS weighted distances to five Boston employment centres
9. RAD index of accessibility to radial highways
10. TAX full-value property-tax rate per $10,000
11. PTRATIO pupil-teacher ratio by town
12. B 1000(Bk - 0.63)^2 where Bk is the proportion of blacks by town
13. LSTAT % lower status of the population

และได้มีเอาท์พุท 1 โหนด โดยเป็นการทำนายราคาที่เหมาะสม ได้แก่ MEDV Median value of owner-occupied homes in $1000's

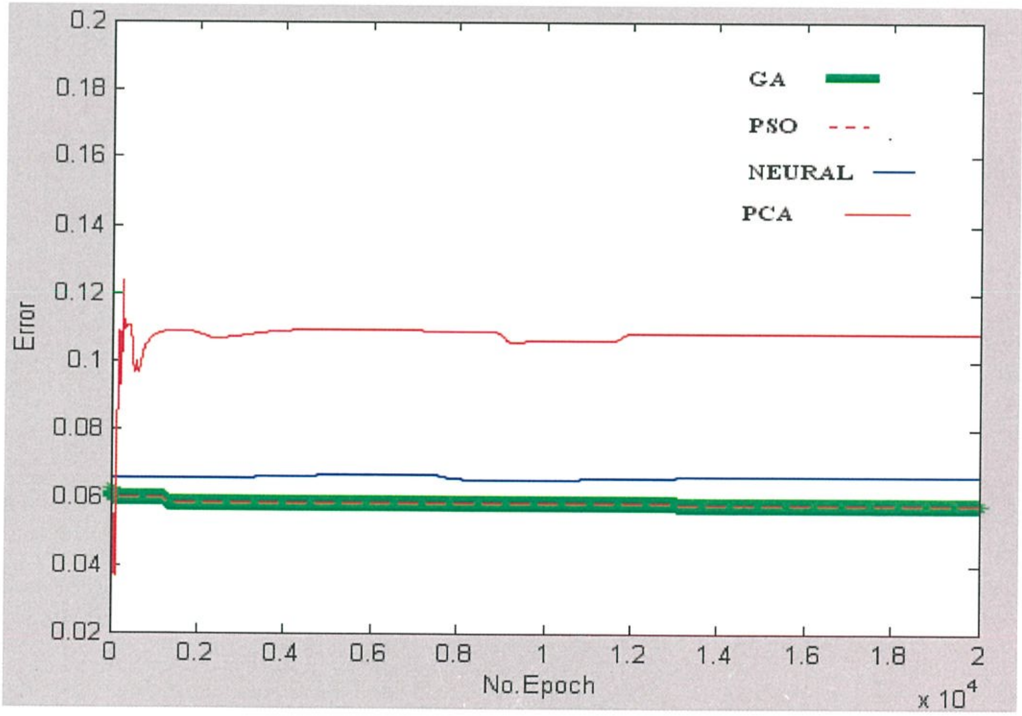
ซึ่งมีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 506 ชุด โดยได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้(Training Set) 406 ชุด และที่เหลือให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ(Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 100 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท(Input Layer) ซึ่งมี 14 โหนดสำหรับข้อมูลอินพุททั้งหมด 13 อินพุท และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน(Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท(Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 5,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน



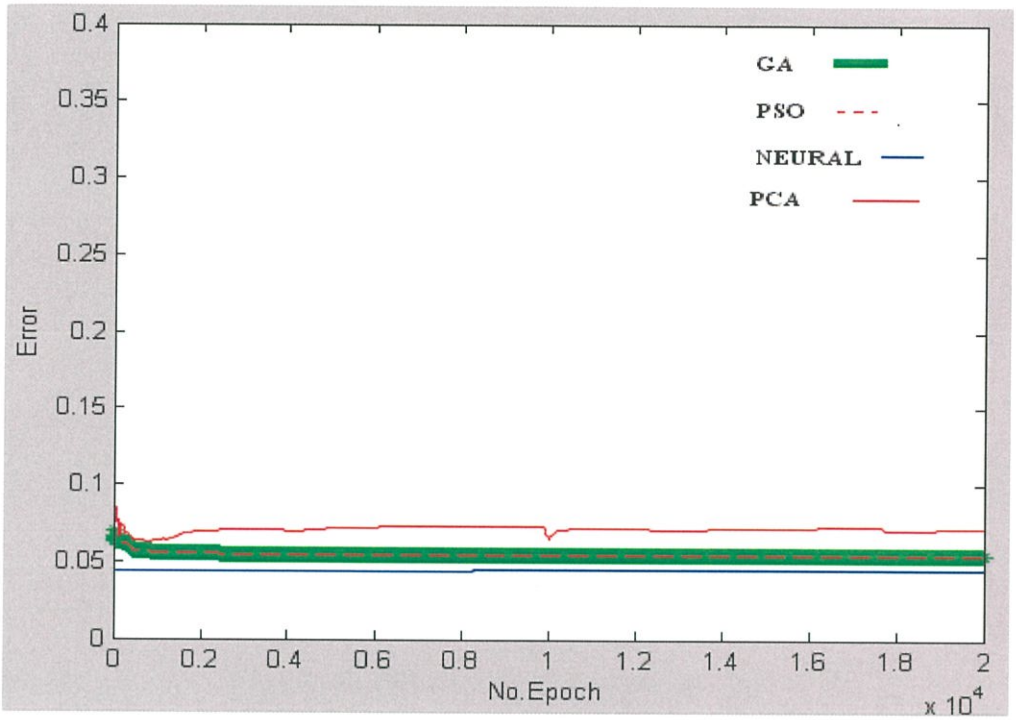
รูปที่ 4.6 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



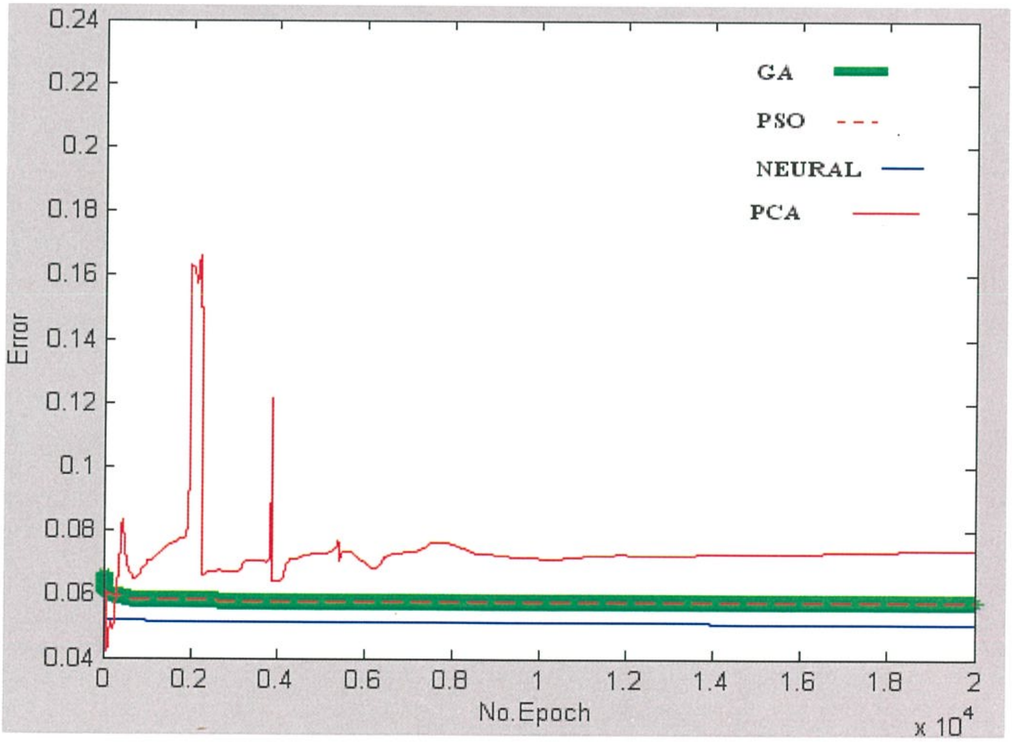
รูปที่ 4.7 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.8 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.9 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.10 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Housing K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Boston Housing โดยบอกถึงเวลาและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

Boston Housing		เวลา(วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ค่าความผิดพลาด
ชุดที่ 1	Neural	758.250000	100.0000	0.0111
	PCA	782.805000	103.2384	0.0542
	GA	746.885000	98.50	0.0481
	PSO	725.313000	95.6562	0.0940
ชุดที่ 2	Neural	755.036000	100.0000	0.0292
	PCA	783.148000	103.7233	0.0646
	GA	741.979000	98.27	0.0492
	PSO	732.634000	97.0330	0.0492
ชุดที่ 3	Neural	758.130000	100.0000	0.035
	PCA	783.809000	103.3871	0.0522
	GA	748.963000	98.79	0.0369
	PSO	704.503000	92.9264	0.0369
ชุดที่ 4	Neural	754.956000	100.0000	0.0219
	PCA	784.648000	103.9329	0.0458
	GA	744.163000	98.57	0.0311
	PSO	722.048000	95.6411	0.0311
ชุดที่ 5	Neural	754.876000	100.0000	0.0322
	PCA	782.611000	103.6741	0.0445
	GA	744.694000	98.65	0.0418
	PSO	729.879000	96.6886	0.0418
Total	Neural	756.2496	100.0000	0.0259
	PCA	783.4042	103.5912	0.0523
	GA	745.3368	98.56	0.0506
	PSO	722.8754	95.5891	0.0506

ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์ (Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.15 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของ

ค่า Offspring ที่ดีที่สุด ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.15 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 20,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

จากตารางที่ 4.2 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความผิดพลาดที่วัดได้โดยใช้วิธี Mean Square Error

ซึ่งจากตารางที่ได้มานั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงาน โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความผิดพลาดที่เท่ากัน และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PSO นั้นเร็วกว่าและให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่าด้วย

4.2.3 ชุดข้อมูลดอกไอริส (Iris Flower)

เป็นชุดข้อมูลที่เป็นปัญหาบนโลกความเป็นจริง (Real-World Problem) โดยเป็นการศึกษาเพื่อจำแนกว่าจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นดอกไอริสชนิดใด โดยข้อมูลที่จะให้นั้นจะกำหนดให้เป็นอินพุทโดยมีจำนวนอินพุท 4 อินพุท ได้แก่

1) ความยาวของกลีบเลี้ยง (Sepal Length) ในหน่วยเซนติเมตร

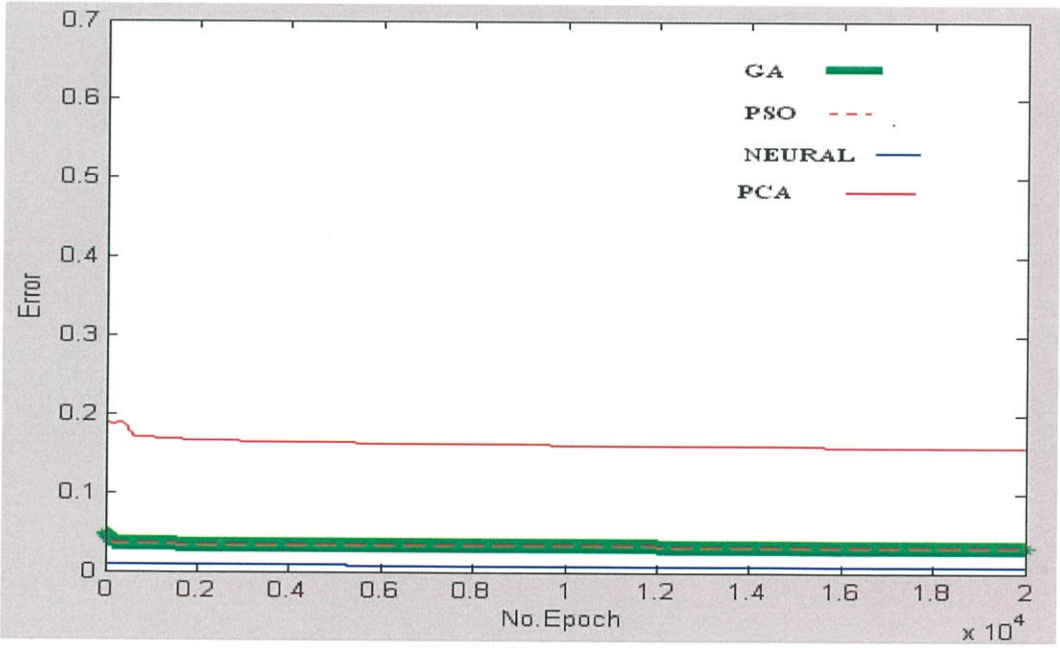
2) ความกว้างของกลีบเลี้ยง (Sepal Width) ในหน่วยเซนติเมตร

3) ความยาวของกลีบดอกไม้ (Petal Length) ในหน่วยเซนติเมตร

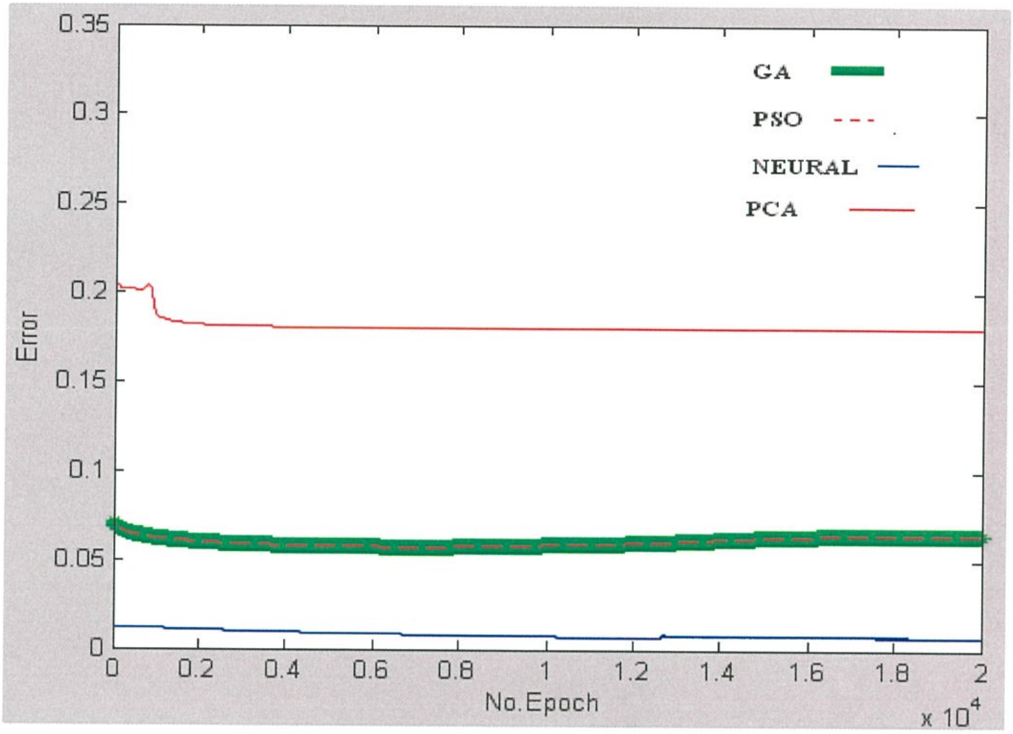
4) ความกว้างของกลีบดอกไม้ (Petal Width) ในหน่วยเซนติเมตร

และได้มีจำนวนเอาท์พุทเป็น 3 ประเภทได้แก่ Iris Setosa, Iris Versicolour และ Iris Virginica

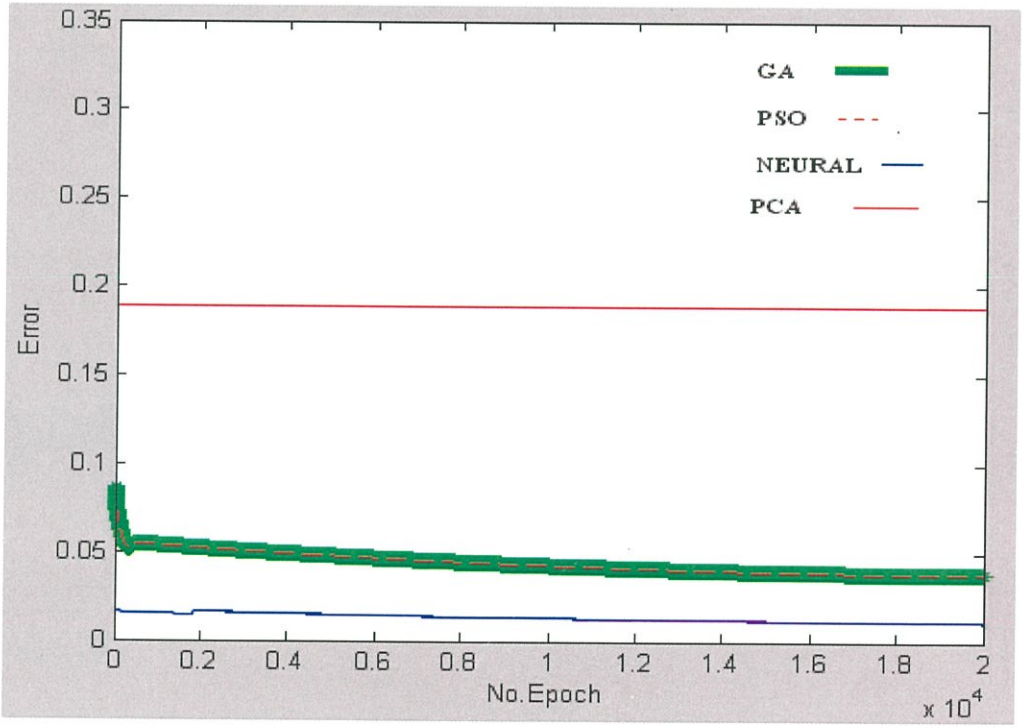
ซึ่งมีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 150 ชุด โดยได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ (Training Set) 120 ชุด และที่เหลือให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ(Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 30 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 5 โหนดสำหรับ ความยาวของกลีบเลี้ยง, ความกว้างของกลีบเลี้ยง, ความยาวของกลีบดอกไม้ และความกว้างของกลีบดอกไม้ และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้



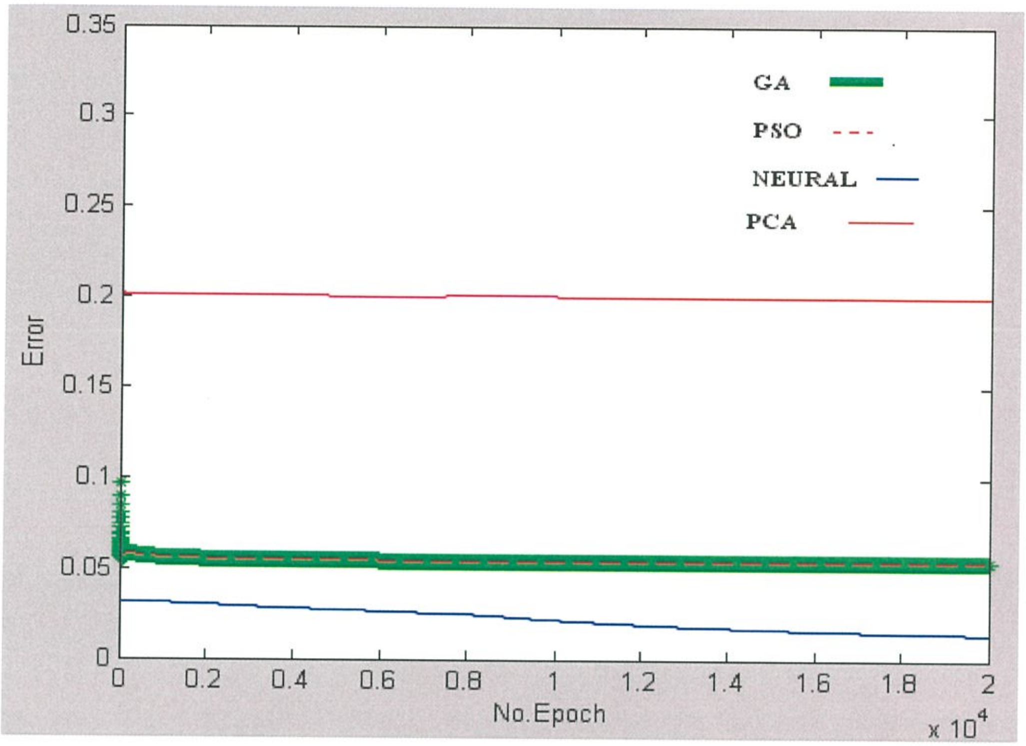
รูปที่ 4.11 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



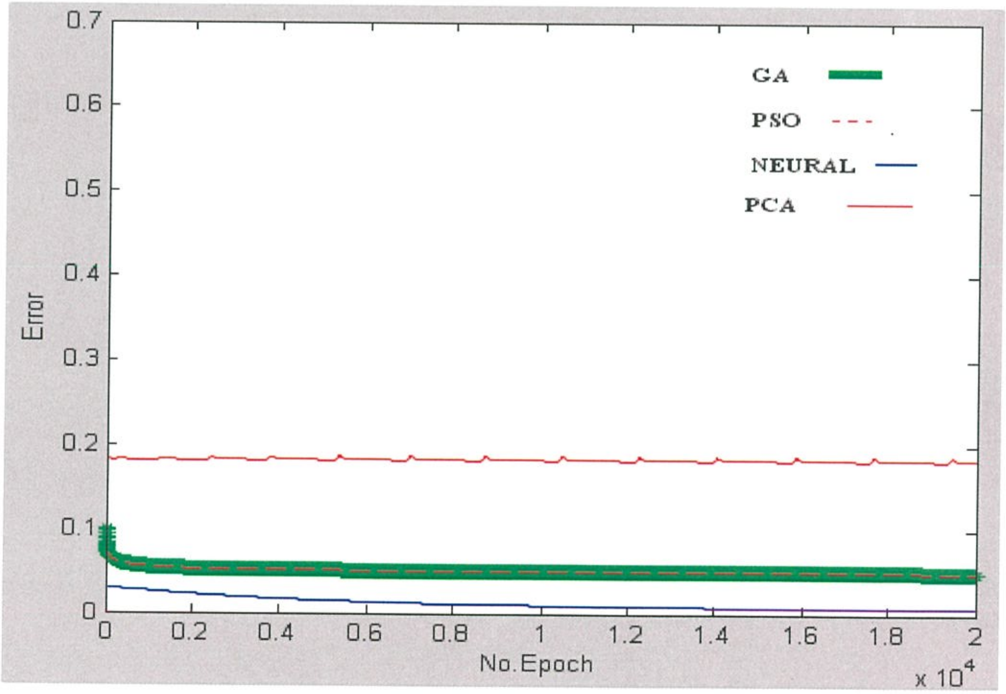
รูปที่ 4.12 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.13 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.14 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Irsi data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.15 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Iris data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Iris Flower โดยบอกถึงเวลาและค่าความถูกต้องที่เกิดขึ้น

Iris flower		เวลา (วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ความถูกต้อง (30)	ความถูกต้อง (%)	Setosa (10)	Versicolour (10)	Virginica (10)
ชุดที่ 1	Neural	149.469	100	28	93.33	10	8	10
	PCA	163.275	109.23	23	76.66	10	3	10
	GA	144.875	96.92	27	90	10	8	9
	PSO	144.532	96.69	27	90	10	8	9
ชุดที่ 2	Neural	149.672	100	29	96.67	10	9	10
	PCA	163.465	109.21	27	90	10	7	10
	GA	145.531	97.23	29	96.67	10	9	10
	PSO	145.282	97.06	29	96.67	10	9	10
ชุดที่ 3	Neural	149.766	100	28	93.33	10	9	9
	PCA	163.565	109.21	24	80	10	5	9
	GA	143.969	96.12	27	90	10	8	9
	PSO	143.906	96.08	27	90	10	8	9
ชุดที่ 4	Neural	149.109	100	29	96.67	10	10	9
	PCA	163.596	109.71	28	93.33	10	8	10
	GA	144.453	96.87	29	96.67	10	10	9
	PSO	143.609	96.31	29	96.67	10	10	9
ชุดที่ 5	Neural	149.235	100	29	96.67	10	9	10
	PCA	162.754	109.05	21	70	10	1	10
	GA	144.828	97.04	26	86.67	9	7	10
	PSO	144.282	96.68	26	86.67	9	7	10
Total	Neural	149.450	100.00	27.8	92.66	10	8.8	9.4
	PCA	163.331	109.28	24.6	81.99	10	4.8	9.8
	GA	144.731	96.84	28.4	94.66	9.8	8.6	9.6
	PSO	144.322	96.56	28.4	94.66	9.8	8.6	9.6

กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 5,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน

ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์(Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Offspring ที่ดีที่สุด ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.1 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 20,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

จากตารางที่ 4.3 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการ

ทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความถูกต้องในการทำนายจากทั้งหมด 30 ตัว คอลัมภ์ที่ 6 บอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากคอลัมภ์ที่ 5 และในคอลัมภ์ที่ 7, 8 และ 9 เป็นการแจกแจงถึงความถูกต้องในการทำนายในดอกไอริสแต่ละประเภท โดยในคอลัมภ์ที่ 7 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนาย Iris Setosa ในคอลัมภ์ที่ 8 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนาย Iris Versicolour และในคอลัมภ์ที่ 9 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนาย Iris Virginica ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีข้อมูล 10 ตัว

ซึ่งจากตารางที่ได้มานั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความถูกต้องที่เท่ากัน และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PSO นั้นเร็วกว่าและให้ค่าความถูกต้องที่มากกว่าด้วย

4.2.4 ชุดข้อมูล Wisconsin Breast Cancer

เป็นชุดข้อมูลที่เป็นปัญหาบนโลกความเป็นจริง(Real-World Problem) โดยเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับก้อนเนื้อที่ตรวจพบเพื่อจำแนกให้ได้ว่าก้อนเนื้อนั้นเป็นเนื้อร้ายหรือเนื้อดี โดยข้อมูลที่จะให้นั้นจะกำหนดให้เป็นอินพุทโดยมีจำนวนอินพุท 9 อินพุท ได้แก่

1) Radius (Mean of Distances from Center to Points on The Perimeter)

2) Texture (Standard Deviation of Gray-Scale Values)

3) Perimeter

4) Area

5) Smoothness (Local Variation in Radius Lengths)

6) Compactness (Perimeter^2/Area-1.0)

7) Concavity (Severity of Concave Portions of the Contour)

8) Concave Points (Number of Concave Portions of the Contour)

9) Symmetry

และได้มีเอาท์พุท 1 โหนด โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

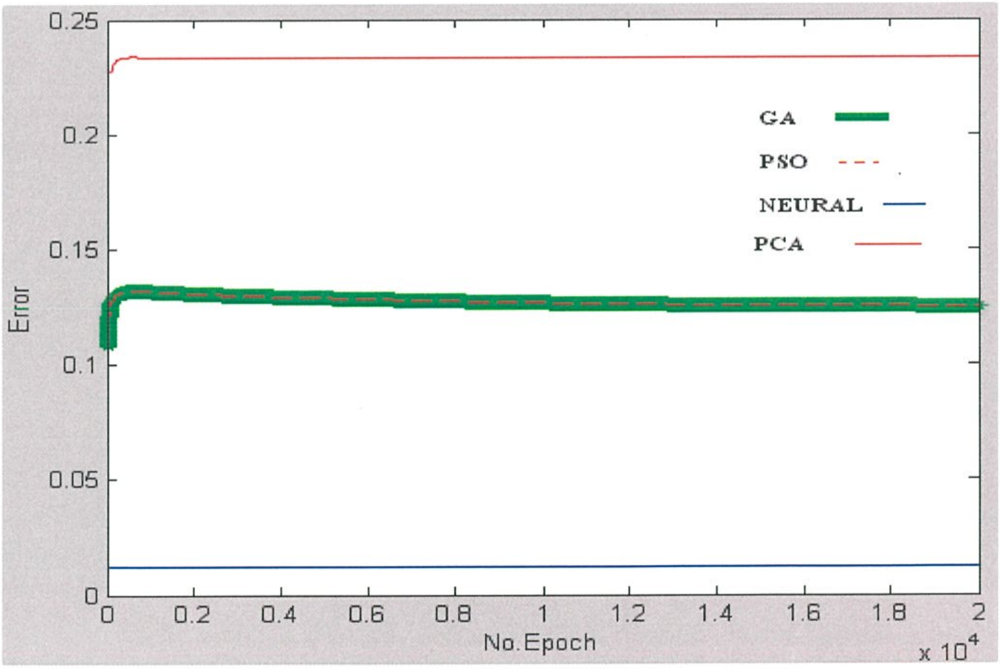
1) เนื้อดี

2) เนื้อร้าย

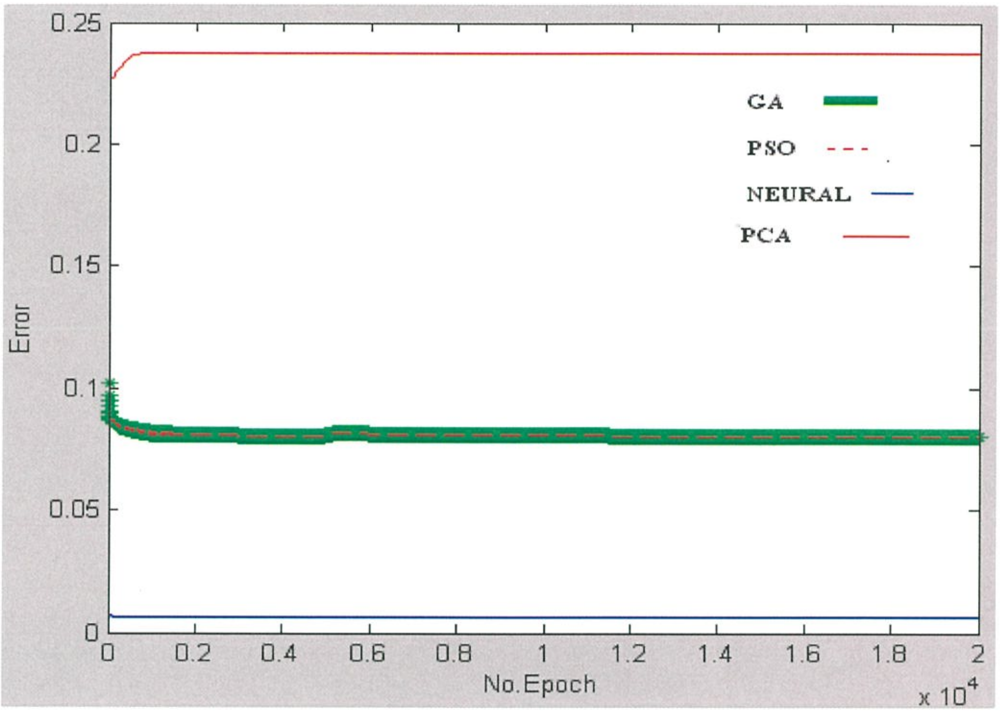
ซึ่งมีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 683 ชุด โดยได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ (Training Set) 589 ชุด และที่เหลือให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ(Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 94 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาท

เทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 10 โหนดสำหรับข้อมูลอินพุททั้งหมด 9 อินพุท และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 5,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน

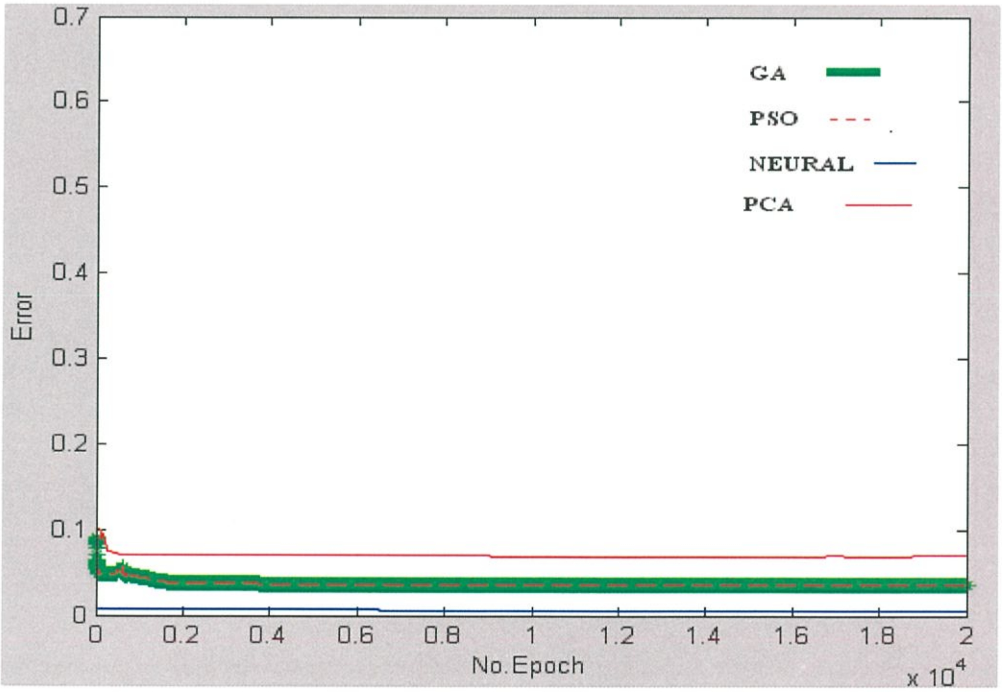
ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์ (Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Offspring ที่ดีที่สุด ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้



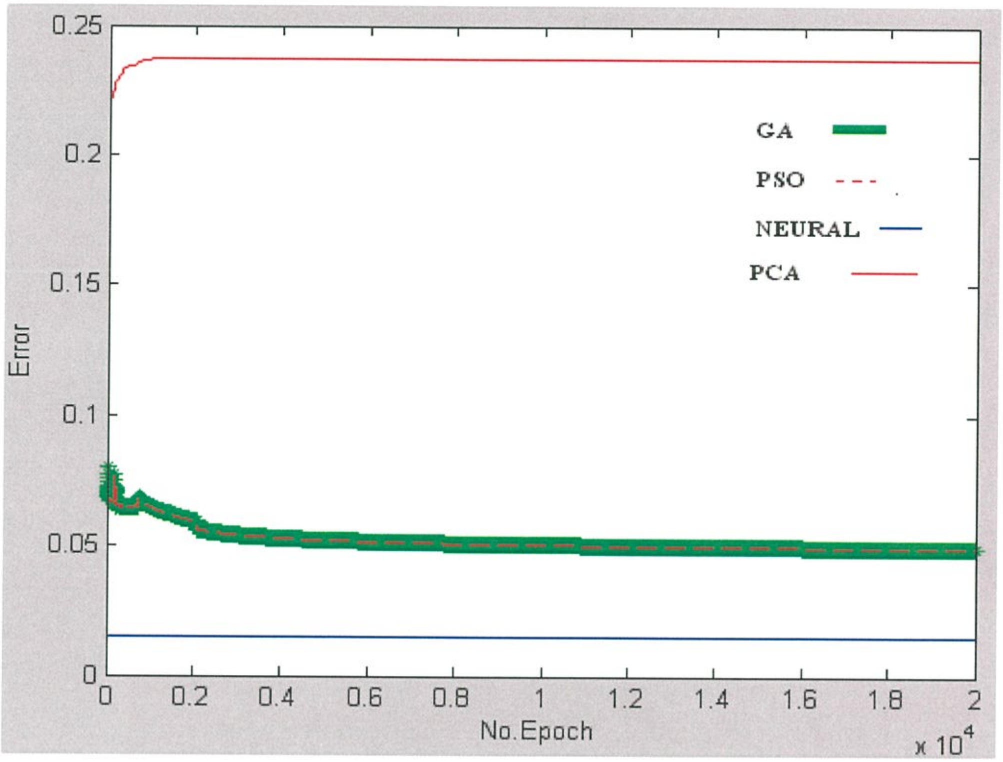
รูปที่ 4.16 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



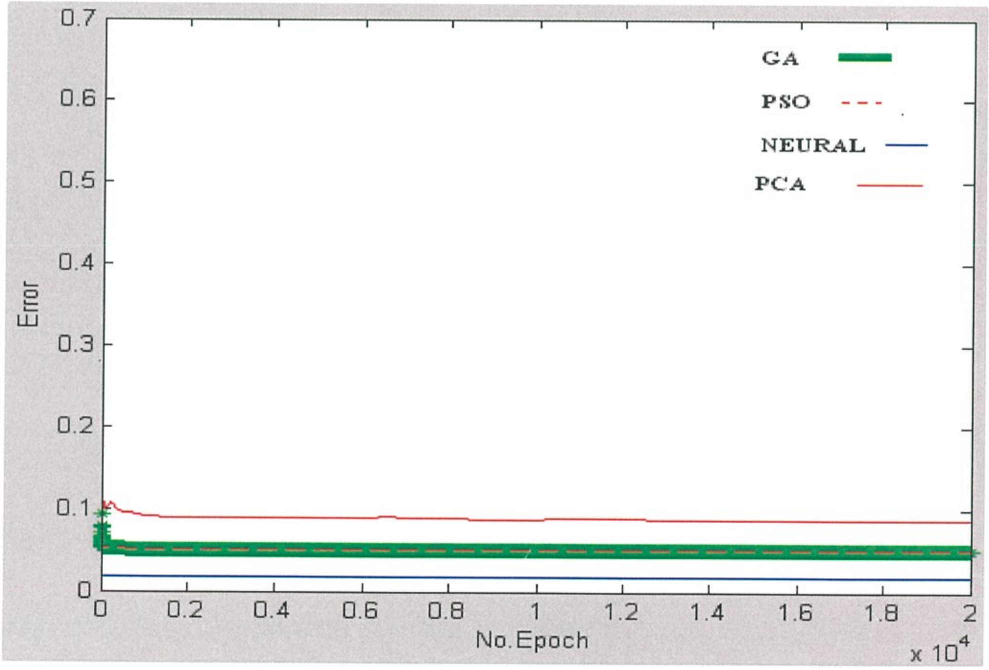
รูปที่ 4.17 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.18 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.19 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.20 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Cancer K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 20,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

จากตารางที่ 4.4 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความถูกต้องในการทำนายจากทั้งหมด 94 ตัว คอลัมภ์ที่ 6 บอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากคอลัมภ์ที่ 5 และในคอลัมภ์ที่ 7 และ 8 เป็นการแจกแจงถึงความถูกต้องในการทำนายก้อนเนื้อนั้น โดยในคอลัมภ์ที่ 7 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนายเนื้อดี ในคอลัมภ์ที่ 8 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนายเนื้อร้าย ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีข้อมูล 47 ตัว

ซึ่งจากตารางที่ได้มานั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความถูกต้องที่มากกว่ากันในบางครั้ง และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PSO นั้นเร็วกว่าและให้ค่าความถูกต้องที่มากกว่าด้วย

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Wisconsin breast cancer โดยบอกถึงเวลาและค่าความถูกต้องที่เกิดขึ้น

Breast Cancer		เวลา (วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ความถูกต้อง (94)	ความถูกต้อง (%)	1 (47)	2 (47)
ชุดที่ 1	Neural	921.385000	100.0000	83	88.2979	44	39
	PCA	882.940000	95.8275	52	55.3191	47	5
	GA	863.882000	93.7591	82	87.2340	40	42
	PSO	839.668000	91.1311	82	87.2340	40	42
ชุดที่ 2	Neural	919.822000	100.0000	91	96.8085	46	45
	PCA	880.986000	95.7779	47	50	47	0
	GA	865.024000	94.0425	89	94.6809	47	42
	PSO	842.522000	91.5962	89	94.6809	47	42
ชุดที่ 3	Neural	920.964000	100.0000	92	97.8723	46	46
	PCA	883.530000	95.9353	51	54.2553	47	4
	GA	869.921000	94.4577	89	94.6809	44	45
	PSO	850.713000	92.3720	89	94.6809	44	45
ชุดที่ 4	Neural	921.014000	100.0000	91	96.8085	47	44
	PCA	887.276000	96.3369	49	52.1277	47	2
	GA	867.427000	94.1817	90	95.7447	46	44
	PSO	847.970000	92.0692	90	95.7447	46	44
ชุดที่ 5	Neural	931.920000	100.0000	88	93.6170	42	46
	PCA	884.382000	94.8989	49	52.1277	47	2
	GA	877.511000	94.1616	87	92.5532	43	44
	PSO	853.778000	91.6149	87	92.5532	43	44
total	Neural	923.0210	100.0000	89.0000	94.6808	45.0000	44.0000
	PCA	883.8228	95.7553	49.6000	52.7660	47.0000	2.6000
	GA	868.7530	94.1205	87.4000	92.9787	44.0000	43.4000
	PSO	846.9302	91.7567	87.4000	92.9787	44.0000	43.4000

4.2.5 ชุดข้อมูล German Credit Data

เป็นชุดข้อมูลที่เป็นปัญหาบนโลกความเป็นจริง (Real-World Problem) โดยเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครดิตในการกู้ยืมเงิน โดยข้อมูลที่จะให้นั้นจะกำหนดให้เป็นอินพุทโดยมีจำนวนอินพุท 20 อินพุท ได้แก่

1) Status of existing checking account

2) Duration in month

3) Credit history

4) Purpose

5) Credit amount

6) Savings account/bonds

7) Present employment since

8) Installment rate in percentage of disposable income

9) Personal status and sex

10) Other debtors / guarantors

11) Present residence since

12) Property

13) Age in years

14) Other installment plans

15) Housing

16) Number of existing credits at this bank

17) Job

18) Number of people being liable to provide maintenance for

19) Telephone

20) Foreign worker

และได้มีเอาท์พุท 1 โหนด โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1) เครดิตดี

2) เครดิตไม่ดี

ซึ่งมีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 1,000 ชุด แบ่งเป็นข้อมูลที่ทำนายว่าเครดิตดี 700 ชุด และเครดิตไม่ดี 300 ชุด โดยได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ (Training Set) 480 ชุด โดยดึงข้อมูลที่เป็นเครดิตดี 240 ชุด และข้อมูลเป็นเครดิตไม่ดี 240 ชุด และที่เหลือสุ่มให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ (Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 120 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 10

โหนดสำหรับข้อมูลอินพุททั้งหมด 9 อินพุท และอีก 1 โหนดนั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 10,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน

ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์ (Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.4 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้ แต่ในการทดลองนี้นั้นได้กำหนดเงื่อนไขขึ้นมาใหม่โดย

ถ้า $0 \le C_{n,k} < 50$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 5

ถ้า $50 \le C_{n,k} < 100$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 10

ถ้า $100 \le C_{n,k} < 500$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 20

ถ้า $500 \le C_{n,k} < 1{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 30

ถ้า $1{,}000 \le C_{n,k} < 5{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 40

ถ้า $5{,}000 \le C_{n,k} < 10{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 50

ถ้า $10{,}000 \le C_{n,k} < 50{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 80

ถ้า $50{,}000 \le C_{n,k} < 100{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 100

ถ้า $C_{n,k} \ge 100{,}000$ แล้วค่าการซ้ำของ Offspring ที่ดีที่สุด = 120

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.1 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้ แต่ในการทดลองนี้นั้นได้กำหนดเงื่อนไขขึ้นมาใหม่โดย

ถ้า $0 \le C_{n,k} < 50$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 5

ถ้า $50 \le C_{n,k} < 100$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 10

ถ้า $100 \le C_{n,k} < 500$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 20

ถ้า $500 \le C_{n,k} < 1,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 30

ถ้า $1,000 \le C_{n,k} < 5,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 40

ถ้า $5,000 \le C_{n,k} < 10,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 50

ถ้า $10,000 \le C_{n,k} < 50,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 80

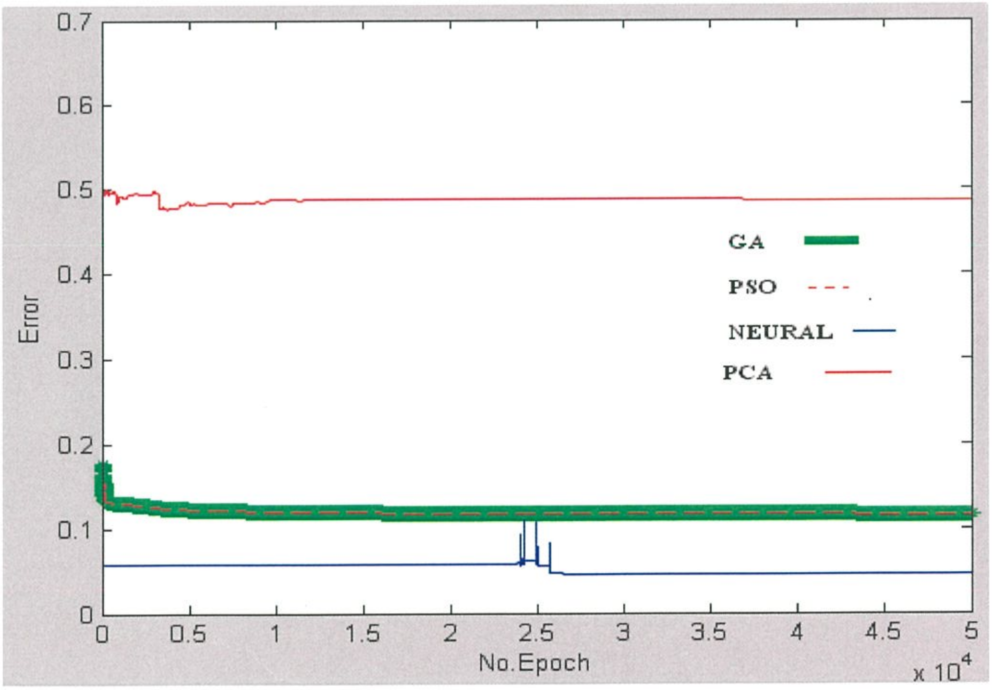
ถ้า $50,000 \le C_{n,k} < 100,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 100

ถ้า $C_{n,k} \ge 100,000$ แล้วค่าการซ้ำของ Gbest = 120

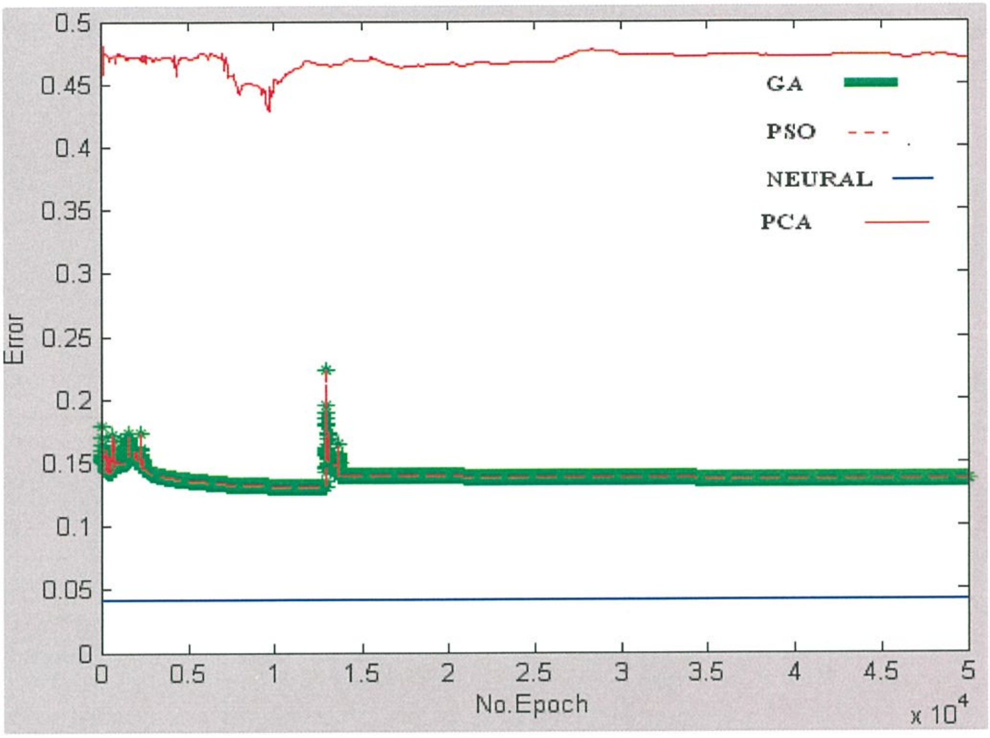
โดยสาเหตุที่ได้กำหนดค่าการซ้ำของ Gbest เป็นขั้นบันไดนั้นเกิดจากการที่ข้อมูลอินพุทนั้นมีจำนวนที่มากซึ่งทำให้เกิดการค้นหาเซตของข้อมูลอินพุทได้มากมายดังนั้นจึงได้กำหนดดังข้างต้น

ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์มออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

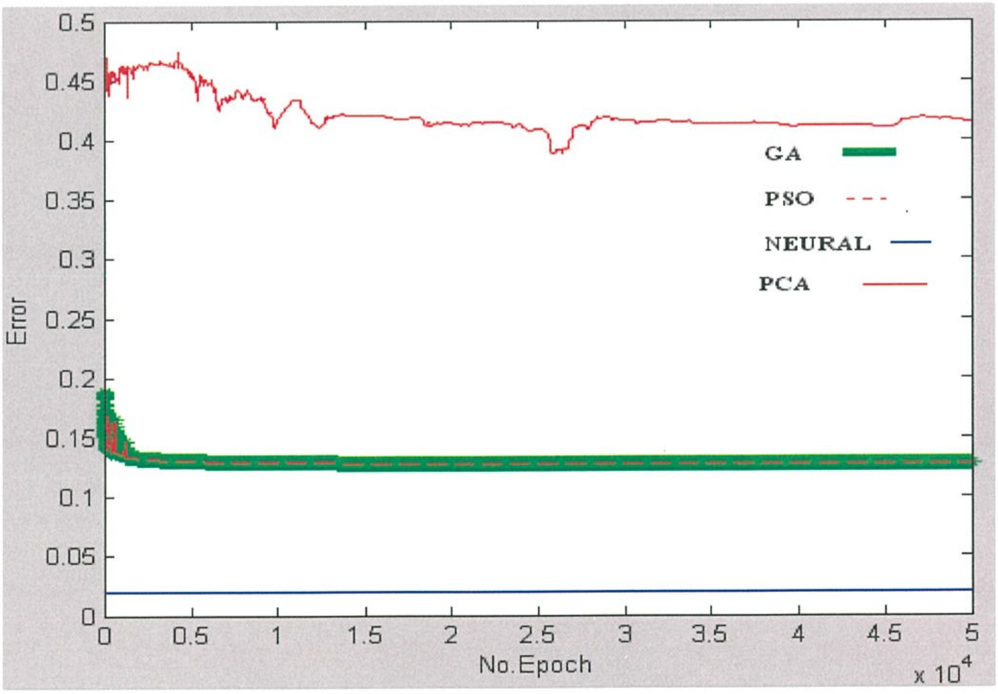
หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 50,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น



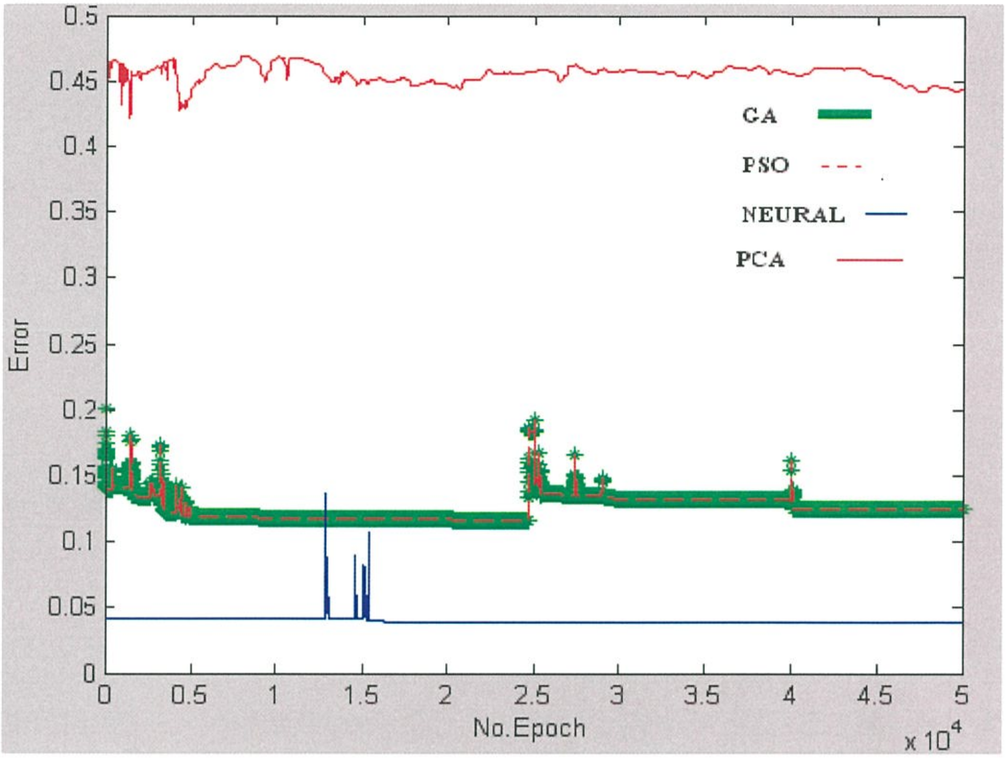
รูปที่ 4.21 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



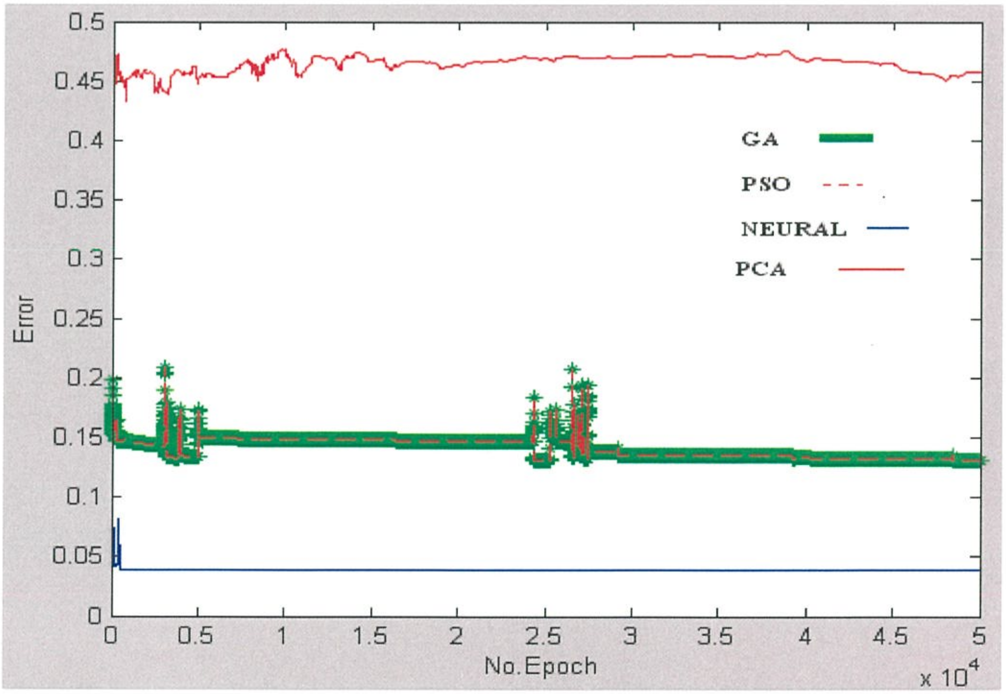
รูปที่ 4.22 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.23 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.24 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.25 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด German Credit K-Folding ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 50,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล German Credit Data โดยบอกถึงเวลาและค่าความถูกต้องที่เกิดขึ้น

German Credit		เวลา (วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ความถูกต้อง (120)	ความถูกต้อง (%)	เครดิตดี (60)	เครดิตไม่ดี (60)
ชุดที่ 1	Neural	4072.828000	100.0000	87	72.5000	47	40
	PCA	3619.031000	88.8579	64	53.3333	15	49
	GA	3725.953000	91.4832	81	67.5000	40	41
	PSO	3572.719000	87.7208	81	67.5000	40	41
ชุดที่ 2	Neural	4060.000000	100.0000	82	68.3333	38	44
	PCA	3636.265000	89.5632	65	54.1667	47	18
	GA	3861.047000	95.0997	80	66.6667	39	41
	PSO	3653.813000	89.9954	80	66.6667	39	41
ชุดที่ 3	Neural	4078.469000	100.0000	83	69.1667	41	42
	PCA	3626.609000	88.9208	64	53.3333	18	46
	GA	3784.938000	92.8029	81	67.5000	41	40
	PSO	3605.094000	88.3933	81	67.5000	41	40
ชุดที่ 4	Neural	4077.359000	100.0000	86	71.6667	41	45
	PCA	3630.391000	89.0378	79	65.8333	40	39
	GA	3890.046000	95.4060	80	66.6667	45	35
	PSO	3686.640000	90.4174	80	66.6667	45	35
ชุดที่ 5	Neural	4060.016000	100.0000	79	65.8333	36	43
	PCA	3637.125000	89.5840	68	56.6667	23	45
	GA	3910.734000	96.3231	76	63.3333	30	46
	PSO	3712.937000	91.4513	76	63.3333	30	46
total	Neural	4069.043000	100.0000	83.4000	69.5000	40.6000	42.8000
	PCA	3629.891000	89.1927	68	56.6667	28.6000	39.4000
	GA	3834.582000	94.2230	79.6000	66.3333	39.0000	40.6000
	PSO	3646.239000	89.5956	79.6000	66.3333	39.0000	40.6000

จากตารางที่ 4.5 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความถูกต้องในการทำนายจากทั้งหมด 120 ตัว คอลัมภ์ที่ 6 บอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากคอลัมภ์ที่ 5 และในคอลัมภ์ที่ 7 และ 8 เป็นการแจกแจงถึงความถูกต้องในการทำนายเครดิต โดยในคอลัมภ์ที่ 7 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนายเครดิตที่ดี ในคอลัมภ์ที่ 8 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนายเครดิตที่ไม่ดี ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีข้อมูล 60 ตัว

ซึ่งจากตารางที่ได้มานั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความถูกต้องที่เท่ากัน และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PCA นั้นเร็วกว่าและแต่ให้ค่าความถูกต้องที่น้อยกว่าด้วย

4.2.6 ชุดข้อมูล Separate Linear Data

$$Y = \begin{cases} -1 & \text{if } X_1 < X_2 \\ 1 & \text{if } X_1 > X_2 \end{cases}$$

X_1, X_2, X_3, X_4 คืออินพุท โดยเป็นค่าที่สุ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0-1 มีทั้งหมด 250 ชุด

Y คือค่าเอาท์พุทที่ได้จากสมการ มีทั้งหมด 250 ชุด

ซึ่งหลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงได้มีการแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ (Training Set) 200 ชุด และที่เหลือให้เป็นข้อมูลในการทดสอบ(Test Set) ซึ่งจะมีข้อมูล 50 ชุด และได้มีการทดสอบโดยใช้วิธี K-Folding ซึ่งได้มีการทดสอบ 5 ครั้ง โดยได้มีการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ให้มี 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุท (Input Layer) ซึ่งมี 4 โหนดสำหรับ X_1, X_2, X_3, X_4 และอีก 1 โหนด

นั้นได้แก่โหนดของไบแอสซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็น -1 ชั้นถัดมาคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) ได้กำหนดให้มี 5 โหนด โดยเป็นโหนดของไบแอส 1 โหนด โดยได้กำหนดค่าให้เป็น -1 และชั้นสุดท้ายได้แก่ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ได้กำหนดให้มี 1 โหนด เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าน้ำหนักระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นซ่อน และค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นเอาท์พุทนั้นได้กำหนดค่าเริ่มต้นแบบสุ่มอยู่ที่ 0-1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ใช้วิธีการของ Backpropagation (BP) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าคงที่ในการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.1 และได้ใช้ Transfer Function คือ Sigmoid Function และได้กำหนดให้มีการเรียนรู้ในช่วงแรกของโครงข่ายประสาทเทียมคือ 5,000 รอบ โดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น ได้กำหนดขึ้นมาจากการสังเกตจากการให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้จนครบจำนวนรอบเบื้องต้นแล้วได้กำหนดขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตการทำงานได้อย่างชัดเจน

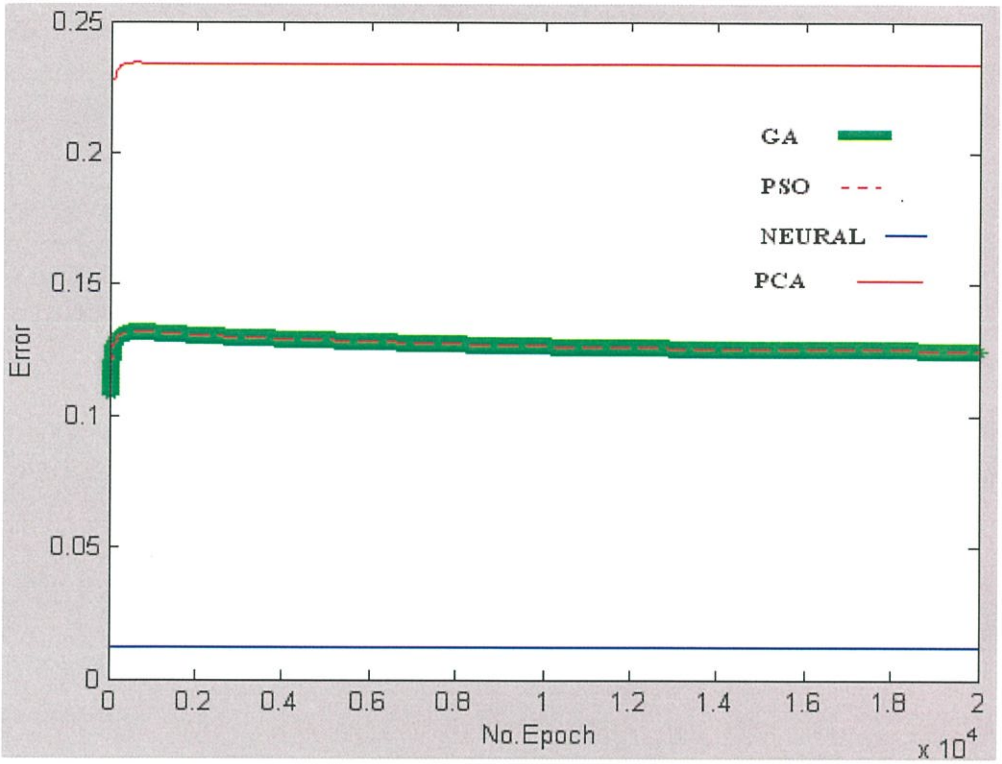
ในการใช้วิธีเจเนติก อัลกอริธึมนั้นได้มีการกำหนดจำนวนพาเรนท์ (Parent) เริ่มต้น 4 พาเรนท์ กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Offspring ที่ดีที่สุดได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

ในการใช้วิธีพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ได้มีการกำหนดจำนวนพาร์ติเคิลในการค้นหาคือ 2 พาร์ติเคิล และได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือ 0.2 และอัตราการเรียนรู้ของ Gbest : Pbest : Random = 0.6 :0.3 :0.1 โดยค่าคงที่ที่ใช้ในการตรวจสอบการซ้ำกันของค่า Gbest ได้แก่ $C_{n,k} \div 4$ โดย n หมายถึงจำนวนอินพุททั้งหมด และ k หมายถึงจำนวนอินพุทที่ต้องการใช้

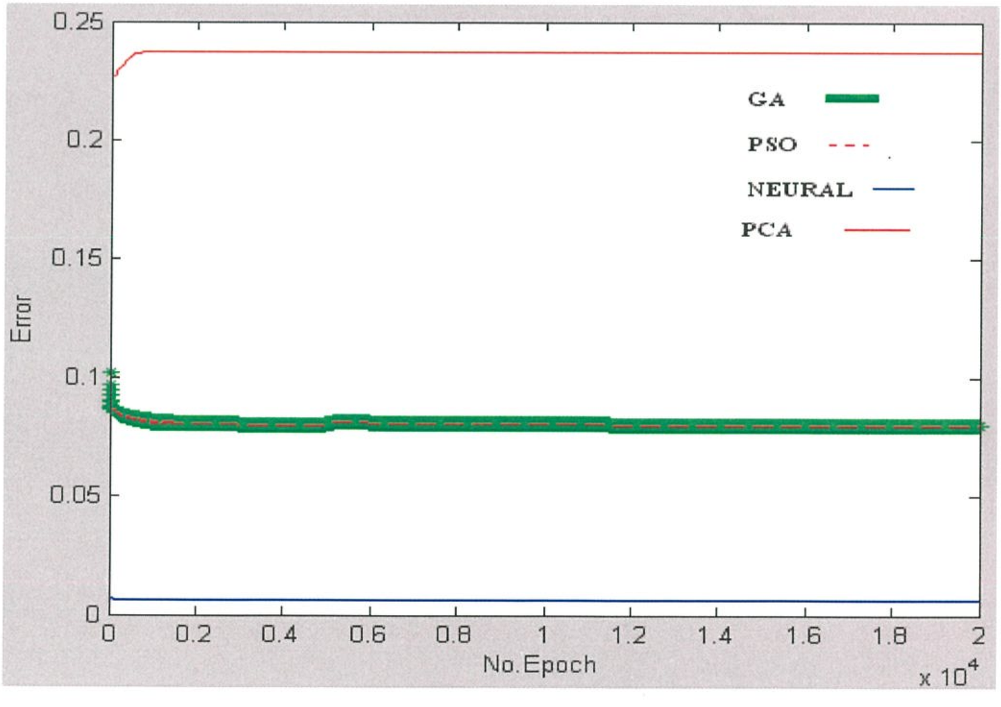
ในการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นให้ทำหลังจากที่ได้ใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น แล้วดูว่าต้องการใช้จำนวนฟีเจอร์เท่าไร หลังจากนั้นจึงกำหนดว่าให้ใช้องค์ประกอบเป็นจำนวนเท่าไร หลังจากนั้นจึงใช้องค์ประกอบที่หามาได้เป็นอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

หลังจากที่ได้ใช้วิธีทั้งสามวิธีในการหาอินพุทที่ควรจะตัดออกแล้วได้นำไปทดสอบต่อในโครงข่ายประสาทเทียมเดิมโดยให้มีการเรียนรู้จำนวน 20,000 รอบ หลังจากนั้นจึงได้ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) หาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

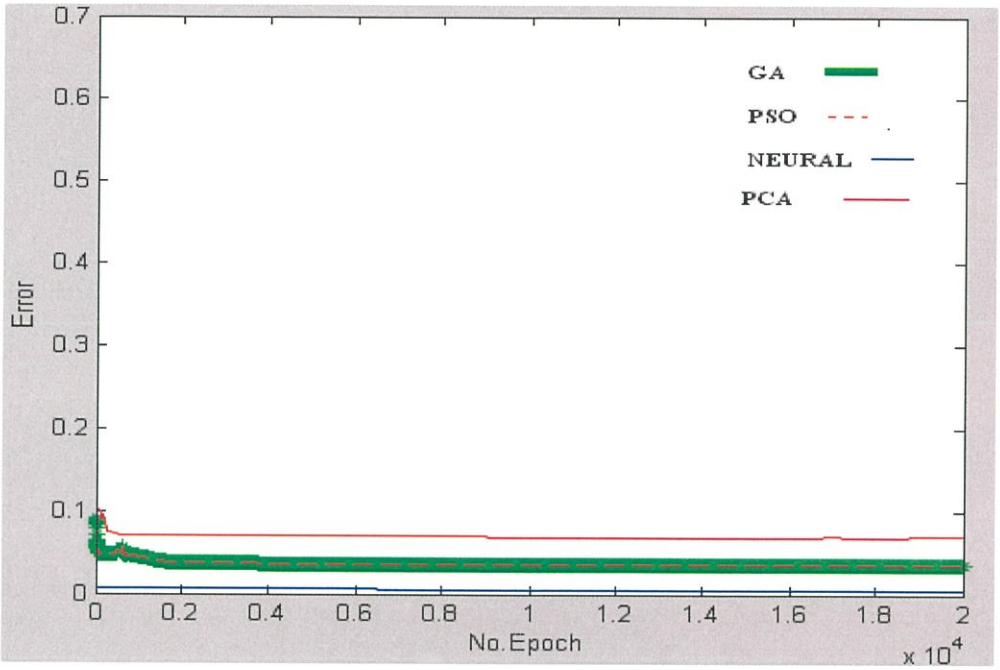
จากตารางที่ 4.6 ในคอลัมภ์ที่ 1 ได้บอกถึงการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด และในแถวสุดท้ายบอกถึงสรุป โดยในคอลัมภ์ที่ 2 บอกถึงวิธีในการทำงานซึ่งหมายถึงในข้อมูลแต่ละชุดได้มีการทำงาน 3 แบบด้วยกันได้แก่ Neural หมายถึงการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อโดยใช้ข้อมูลอินพุทครบทุกตัว, PCA หมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการเลือกอินพุทที่ต้องการก่อน หลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ, GA หมายถึงการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึมในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ



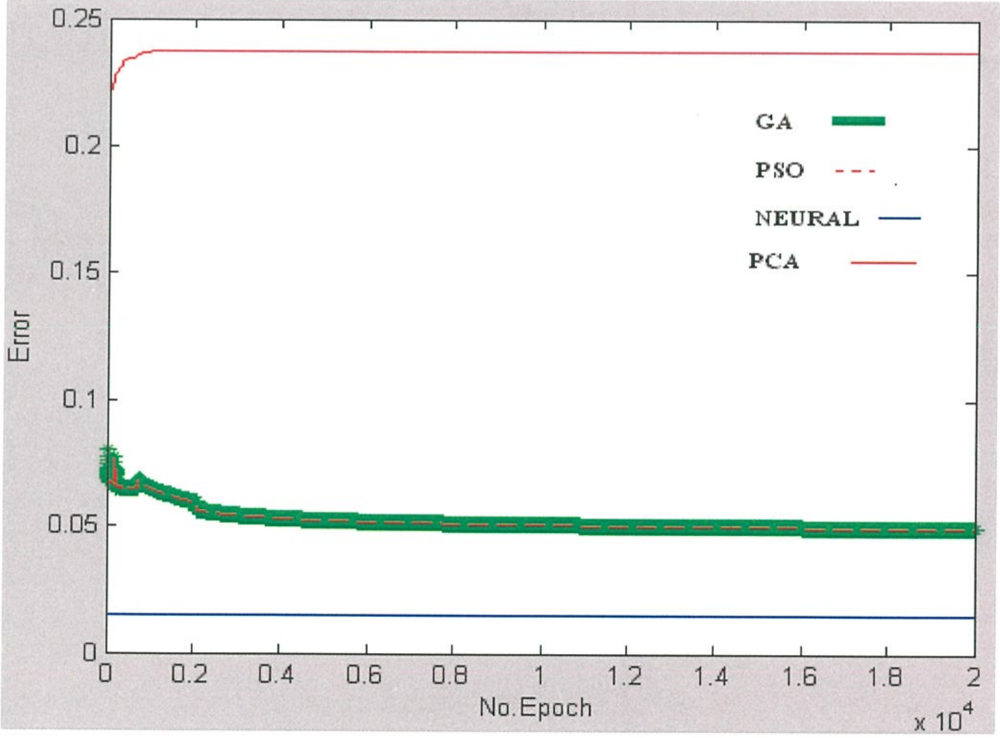
รูปที่ 4.26 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 1 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



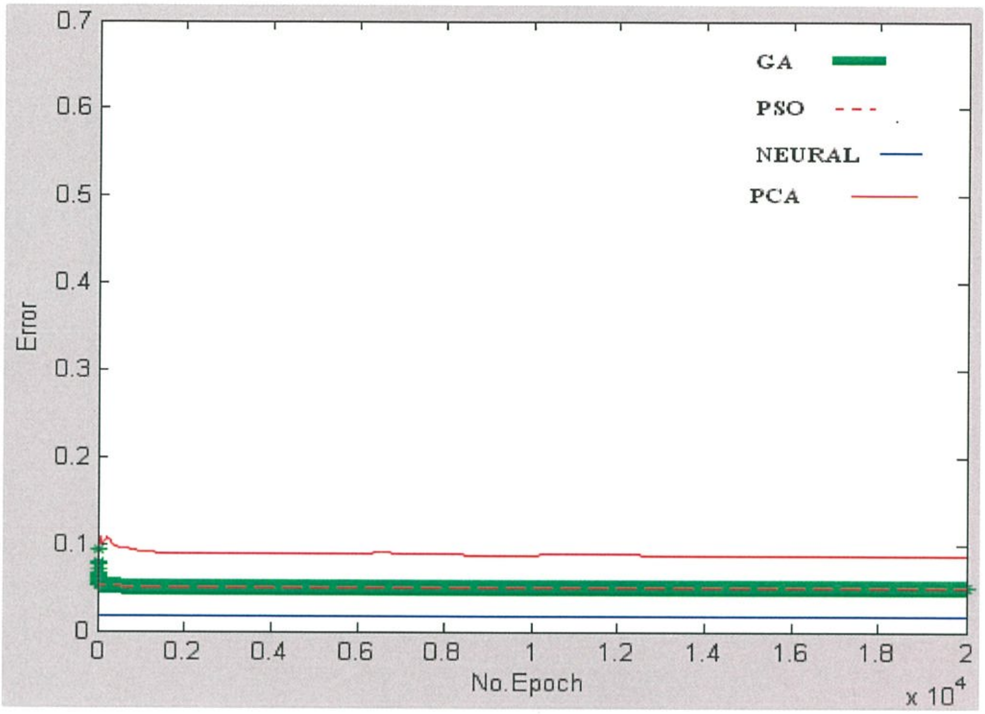
รูปที่ 4.27 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 2 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.28 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 3 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.29 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data K-Folding ชุดที่ 4 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.30 แสดงถึงค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุด Separate Linear Data ชุดที่ 5 ในแต่ละรอบของทั้งหมด 20,000 รอบ ในระหว่างการทำงาน

และ PSO หมายถึงการใช้เทคนิคพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการเลือกตัวอินพุทที่ต้องการก่อนหลังจากนั้นจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำงานต่อ ในคอลัมภ์ที่ 3 บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละเทคนิคโดยบอกในหน่วยวินาที ในคอลัมภ์ที่ 4 บอกถึงเวลาที่ใช้จากคอลัมภ์ที่ 3 เมื่อเทียบกับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลอินพุททุกตัวแล้วคำนวณออกมาในหน่วยเปอร์เซนต์ ในคอลัมภ์ที่ 5 บอกถึงค่าความถูกต้องในการทำนายจากทั้งหมด 50 ตัว คอลัมภ์ที่ 6 บอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากคอลัมภ์ที่ 5 และในคอลัมภ์ที่ 7 และ 8 เป็นการแจกแจงถึงความถูกต้องในการทำนายว่าได้กลุ่มใด โดยในคอลัมภ์ที่ 7 แสดงถึงความถูกต้องในการกลุ่มที่ 1 ในคอลัมภ์ที่ 8 แสดงถึงความถูกต้องในการทำนายกลุ่มที่ 2 ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีข้อมูล 25 ตัว

ซึ่งจากตารางที่ได้มานั้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการใช้เทคนิค GA และเทคนิค PSO ในการเลือกตัวอินพุทก่อนที่จะให้เรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมก่อนนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แต่ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเทคนิค GA และเทคนิค PSO นั้นปรากฏว่าเทคนิค PSO นั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าโดยมีค่าความถูกต้องที่มากกว่ากันในบางครั้ง และถ้าหากเปรียบเทียบระหว่าง PSO กับ PCA แล้วสามารถบอกได้ว่าการทำงานของ PSO นั้นเร็วกว่าและให้ค่าความถูกต้องที่มากกว่าด้วย

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูล Separate Linear Data โดยบอกถึงเวลาและค่าความถูกต้องที่เกิดขึ้น

Separate Linear		เวลา (วินาที)	เวลาที่ใช้ (%)	ความถูกต้อง (50)	ความถูกต้อง (%)	กลุ่ม 1 (25)	กลุ่ม 2 (25)
ชุดที่ 1	Neural	534.609000	100.0000	22	44	5	17
	PCA	531.783000	88.8579	23	46	5	18
	GA	511.415000	91.4832	25	50	20	5
	PSO	509.222000	87.7208	25	50	20	5
ชุดที่ 2	Neural	535.800000	100.0000	28	56	11	17
	PCA	533.125000	89.5632	22	44	4	18
	GA	515.551000	95.0997	25	50	18	7
	PSO	508.241000	89.9954	25	50	18	7
ชุดที่ 3	Neural	535.600000	100.0000	26	52	3	15
	PCA	534.656000	88.9208	21	42	11	10
	GA	511.866000	88.9208	24	48	10	14
	PSO	507.400000	88.3933	24	48	10	14
ชุดที่ 4	Neural	528.780000	100.0000	27	54	4	23
	PCA	527.391000	89.0378	23	46	0	23
	GA	505.567000	95.4060	24	48	5	19
	PSO	500.140000	90.4174	24	48	5	19
ชุดที่ 5	Neural	597.689000	100.0000	27	54	18	9
	PCA	595.125000	89.5840	24	48	19	5
	GA	573.535000	96.3231	31	62	21	10
	PSO	565.583000	91.4513	31	62	21	10
total	Neural	546.4956	100.0000	26.0000	52.0000	8.2000	16.2000
	PCA	544.4160	89.1927	22.6000	45.2000	7.8000	14.8000
	GA	523.5868	93.4466	25.8000	51.6000	14.8000	11.0000
	PSO	518.1172	89.5956	25.8000	51.6000	14.8000	11.0000

4.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานโดยใช้ข้อมูลทั้ง 5 ชุดของการเลือกอินพุทโดย พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น การเลือกอินพุทโดยเจเนติก อัลกอริธึม และการใช้ข้อมูลอินพุททั้งหมดทุกตัวเมื่อเปรียบเทียบในด้านเวลากันแล้วปรากฏว่าการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นและเจเนติกอัลกอริธึมนั้นจะเร็วกว่าการใช้ข้อมูลอินพุททั้งหมดทุกตัว เนื่องจากว่าเมื่อมีการเลือกอินพุทที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้แล้วจะทำให้การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นเรียนรู้น้อยลง ดังนั้นเวลาในการทำงานทั้งหมดจึงเร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้อมูลอินพุททุกตัว และถ้าหากเปรียบเทียบเฉพาะการเลือกอินพุทโดย พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น กับเจเนติก อัลกอริธึม ก็จะพบว่าการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น จะเร็วกว่าเจเนติก อัลกอริธึม เพราะการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นนั้นมีการศึกษาจากการทำงานในรอบก่อนหน้านั้น นั่นคือมีการเรียนรู้จากค่า gbest, pbest และได้ออกแบบวิธีการปรับค่าแต่ละพาร์ติเคิลให้มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองด้วย แต่การทำงานของเจเนติก อัลกอริธึมนั้นในการปรับค่าโครโมโซมแต่ละครั้งนั้นเกิดจากการสุ่มจึงทำให้ใช้เวลาในการทำงานมากกว่าพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นนั่นเอง

และในการเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น กับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าในจำนวนข้อมูลอินพุทที่มากขึ้นนั้นมีผลต่อการทำงานของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น นั่นคือถ้าหากมีจำนวนข้อมูลอินพุทที่มากแล้วการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะทำงานได้รวดเร็วกว่า แต่จากการทดลองทั้ง 6 ชุด นั้นสามารถสังเกตได้ว่าพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นนั้นสามารถทำงานได้ถูกต้องมากกว่าการทำงานของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

ในบทที่ 5 จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคตต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันได้มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้กับงานต่างๆมากมาย โดยประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ทางด้านเวลาและทางด้านความถูกต้อง และโดยทั่วไปนั้นถ้าหากจะให้ประสิทธิภาพทางด้านความถูกต้องดีขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพทางด้านเวลาลดลง แต่ถ้าหากต้องการให้ประสิทธิภาพทางด้านเวลาดีขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพทางด้านความถูกต้องลดลง จึงได้มีแนวคิดที่จะรวมประสิทธิภาพทั้งสองด้านเข้าด้วยกันนั่นคือให้ได้ประสิทธิภาพทางด้านเวลาดีขึ้นแต่ประสิทธิภาพทางด้านความถูกต้องก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ด้วย โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาวิธีในที่จะทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ซึ่งโดยปกตินั้นโครงข่ายประสาทเทียมจะทำงานได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับกระบวนการในการเรียนรู้ โดยการทำงานในการเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนอินพุท จำนวนฟีเจอร์ จำนวนโหนดในชั้นซ่อน และจำนวนชั้นซ่อน ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาในส่วนของจำนวนฟีเจอร์ว่าจะทำอย่างไรให้มีจำนวนฟีเจอร์ให้น้อยลงได้บ้าง โดยที่ยังให้ค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และได้ศึกษากระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมแบบต่างๆ จึงได้ตัดสินใจใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ในการนำมาประยุกต์ใช้กับการเลือกฟีเจอร์สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม เหตุผลในการเลือกพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น นั้นได้แก่ สามารถใช้ได้กับข้อมูลทุกประเภท และสามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้นกว่าวิธีของเจเนติก อัลกอริธึม ซึ่งเหตุผลในการที่ทำงานได้รวดเร็วกว่าเจเนติก อัลกอริธึม นั้นมาจากการที่พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นเป็นการทำงานร่วมกันของพาร์ติเคิลทั้งหมด จึงทำงานได้รวดเร็วกว่านั่นเอง ซึ่งจากผลการทดลองเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันแนวคิดที่ว่าการเลือกฟีเจอร์โดยใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น นั้นเร็วกว่าการเลือกฟีเจอร์โดยใช้เจเนติก อัลกอริธึมนั่นเอง โดยที่ค่าความผิดพลาดนั้นก็ยังอยู่ในเกณฑ์ของค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ด้วย และในการเปรียบเทียบกับการเลือกฟีเจอร์โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแล้ว ในวิธีของพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นนั้นสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าในจำนวนข้อมูลอินพุทที่ไม่มากนัก แต่ถ้าหากจำนวนข้อมูลอินพุทมากขึ้นแล้วการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักก็จะใช้เวลาที่น้อยกว่า โดยที่ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น ไม่ว่าจำนวนข้อมูลอินพุทจะมากหรือน้อยนั้น ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นก็จะน้อยกว่าเสมอ ซึ่งจากการทดลองทั้งหมดจึงสรุปได้ว่าถ้าหากนำพาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นมาประยุกต์ใช้กับการเลือกข้อมูลอินพุทก็จะทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทางด้านเวลามากขึ้น โดยที่ค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ด้วย

5.1 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

ประสิทธิภาพทางด้านเวลาของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นขึ้นอยู่กับการทำงานในส่วนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลอินพุท จำนวนค่าน้ำหนักที่เชื่อมโหนดต่างๆ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้สนใจในส่วนของจำนวนข้อมูลอินพุท โดยพยายามที่จะลดจำนวนข้อมูลอินพุทให้น้อยที่สุดที่ยังให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ซึ่งถ้าหากสามารถลดจำนวนค่าน้ำหนักที่เชื่อมโหนดต่างๆหรือจำนวนโหนดในชั้นซ่อนได้โดยที่ยังให้ค่าความผิดพลาดน้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ก็จะทำให้เวลาในการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมลดลงได้เช่นกัน ดังนั้นในการทำวิจัยในอนาคตต่อไปนั้นถ้าหากลองศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์เทคนิคการใช้พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่นของงานวิจัยชิ้นนี้เข้ากับการเลือกค่าน้ำหนักที่เชื่อมโหนดต่างๆ หรือจำนวนโหนดในชั้นซ่อน ก็จะทำให้การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพทางด้านเวลามากขึ้นด้วย

บรรณานุกรม

[1] แจ่มจันทร์ คงปาน. 2548. "พาร์ติเคิล สวอร์ม ออพติไมเซชั่น". สัมมนา1. (เล่ม 1/3) กรุงเทพมหานครฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] C. Nidapan and Q. Yulu, **"Genetic Algorithms in Feature Selection,"** Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks, Vol. 5, pp.538 – 540, Oct 1999.

[3] G. Castellano and A. M. Fanelli, **"Feature Selection: a Neural Approach,"** Proc. IEEE int'l conf. on Neural Networks, pp. 1942-1948, 1995.

[4] H. B. Kamepalli, **"The optimal basics for GAs,"** IEEE Potentials, Vol. 20, pp. 25-27, Apr-May 2001.

[5] H. B. Liu, Y. Y. Tang, Y. Ji and J. Meng, **"Neural Network Learning Using Vbest Model Particle Swarm Optimisation,"** Prceedings of the Third IEEE International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Vol. 5, pp.3157-3159, Aug 2004.

[6] J. Kennedy and R. Eberhart, **"Particle Sarm Optimization,"** Proc. IEEE int'l conf. on Neural Networks, pp. 1942-1948, 1995.

[7] J. M. Zurada, M. Aleksander and C. Ian, **"Sensitivity Analysis for Minimization of Input Data Dimension for Feedforward Neural Network,"** IEEE Symposium on Circuits and Systems, pages 447--450, 1994.

[8] P. E. Andries, **"A New Pruning Heuristic Based on Variance Analysis of Sensitivity Information,"** IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 12, No. 6, pp. 1386-1399, Nov 2001.

[9] R. Battiti, **"Using Mutual Information for Selecting Features in Supervised Neural Net Learning,"** IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 5, No. 4, pp. 537-550, July 1994.

[10] R. Mendes, P. Cortez, M. Rocha and J. Neves, **"Particle Swarms for Feedforward Neural Network Training,"**, Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 2, pp. 1895-1899, May 2002.

[11] R. Reed, **"Pruning Algorithms-A Survey,"** IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 4, pp. 740-747, Sep 1993.

[12] S. Y. Zhao, **"Rule Induction from Numerical Data Based on Rough Sets Theory,"**

Prceedings of the Fifth IEEE International Conference on Machine Learning and Cybernetics, pp. 2294 - 2299, Aug 2006.

[13] V. Onnia, M. Tico and J. Saarinen, **"Feature Selection Method Using Neural Network,"** Proc. IEEE int'l conf. on Neural Networks, pp. 1942-1948, 1995.

[14] X. Hu and S. Regina. 1995 **"Knowledge Discovery in Databases: An Attribute-Oriented Rough Set Approach,"** A Thesis Submitted to The Faculty of Graduate studies and Research and Partial Fulfilment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy USA.: University of Regina.

[15] Z. Pawlak, "**Why rough sets?**," Prceedings of the Fifth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1996., Vol. 2, 8-11 sep 1996, pp. 738-743 vol.2.

[16] [Online]. Available : **http://www.arch.columbia.edu/DDL/cad/A4513/S2001/r7/.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.1

ข้อมูล Boston Housing Data

1. Cr per capita crime rate by town มีค่า Cr*1/100
2. Zn proportion of residential land zoned for lots over 25,000 sq.ft.
3. In proportion of non-retail business acres per town
4. Ch Charles River dummy variable (= 1 if tract bounds river; 0 otherwise)
5. Nx nitric oxides concentration (parts per 10 million)
6. Rm average number of rooms per dwelling
7. Ag proportion of owner-occupied units built prior to 1940
8. Di weighted distances to five Boston employment centres
9. Ra index of accessibility to radial highways
10. Ta full-value property-tax rate per $10,000
11. Pt pupil-teacher ratio by town
12. B 1000(Bk - 0.63)^2 where Bk is the proportion of blacks by town
13. Ls % lower status of the population
14. Me Median value of owner-occupied homes in $1000's

ตารางที่ ก.1 แสดงข้อมูล Boston Housing

Cr	Zn	In	Ch	No	Rm	Ag	Di	Ra	Ta	Pt	B	Ls	Me
0.06	18	2.31	0	0.54	6.58	65.2	4.09	1	296	15.3	39.7	5.0	24
0.27	0	7.07	0	0.47	6.42	78.9	4.97	2	242	17.8	39.7	9.1	21.6
0.27	0	7.07	0	0.47	7.19	61.1	4.97	2	242	17.8	39.3	4.0	34.7
0.32	0	2.18	0	0.46	7.00	45.8	6.06	3	222	18.7	39.5	2.9	33.4
0.69	0	2.18	0	0.46	7.15	54.2	6.06	3	222	18.7	39.7	5.3	36.2
0.30	0	2.18	0	0.46	6.43	58.7	6.06	3	222	18.7	39.4	5.2	28.7
0.88	12.5	7.87	0	0.52	6.01	66.6	5.56	5	311	15.2	39.6	12.4	22.9
1.45	12.5	7.87	0	0.52	6.17	96.1	5.95	5	311	15.2	39.7	19.2	27.1
2.11	12.5	7.87	0	0.52	5.63	100	6.08	5	311	15.2	38.7	29.9	16.5
1.70	12.5	7.87	0	0.52	6.00	85.9	6.59	5	311	15.2	38.7	17.1	18.9
2.25	12.5	7.87	0	0.52	6.38	94.3	6.35	5	311	15.2	39.3	20.5	15

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

1.17	12.5	7.87	0	0.52	6.01	82.9	6.23	5	311	15.2	39.7	13.3	18.9
0.94	12.5	7.87	0	0.52	5.89	39	5.45	5	311	15.2	39.1	15.7	21.7
6.30	0	8.14	0	0.54	5.95	61.8	4.71	4	307	21	39.7	8.3	20.4
6.38	0	8.14	0	0.54	6.10	84.5	4.46	4	307	21	38.0	10.3	18.2
6.27	0	8.14	0	0.54	5.83	56.5	4.50	4	307	21	39.6	8.5	19.9
10.54	0	8.14	0	0.54	5.94	29.3	4.50	4	307	21	38.7	6.6	23.1
7.84	0	8.14	0	0.54	5.99	81.7	4.26	4	307	21	38.7	14.7	17.5
8.03	0	8.14	0	0.54	5.46	36.6	3.80	4	307	21	28.9	11.7	20.2
7.26	0	8.14	0	0.54	5.73	69.5	3.80	4	307	21	39.1	11.3	18.2
12.52	0	8.14	0	0.54	5.57	98.1	3.80	4	307	21	37.7	21.0	13.6
8.52	0	8.14	0	0.54	5.97	89.2	4.01	4	307	21	39.3	13.8	19.6
12.32	0	8.14	0	0.54	6.14	91.7	3.98	4	307	21	39.7	18.7	15.2
9.88	0	8.14	0	0.54	5.81	100	4.10	4	307	21	39.5	19.9	14.5
7.50	0	8.14	0	0.54	5.92	94.1	4.40	4	307	21	39.4	16.3	15.6
8.41	0	8.14	0	0.54	5.60	85.7	4.45	4	307	21	30.3	16.5	13.9
6.72	0	8.14	0	0.54	5.81	90.3	4.68	4	307	21	37.7	14.8	16.6
9.56	0	8.14	0	0.54	6.05	88.8	4.45	4	307	21	30.6	17.3	14.8
7.73	0	8.14	0	0.54	6.50	94.4	4.45	4	307	21	38.8	12.8	18.4
10.02	0	8.14	0	0.54	6.67	87.3	4.24	4	307	21	38.0	12.0	21
11.31	0	8.14	0	0.54	5.71	94.1	4.23	4	307	21	36.0	22.6	12.7
13.55	0	8.14	0	0.54	6.07	100	4.18	4	307	21	37.7	13.0	14.5
13.88	0	8.14	0	0.54	5.95	82	3.99	4	307	21	23.3	27.7	13.2
11.52	0	8.14	0	0.54	5.70	95	3.79	4	307	21	35.9	18.4	13.1
16.13	0	8.14	0	0.54	6.10	96.9	3.76	4	307	21	24.8	20.3	13.5
0.64	0	5.96	0	0.50	5.93	68.2	3.36	5	279	19.2	39.7	9.7	18.9
0.97	0	5.96	0	0.50	5.84	61.4	3.38	5	279	19.2	37.8	11.4	20
0.80	0	5.96	0	0.50	5.85	41.5	3.93	5	279	19.2	39.7	8.8	21
1.75	0	5.96	0	0.50	5.97	30.2	3.85	5	279	19.2	39.3	10.1	24.7
0.28	75	2.95	0	0.43	6.60	21.8	5.40	3	252	18.3	39.6	4.3	30.8
0.34	75	2.95	0	0.43	7.02	15.8	5.40	3	252	18.3	39.6	2.0	34.9
1.27	0	6.91	0	0.45	6.77	2.9	5.72	3	233	17.9	38.5	4.8	26.6
1.42	0	6.91	0	0.45	6.17	6.6	5.72	3	233	17.9	38.3	5.8	25.3
1.59	0	6.91	0	0.45	6.21	6.5	5.72	3	233	17.9	39.4	7.4	24.7
1.23	0	6.91	0	0.45	6.07	40	5.72	3	233	17.9	38.9	9.6	21.2

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

1.71	0	6.91	0	0.45	5.68	33.8	5.10	3	233	17.9	39.7	10.2	19.3
1.88	0	6.91	0	0.45	5.79	33.3	5.10	3	233	17.9	39.7	14.2	20
2.29	0	6.91	0	0.45	6.03	85.5	5.69	3	233	17.9	39.3	18.8	16.6
2.54	0	6.91	0	0.45	5.40	95.3	5.87	3	233	17.9	39.7	30.8	14.4
2.20	0	6.91	0	0.45	5.60	62	6.09	3	233	17.9	39.7	16.2	19.4
0.89	21	5.64	0	0.44	5.96	45.7	6.81	4	243	16.8	39.6	13.5	19.7
0.43	21	5.64	0	0.44	6.12	63	6.81	4	243	16.8	39.4	9.4	20.5
0.54	21	5.64	0	0.44	6.51	21.1	6.81	4	243	16.8	39.7	5.3	25
0.50	21	5.64	0	0.44	6.00	21.4	6.81	4	243	16.8	39.7	8.4	23.4
0.14	75	4	0	0.41	5.89	47.6	7.32	3	469	21.1	39.7	14.8	18.9
0.13	90	1.22	0	0.40	7.25	21.9	8.70	5	226	17.9	39.6	4.8	35.4
0.21	85	0.74	0	0.41	6.38	35.7	9.19	2	313	17.3	39.7	5.8	24.7
0.14	100	1.32	0	0.41	6.82	40.5	8.32	5	256	15.1	39.3	4.0	31.6
1.54	25	5.13	0	0.45	6.15	29.2	7.81	8	284	19.7	39.1	6.9	23.3
1.03	25	5.13	0	0.45	5.93	47.2	6.93	8	284	19.7	39.7	9.2	19.6
1.49	25	5.13	0	0.45	5.74	66.2	7.23	8	284	19.7	39.5	13.2	18.7
1.72	25	5.13	0	0.45	5.97	93.4	6.82	8	284	19.7	37.8	14.4	16
1.10	25	5.13	0	0.45	6.46	67.8	7.23	8	284	19.7	39.7	6.7	22.2
1.27	25	5.13	0	0.45	6.76	43.4	7.98	8	284	19.7	39.6	9.5	25
0.20	17.5	1.38	0	0.42	7.10	59.5	9.22	3	216	18.6	39.3	8.1	33
0.36	80	3.37	0	0.40	6.29	17.8	6.61	4	337	16.1	39.7	4.7	23.5
0.44	80	3.37	0	0.40	5.79	31.1	6.61	4	337	16.1	39.7	10.2	19.4
0.58	12.5	6.07	0	0.41	5.88	21.4	6.50	4	345	18.9	39.6	8.1	22
1.36	12.5	6.07	0	0.41	5.59	36.8	6.50	4	345	18.9	39.7	13.1	17.4
1.28	12.5	6.07	0	0.41	5.89	33	6.50	4	345	18.9	39.7	8.8	20.9
0.88	0	10.81	0	0.41	6.42	6.6	5.29	4	305	19.2	38.4	6.7	24.2
1.59	0	10.81	0	0.41	5.96	17.5	5.29	4	305	19.2	37.7	9.9	21.7
0.92	0	10.81	0	0.41	6.07	7.8	5.29	4	305	19.2	39.1	5.5	22.8
1.95	0	10.81	0	0.41	6.25	6.2	5.29	4	305	19.2	37.7	7.5	23.4
0.79	0	12.83	0	0.44	6.27	6	4.25	5	398	18.7	39.5	6.8	24.1
0.95	0	12.83	0	0.44	6.29	45	4.50	5	398	18.7	38.3	8.9	21.4
1.02	0	12.83	0	0.44	6.28	74.5	4.05	5	398	18.7	37.4	12.0	20
0.87	0	12.83	0	0.44	6.14	45.8	4.09	5	398	18.7	38.7	10.3	20.8
0.56	0	12.83	0	0.44	6.23	53.7	5.01	5	398	18.7	38.6	12.3	21.2

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

0.84	0	12.83	0	0.44	5.87	36.6	4.50	5	398	18.7	39.6	9.1	20.3
0.41	25	4.86	0	0.43	6.73	33.5	5.40	4	281	19	39.7	5.3	28
0.45	25	4.86	0	0.43	6.62	70.4	5.40	4	281	19	39.6	7.2	23.9
0.37	25	4.86	0	0.43	6.30	32.2	5.40	4	281	19	39.7	6.7	24.8
0.36	25	4.86	0	0.43	6.17	46.7	5.40	4	281	19	39.1	7.5	22.9
0.51	0	4.49	0	0.45	6.39	48	4.78	3	247	18.5	39.7	9.6	23.9
0.57	0	4.49	0	0.45	6.63	56.1	4.44	3	247	18.5	39.2	6.5	26.6
0.52	0	4.49	0	0.45	6.02	45.1	4.43	3	247	18.5	39.6	12.9	22.5
0.72	0	4.49	0	0.45	6.12	56.8	3.75	3	247	18.5	39.5	8.4	22.2
0.57	0	3.41	0	0.49	7.01	86.3	3.42	2	270	17.8	39.7	5.5	23.6
0.53	0	3.41	0	0.49	7.08	63.1	3.41	2	270	17.8	39.6	5.7	28.7
0.47	0	3.41	0	0.49	6.42	66.1	3.09	2	270	17.8	39.2	8.8	22.6
0.39	0	3.41	0	0.49	6.41	73.9	3.09	2	270	17.8	39.4	8.2	22
0.42	28	15.04	0	0.46	6.44	53.6	3.67	4	270	18.2	39.5	8.2	22.9
0.29	28	15.04	0	0.46	6.21	28.9	3.67	4	270	18.2	39.6	6.2	25
0.43	28	15.04	0	0.46	6.25	77.3	3.62	4	270	18.2	39.7	10.6	20.6
1.22	0	2.89	0	0.45	6.63	57.8	3.50	2	276	18	35.8	6.7	28.4
1.15	0	2.89	0	0.45	6.16	69.6	3.50	2	276	18	39.2	11.3	21.4
1.21	0	2.89	0	0.45	8.07	76	3.50	2	276	18	39.7	4.2	38.7
0.82	0	2.89	0	0.45	7.82	36.9	3.50	2	276	18	39.4	3.6	43.8
0.69	0	2.89	0	0.45	7.42	62.5	3.50	2	276	18	39.7	6.2	33.2
1.49	0	8.56	0	0.52	6.73	79.9	2.78	5	384	20.9	39.5	9.4	27.5
1.14	0	8.56	0	0.52	6.78	71.3	2.86	5	384	20.9	39.6	7.7	26.5
2.29	0	8.56	0	0.52	6.41	85.4	2.71	5	384	20.9	7.1	10.6	18.6
2.12	0	8.56	0	0.52	6.14	87.4	2.71	5	384	20.9	39.4	13.4	19.3
1.40	0	8.56	0	0.52	6.17	90	2.42	5	384	20.9	39.3	12.3	20.1
1.33	0	8.56	0	0.52	5.85	96.7	2.11	5	384	20.9	39.4	16.5	19.5
1.71	0	8.56	0	0.52	5.84	91.9	2.21	5	384	20.9	39.6	18.7	19.5
1.31	0	8.56	0	0.52	6.13	85.2	2.12	5	384	20.9	38.8	14.1	20.4
1.28	0	8.56	0	0.52	6.47	97.1	2.43	5	384	20.9	39.5	12.3	19.8
2.64	0	8.56	0	0.52	6.23	91.2	2.55	5	384	20.9	39.1	15.6	19.4
1.08	0	8.56	0	0.52	6.20	54.4	2.78	5	384	20.9	39.3	13.0	21.7
1.01	0	10.01	0	0.55	6.72	81.6	2.68	6	432	17.8	39.6	10.2	22.8
1.23	0	10.01	0	0.55	5.91	92.9	2.35	6	432	17.8	39.5	16.2	18.8

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

2.22	0	10.01	0	0.55	6.09	95.4	2.55	6	432	17.8	39.7	17.1	18.7
1.42	0	10.01	0	0.55	6.25	84.2	2.26	6	432	17.8	38.9	10.5	18.5
1.71	0	10.01	0	0.55	5.93	88.2	2.46	6	432	17.8	34.5	15.8	18.3
1.32	0	10.01	0	0.55	6.18	72.5	2.73	6	432	17.8	39.3	12.0	21.2
1.51	0	10.01	0	0.55	6.02	82.6	2.75	6	432	17.8	39.5	10.3	19.2
1.31	0	10.01	0	0.55	5.87	73.1	2.48	6	432	17.8	33.9	15.4	20.4
1.45	0	10.01	0	0.55	5.73	65.2	2.76	6	432	17.8	39.2	13.6	19.3
0.69	0	25.65	0	0.58	5.87	69.7	2.26	2	188	19.1	38.9	14.4	22
0.72	0	25.65	0	0.58	6.00	84.1	2.20	2	188	19.1	37.8	14.3	20.3
0.93	0	25.65	0	0.58	5.96	92.9	2.09	2	188	19.1	37.8	17.9	20.5
1.50	0	25.65	0	0.58	5.86	97	1.94	2	188	19.1	37.0	25.4	17.3
0.98	0	25.65	0	0.58	5.88	95.8	2.01	2	188	19.1	37.9	17.6	18.8
1.69	0	25.65	0	0.58	5.99	88.4	1.99	2	188	19.1	38.5	14.8	21.4
3.87	0	25.65	0	0.58	5.61	95.6	1.76	2	188	19.1	35.9	27.3	15.7
2.59	0	21.89	0	0.62	5.69	96	1.79	4	437	21.2	39.2	17.2	16.2
3.25	0	21.89	0	0.62	6.43	98.8	1.81	4	437	21.2	39.7	15.4	18
8.81	0	21.89	0	0.62	5.64	94.7	1.98	4	437	21.2	39.7	18.3	14.3
3.40	0	21.89	0	0.62	6.46	98.9	2.12	4	437	21.2	39.5	12.6	19.2
11.93	0	21.89	0	0.62	6.33	97.7	2.27	4	437	21.2	39.7	12.3	19.6
5.90	0	21.89	0	0.62	6.37	97.9	2.33	4	437	21.2	38.6	11.1	23
3.30	0	21.89	0	0.62	5.82	95.4	2.47	4	437	21.2	38.9	15.0	18.4
9.76	0	21.89	0	0.62	5.76	98.4	2.35	4	437	21.2	26.3	17.3	15.6
5.58	0	21.89	0	0.62	6.34	98.2	2.11	4	437	21.2	39.5	17.0	18.1
3.23	0	21.89	0	0.62	5.94	93.5	1.97	4	437	21.2	37.8	16.9	17.4
3.52	0	21.89	0	0.62	6.45	98.4	1.85	4	437	21.2	39.4	14.6	17.1
2.50	0	21.89	0	0.62	5.86	98.2	1.67	4	437	21.2	39.2	21.3	13.3
5.45	0	21.89	0	0.62	6.15	97.9	1.67	4	437	21.2	39.7	18.5	17.8
2.91	0	21.89	0	0.62	6.17	93.6	1.61	4	437	21.2	38.8	24.2	14
16.29	0	21.89	0	0.62	5.02	100	1.44	4	437	21.2	39.7	34.4	14.4
33.21	0	19.58	1	0.87	5.40	100	1.32	5	403	14.7	39.7	26.8	13.4
40.97	0	19.58	0	0.87	5.47	100	1.41	5	403	14.7	39.7	26.4	15.6
27.80	0	19.58	0	0.87	4.90	97.8	1.35	5	403	14.7	39.7	29.3	11.8
23.79	0	19.58	0	0.87	6.13	100	1.42	5	403	14.7	17.3	27.8	13.8
21.55	0	19.58	0	0.87	5.63	100	1.52	5	403	14.7	16.9	16.7	15.6

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

23.69	0	19.58	0	0.87	4.93	95.7	1.46	5	403	14.7	39.2	29.5	14.6
23.31	0	19.58	0	0.87	5.19	93.8	1.53	5	403	14.7	35.7	28.3	17.8
27.34	0	19.58	0	0.87	5.60	94.9	1.53	5	403	14.7	35.2	21.5	15.4
16.57	0	19.58	0	0.87	6.12	97.3	1.62	5	403	14.7	37.3	14.1	21.5
14.96	0	19.58	0	0.87	5.40	100	1.59	5	403	14.7	34.2	13.3	19.6
11.27	0	19.58	1	0.87	5.01	88	1.61	5	403	14.7	34.3	12.1	15.3
21.49	0	19.58	0	0.87	5.71	98.5	1.62	5	403	14.7	26.2	15.8	19.4
14.14	0	19.58	1	0.87	6.13	96	1.75	5	403	14.7	32.1	15.1	17
35.35	0	19.58	1	0.87	6.15	82.6	1.75	5	403	14.7	8.8	15.0	15.6
24.47	0	19.58	0	0.87	5.27	94	1.74	5	403	14.7	8.9	16.1	13.1
12.24	0	19.58	0	0.61	6.94	97.4	1.88	5	403	14.7	36.3	4.6	41.3
13.43	0	19.58	0	0.61	6.07	100	1.76	5	403	14.7	35.4	6.4	24.3
14.25	0	19.58	0	0.87	6.51	100	1.77	5	403	14.7	36.4	7.4	23.3
12.73	0	19.58	1	0.61	6.25	92.6	1.80	5	403	14.7	33.9	5.5	27
14.63	0	19.58	0	0.61	7.49	90.8	1.97	5	403	14.7	37.4	1.7	50
18.34	0	19.58	1	0.61	7.80	98.2	2.04	5	403	14.7	39.0	1.9	50
15.19	0	19.58	1	0.61	8.38	93.9	2.16	5	403	14.7	38.8	3.3	50
22.42	0	19.58	0	0.61	5.85	91.8	2.42	5	403	14.7	39.5	11.6	22.7
29.24	0	19.58	0	0.61	6.10	93	2.28	5	403	14.7	24.0	9.8	25
20.10	0	19.58	0	0.61	7.93	96.2	2.05	5	403	14.7	36.9	3.7	50
18.00	0	19.58	0	0.61	5.88	79.2	2.43	5	403	14.7	22.8	12.1	23.8
23.00	0	19.58	0	0.61	6.32	96.1	2.10	5	403	14.7	29.7	11.1	23.8
24.50	0	19.58	0	0.61	6.40	95.2	2.26	5	403	14.7	33.0	11.3	22.3
12.07	0	19.58	0	0.61	5.88	94.6	2.43	5	403	14.7	29.2	14.4	17.4
23.14	0	19.58	0	0.61	5.88	97.3	2.39	5	403	14.7	34.8	12.0	19.1
1.39	0	4.05	0	0.51	5.57	88.5	2.60	5	296	16.6	39.7	14.7	23.1
0.92	0	4.05	0	0.51	6.42	84.1	2.65	5	296	16.6	39.6	9.0	23.6
0.84	0	4.05	0	0.51	5.86	68.7	2.70	5	296	16.6	39.3	9.6	22.6
0.67	0	4.05	0	0.51	6.55	33.1	3.13	5	296	16.6	39.1	5.3	29.4
0.70	0	4.05	0	0.51	6.02	47.2	3.55	5	296	16.6	39.3	10.1	23.2
0.54	0	4.05	0	0.51	6.32	73.4	3.32	5	296	16.6	39.6	6.3	24.6
0.66	0	4.05	0	0.51	6.86	74.4	2.92	5	296	16.6	39.1	6.9	29.9
0.58	0	2.46	0	0.49	6.98	58.4	2.83	3	193	17.8	39.7	5.0	37.2
0.66	0	2.46	0	0.49	7.77	83.3	2.74	3	193	17.8	39.6	7.6	39.8

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

0.69	0	2.46	0	0.49	6.14	62.2	2.60	3	193	17.8	39.7	9.5	36.2
0.91	0	2.46	0	0.49	7.16	92.2	2.70	3	193	17.8	39.4	4.8	37.9
1.00	0	2.46	0	0.49	6.56	95.6	2.85	3	193	17.8	39.7	5.7	32.5
0.83	0	2.46	0	0.49	5.60	89.8	2.99	3	193	17.8	39.1	14.0	26.4
0.60	0	2.46	0	0.49	6.15	68.8	3.28	3	193	17.8	38.7	13.2	29.6
0.56	0	2.46	0	0.49	7.83	53.6	3.20	3	193	17.8	39.3	4.5	50
0.79	45	3.44	0	0.44	6.78	41.1	3.79	5	398	15.2	39.4	6.7	32
1.26	45	3.44	0	0.44	6.56	29.1	4.57	5	398	15.2	38.3	4.6	29.8
0.84	45	3.44	0	0.44	7.19	38.9	4.57	5	398	15.2	39.7	5.4	34.9
0.91	45	3.44	0	0.44	6.95	21.5	6.48	5	398	15.2	37.8	5.1	37
0.69	45	3.44	0	0.44	6.74	30.8	6.48	5	398	15.2	39.0	4.7	30.5
0.87	45	3.44	0	0.44	7.18	26.3	6.48	5	398	15.2	39.0	2.9	36.4
0.22	60	2.93	0	0.40	6.80	9.9	6.22	1	265	15.6	39.3	5.0	31.1
0.14	60	2.93	0	0.40	6.60	18.8	6.22	1	265	15.6	37.7	4.4	29.1
0.14	80	0.46	0	0.42	7.88	32	5.65	4	255	14.4	39.4	3.0	50
0.40	80	1.52	0	0.40	7.29	34.1	7.31	2	329	12.6	39.7	4.1	33.3
0.47	80	1.52	0	0.40	7.11	36.6	7.31	2	329	12.6	35.4	8.6	30.3
0.38	80	1.52	0	0.40	7.27	38.3	7.31	2	329	12.6	39.2	6.6	34.6
0.32	95	1.47	0	0.40	6.98	15.3	7.65	3	402	17	39.7	4.6	34.9
0.18	95	1.47	0	0.40	7.14	13.9	7.65	3	402	17	38.4	4.5	32.9
0.34	82.5	2.03	0	0.42	6.16	38.4	6.27	2	348	14.7	39.4	7.4	24.1
0.22	82.5	2.03	0	0.42	7.61	15.7	6.27	2	348	14.7	39.5	3.1	42.3
0.35	95	2.68	0	0.42	7.85	33.2	5.12	4	224	14.7	39.3	3.8	48.5
0.20	95	2.68	0	0.42	8.03	31.9	5.12	4	224	14.7	39.1	2.9	50
1.36	0	10.59	0	0.49	5.89	22.3	3.95	4	277	18.6	39.7	10.9	22.6
2.30	0	10.59	0	0.49	6.33	52.5	4.35	4	277	18.6	39.5	11.0	24.4
2.52	0	10.59	0	0.49	5.78	72.7	4.35	4	277	18.6	38.9	18.1	22.5
1.36	0	10.59	1	0.49	6.06	59.1	4.24	4	277	18.6	38.1	14.7	24.4
4.36	0	10.59	1	0.49	5.34	100	3.88	4	277	18.6	39.7	23.1	20
1.74	0	10.59	1	0.49	5.96	92.1	3.88	4	277	18.6	39.3	17.3	21.7
3.76	0	10.59	1	0.49	5.40	88.6	3.67	4	277	18.6	39.5	24.0	19.3
2.17	0	10.59	1	0.49	5.81	53.8	3.65	4	277	18.6	39.1	16.0	22.4
1.41	0	10.59	0	0.49	6.38	32.3	3.95	4	277	18.6	38.6	9.4	28.1
2.90	0	10.59	0	0.49	5.41	9.8	3.59	4	277	18.6	34.9	29.6	23.7

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

1.98	0	10.59	0	0.49	6.18	42.4	3.95	4	277	18.6	39.4	9.5	25
0.46	0	13.89	1	0.55	5.89	56	3.11	5	276	16.4	39.3	13.5	23.3
0.70	0	13.89	0	0.55	6.64	85.1	3.42	5	276	16.4	39.3	9.7	28.7
1.11	0	13.89	1	0.55	5.95	93.8	2.89	5	276	16.4	39.7	17.9	21.5
1.14	0	13.89	1	0.55	6.37	92.4	3.36	5	276	16.4	39.4	10.5	23
3.58	0	6.2	1	0.51	6.95	88.5	2.86	8	307	17.4	39.2	9.7	26.7
4.08	0	6.2	1	0.51	6.16	91.3	3.05	8	307	17.4	39.5	21.5	21.7
6.24	0	6.2	1	0.51	6.88	77.7	3.27	8	307	17.4	39.0	9.9	27.5
6.15	0	6.2	0	0.51	6.62	80.8	3.27	8	307	17.4	39.7	7.6	30.1
3.15	0	6.2	0	0.50	8.27	78.3	2.89	8	307	17.4	38.5	4.1	44.8
5.27	0	6.2	0	0.50	8.73	83	2.89	8	307	17.4	38.2	4.6	50
3.82	0	6.2	0	0.50	8.04	86.5	3.22	8	307	17.4	38.7	3.1	37.6
4.12	0	6.2	0	0.50	7.16	79.9	3.22	8	307	17.4	37.2	6.4	31.6
2.98	0	6.2	0	0.50	7.69	17	3.38	8	307	17.4	37.8	3.9	46.7
4.42	0	6.2	0	0.50	6.55	21.4	3.38	8	307	17.4	38.0	3.8	31.5
5.37	0	6.2	0	0.50	5.98	68.1	3.67	8	307	17.4	37.8	11.7	24.3
4.63	0	6.2	0	0.50	7.41	76.9	3.67	8	307	17.4	37.6	5.3	31.7
5.75	0	6.2	0	0.51	8.34	73.3	3.84	8	307	17.4	38.6	2.5	41.7
3.31	0	6.2	0	0.51	8.25	70.4	3.65	8	307	17.4	37.9	4.0	48.3
4.48	0	6.2	1	0.51	6.73	66.5	3.65	8	307	17.4	36.0	8.1	29
3.30	0	6.2	0	0.51	6.09	61.5	3.65	8	307	17.4	37.7	10.9	24
5.21	0	6.2	1	0.51	6.63	76.5	4.15	8	307	17.4	38.8	9.5	25.1
5.12	0	6.2	0	0.51	7.36	71.6	4.15	8	307	17.4	39.0	4.7	31.5
0.82	30	4.93	0	0.43	6.48	18.5	6.19	6	300	16.6	37.9	6.4	23.7
0.93	30	4.93	0	0.43	6.61	42.2	6.19	6	300	16.6	38.4	7.4	23.3
1.13	30	4.93	0	0.43	6.90	54.3	6.34	6	300	16.6	39.1	11.4	22
1.06	30	4.93	0	0.43	6.10	65.1	6.34	6	300	16.6	39.5	12.4	20.1
1.03	30	4.93	0	0.43	6.36	52.9	7.04	6	300	16.6	37.3	11.2	22.2
1.28	30	4.93	0	0.43	6.39	7.8	7.04	6	300	16.6	37.5	5.2	23.7
2.06	22	5.86	0	0.43	5.59	76.5	7.95	7	330	19.1	37.2	12.5	17.6
1.91	22	5.86	0	0.43	5.61	70.2	7.95	7	330	19.1	38.9	18.5	18.5
3.40	22	5.86	0	0.43	6.11	34.9	8.06	7	330	19.1	39.0	9.2	24.3
1.97	22	5.86	0	0.43	6.23	79.2	8.06	7	330	19.1	37.6	10.2	20.5
1.64	22	5.86	0	0.43	6.43	49.1	7.83	7	330	19.1	37.5	9.5	24.5

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

1.91	22	5.86	0	0.43	6.72	17.5	7.83	7	330	19.1	39.4	6.6	26.2
1.40	22	5.86	0	0.43	6.49	13	7.40	7	330	19.1	39.6	5.9	24.4
2.14	22	5.86	0	0.43	6.44	8.9	7.40	7	330	19.1	37.7	3.6	24.8
0.82	22	5.86	0	0.43	6.96	6.8	8.91	7	330	19.1	38.6	3.5	29.6
3.69	22	5.86	0	0.43	8.26	8.4	8.91	7	330	19.1	39.7	3.5	42.8
0.48	80	3.64	0	0.39	6.11	32	9.22	1	315	16.4	39.3	6.6	21.9
0.35	80	3.64	0	0.39	5.88	19.1	9.22	1	315	16.4	39.5	9.3	20.9
0.15	90	3.75	0	0.39	7.45	34.2	6.34	3	244	15.9	38.6	3.1	44
6.12	20	3.97	0	0.65	8.70	86.9	1.80	5	264	13	39.0	5.1	50
6.64	20	3.97	0	0.65	7.33	100	1.89	5	264	13	38.3	7.8	36
6.57	20	3.97	0	0.65	6.84	100	2.01	5	264	13	39.2	6.9	30.1
5.40	20	3.97	0	0.65	7.20	81.8	2.11	5	264	13	39.3	9.6	33.8
5.34	20	3.97	0	0.65	7.52	89.4	2.14	5	264	13	38.8	7.3	43.1
5.20	20	3.97	0	0.65	8.40	91.5	2.29	5	264	13	38.7	5.9	48.8
8.25	20	3.97	0	0.65	7.33	94.5	2.08	5	264	13	39.3	11.3	31
5.50	20	3.97	0	0.65	7.21	91.6	1.93	5	264	13	38.8	8.1	36.5
7.62	20	3.97	0	0.65	5.56	62.8	1.99	5	264	13	39.2	10.5	22.8
7.86	20	3.97	0	0.65	7.01	84.6	2.13	5	264	13	38.4	14.8	30.7
5.78	20	3.97	0	0.58	8.30	67	2.42	5	264	13	38.5	7.4	50
5.41	20	3.97	0	0.58	7.47	52.6	2.87	5	264	13	39.0	3.2	43.5
0.91	20	6.96	1	0.46	5.92	61.5	3.92	3	223	18.6	39.1	13.7	20.7
2.99	20	6.96	0	0.46	5.86	42.1	4.43	3	223	18.6	38.9	13.0	21.1
1.62	20	6.96	0	0.46	6.24	16.3	4.43	3	223	18.6	39.7	6.6	25.2
1.15	20	6.96	0	0.46	6.54	58.7	3.92	3	223	18.6	39.5	7.7	24.4
2.22	20	6.96	1	0.46	7.69	51.8	4.37	3	223	18.6	39.1	6.6	35.2
0.56	40	6.41	1	0.45	6.76	32.9	4.08	4	254	17.6	39.7	3.5	32.4
0.96	40	6.41	0	0.45	6.85	42.8	4.27	4	254	17.6	39.7	3.0	32
1.05	40	6.41	1	0.45	7.27	49	4.79	4	254	17.6	38.9	6.1	33.2
0.61	40	6.41	1	0.45	6.83	27.6	4.86	4	254	17.6	39.3	4.2	33.1
0.80	40	6.41	0	0.45	6.48	32.1	4.14	4	254	17.6	39.7	7.2	29.1
2.10	20	3.33	0	0.44	6.81	32.2	4.10	5	216	14.9	39.7	4.9	35.1
0.36	20	3.33	0	0.44	7.82	64.5	4.69	5	216	14.9	38.7	3.8	45.4
0.37	20	3.33	0	0.44	6.97	37.2	5.24	5	216	14.9	39.2	4.6	35.4
0.61	20	3.33	1	0.44	7.65	49.7	5.21	5	216	14.9	37.7	3.0	46

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

0.15	90	1.21	1	0.40	7.92	24.8	5.89	1	198	13.6	39.6	3.2	50
0.09	90	2.97	0	0.40	7.09	20.8	7.31	1	285	15.3	39.5	7.9	32.2
0.11	55	2.25	0	0.39	6.45	31.9	7.31	1	300	15.3	39.5	8.2	22
0.20	80	1.76	0	0.39	6.23	31.5	9.09	1	241	18.2	34.2	12.9	20.1
0.39	52.5	5.32	0	0.41	6.21	31.3	7.32	6	293	16.6	39.7	7.1	23.2
0.46	52.5	5.32	0	0.41	6.32	45.6	7.32	6	293	16.6	39.7	7.6	22.3
0.43	52.5	5.32	0	0.41	6.57	22.9	7.32	6	293	16.6	37.2	9.5	24.8
0.35	80	4.95	0	0.41	6.86	27.9	5.12	4	245	19.2	39.7	3.3	28.5
0.79	80	4.95	0	0.41	7.15	27.7	5.12	4	245	19.2	39.7	3.6	37.3
0.36	80	4.95	0	0.41	6.63	23.4	5.12	4	245	19.2	39.7	4.7	27.9
0.83	0	13.92	0	0.44	6.13	18.4	5.50	4	289	16	39.7	8.6	23.9
0.82	0	13.92	0	0.44	6.01	42.3	5.50	4	289	16	39.7	10.4	21.7
1.29	0	13.92	0	0.44	6.68	31.1	5.96	4	289	16	39.7	6.3	28.6
0.54	0	13.92	0	0.44	6.55	51	5.96	4	289	16	39.3	7.4	27.1
1.41	0	13.92	0	0.44	5.79	58	6.32	4	289	16	39.7	15.8	20.3
0.65	70	2.24	0	0.40	6.35	20.1	7.83	5	358	14.8	36.8	5.0	22.5
0.56	70	2.24	0	0.40	7.04	10	7.83	5	358	14.8	37.2	4.7	29
0.44	70	2.24	0	0.40	6.87	47.4	7.83	5	358	14.8	39.1	6.1	24.8
0.35	34	6.09	0	0.43	6.59	40.4	5.49	7	329	16.1	39.6	9.5	22
0.93	34	6.09	0	0.43	6.50	18.4	5.49	7	329	16.1	38.4	8.7	26.4
1.00	34	6.09	0	0.43	6.98	17.7	5.49	7	329	16.1	39.0	4.9	33.1
0.55	33	2.18	0	0.47	7.24	41.1	4.02	7	222	18.4	39.4	6.9	36.1
0.55	33	2.18	0	0.47	6.62	58.1	3.37	7	222	18.4	39.3	8.9	28.4
0.75	33	2.18	0	0.47	7.42	71.9	3.10	7	222	18.4	39.7	6.5	33.4
0.49	33	2.18	0	0.47	6.85	70.3	3.18	7	222	18.4	39.7	7.5	28.2
4.93	0	9.9	0	0.54	6.64	82.5	3.32	4	304	18.4	39.7	4.5	22.8
3.49	0	9.9	0	0.54	5.97	76.7	3.10	4	304	18.4	39.6	10.0	20.3
26.35	0	9.9	0	0.54	4.97	37.8	2.52	4	304	18.4	35.0	12.6	16.1
7.90	0	9.9	0	0.54	6.12	52.8	2.64	4	304	18.4	39.7	6.0	22.1
2.62	0	9.9	0	0.54	6.02	90.4	2.83	4	304	18.4	39.6	11.7	19.4
2.69	0	9.9	0	0.54	6.27	82.8	3.26	4	304	18.4	39.3	7.9	21.6
3.69	0	9.9	0	0.54	6.57	87.3	3.60	4	304	18.4	39.6	9.3	23.8
2.54	0	9.9	0	0.54	5.71	77.7	3.95	4	304	18.4	39.6	11.5	16.2
3.18	0	9.9	0	0.54	5.91	83.2	4.00	4	304	18.4	39.1	18.3	17.8

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

2.45	0	9.9	0	0.54	5.78	71.7	4.03	4	304	18.4	39.7	15.9	19.8
4.02	0	9.9	0	0.54	6.38	67.2	3.53	4	304	18.4	39.5	10.4	23.1
4.75	0	9.9	0	0.54	6.11	58.8	4.00	4	304	18.4	39.6	12.7	21
1.68	0	7.38	0	0.49	6.43	52.3	4.54	5	287	19.6	39.7	7.2	23.8
1.82	0	7.38	0	0.49	6.38	54.3	4.54	5	287	19.6	39.7	6.9	23.1
3.51	0	7.38	0	0.49	6.04	49.9	4.72	5	287	19.6	39.7	7.7	20.4
2.84	0	7.38	0	0.49	5.71	74.3	4.72	5	287	19.6	39.1	11.7	18.5
3.41	0	7.38	0	0.49	6.42	40.1	4.72	5	287	19.6	39.7	6.1	25
1.92	0	7.38	0	0.49	6.43	14.7	5.42	5	287	19.6	39.4	5.1	24.6
3.03	0	7.38	0	0.49	6.31	28.9	5.42	5	287	19.6	39.7	6.2	23
2.41	0	7.38	0	0.49	6.08	43.7	5.42	5	287	19.6	39.7	12.8	22.2
0.66	0	3.24	0	0.46	5.87	25.8	5.21	4	430	16.9	38.2	10.0	19.3
0.67	0	3.24	0	0.46	6.33	17.2	5.21	4	430	16.9	37.5	7.3	22.6
0.45	0	3.24	0	0.46	6.14	32.2	5.87	4	430	16.9	36.9	9.1	19.8
0.50	35	6.06	0	0.44	5.71	28.4	6.64	1	304	16.9	39.4	12.4	17.1
0.35	35	6.06	0	0.44	6.03	23.3	6.64	1	304	16.9	36.2	7.8	19.4
0.51	0	5.19	0	0.52	6.32	38.1	6.46	5	224	20.2	39.0	5.7	22.2
0.37	0	5.19	0	0.52	6.31	38.5	6.46	5	224	20.2	38.9	6.8	20.7
0.40	0	5.19	0	0.52	6.04	34.5	5.99	5	224	20.2	39.7	8.0	21.1
0.34	0	5.19	0	0.52	5.87	46.3	5.23	5	224	20.2	39.7	9.8	19.5
0.30	0	5.19	0	0.52	5.90	59.6	5.62	5	224	20.2	39.5	10.6	18.5
0.33	0	5.19	0	0.52	6.06	37.3	4.81	5	224	20.2	39.6	8.5	20.6
0.55	0	5.19	0	0.52	5.99	45.4	4.81	5	224	20.2	39.7	9.7	19
0.62	0	5.19	0	0.52	5.97	58.5	4.81	5	224	20.2	39.7	9.3	18.7
0.13	35	1.52	0	0.44	7.24	49.3	7.04	1	284	15.5	39.5	5.5	32.7
0.25	0	1.89	0	0.52	6.54	59.7	6.27	1	422	15.9	39.0	8.7	16.5
0.25	55	3.78	0	0.48	6.70	56.4	5.73	5	370	17.6	39.7	7.2	23.9
0.30	55	3.78	0	0.48	6.87	28.1	6.47	5	370	17.6	38.8	4.6	31.2
0.31	0	4.39	0	0.44	6.01	48.5	8.01	3	352	18.8	38.6	10.5	17.5
0.62	0	4.39	0	0.44	5.90	52.3	8.01	3	352	18.8	36.5	12.7	17.2
0.19	85	4.15	0	0.43	6.52	27.7	8.54	4	351	17.9	39.2	6.4	23.1
0.15	80	2.01	0	0.44	6.64	29.7	8.34	4	280	17	39.1	6.0	24.5
0.29	40	1.25	0	0.43	6.94	34.5	8.79	1	335	19.7	39.0	5.9	26.6
0.62	40	1.25	0	0.43	6.49	44.4	8.79	1	335	19.7	39.7	6.0	22.9

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

0.80	60	1.69	0	0.41	6.58	35.9	10.71	4	411	18.3	37.1	5.5	24.1
0.72	60	1.69	0	0.41	5.88	18.5	10.71	4	411	18.3	39.2	7.8	18.6
0.17	90	2.02	0	0.41	6.73	36.1	12.13	5	187	17	38.4	4.5	30.1
0.43	80	1.91	0	0.41	5.66	21.9	10.59	4	334	22	38.3	8.1	18.2
1.07	80	1.91	0	0.41	5.94	19.5	10.59	4	334	22	37.6	5.6	20.6
89.83	0	18.1	1	0.77	6.21	97.4	2.12	24	666	20.2	37.8	17.6	17.8
38.50	0	18.1	1	0.77	6.40	91	2.51	24	666	20.2	39.1	13.3	21.7
52.02	0	18.1	1	0.77	6.13	83.4	2.72	24	666	20.2	39.5	11.5	22.7
42.61	0	18.1	0	0.77	6.11	81.3	2.51	24	666	20.2	39.1	12.7	22.6
45.42	0	18.1	0	0.77	6.40	88	2.52	24	666	20.2	37.5	7.8	25
38.37	0	18.1	0	0.77	6.25	91.1	2.30	24	666	20.2	35.1	14.2	19.9
36.78	0	18.1	0	0.77	5.36	96.2	2.10	24	666	20.2	38.1	10.2	20.8
42.22	0	18.1	1	0.77	5.80	89	1.90	24	666	20.2	35.3	14.6	16.8
34.74	0	18.1	1	0.72	8.78	82.9	1.90	24	666	20.2	35.5	5.3	21.9
45.56	0	18.1	0	0.72	3.56	87.9	1.61	24	666	20.2	35.5	7.1	27.5
36.97	0	18.1	0	0.72	4.96	91.4	1.75	24	666	20.2	31.6	14.0	21.9
35.22	0	18.1	0	0.63	3.86	100	1.51	24	666	20.2	13.1	13.3	23.1
48.98	0	18.1	0	0.63	4.97	100	1.33	24	666	20.2	37.6	3.3	50
56.70	0	18.1	1	0.63	6.68	96.8	1.36	24	666	20.2	37.5	3.7	50
65.39	0	18.1	1	0.63	7.02	97.5	1.20	24	666	20.2	39.2	3.0	50
92.32	0	18.1	0	0.63	6.22	100	1.17	24	666	20.2	36.6	9.5	50
82.67	0	18.1	1	0.67	5.88	89.6	1.13	24	666	20.2	34.8	8.9	50
111.0	0	18.1	0	0.67	4.91	100	1.17	24	666	20.2	39.7	34.8	13.8
184.9	0	18.1	0	0.67	4.14	100	1.14	24	666	20.2	39.7	38.0	13.8
196.0	0	18.1	0	0.67	7.31	97.9	1.32	24	666	20.2	39.7	13.4	15
152.8	0	18.1	0	0.67	6.65	93.3	1.34	24	666	20.2	36.3	23.2	13.9
98.23	0	18.1	0	0.67	6.79	98.8	1.36	24	666	20.2	39.7	21.2	13.3
236.4	0	18.1	0	0.67	6.38	96.2	1.39	24	666	20.2	39.7	23.7	13.1
78.67	0	18.1	0	0.67	6.22	100	1.39	24	666	20.2	39.4	21.8	10.2
89.76	0	18.1	0	0.67	6.97	91.9	1.42	24	666	20.2	39.7	17.2	10.4
58.74	0	18.1	0	0.67	6.55	99.1	1.52	24	666	20.2	39.7	21.1	10.9
91.87	0	18.1	0	0.70	5.54	100	1.58	24	666	20.2	39.7	23.6	11.3
79.92	0	18.1	0	0.70	5.52	100	1.53	24	666	20.2	39.7	24.6	12.3
20.85	0	18.1	0	0.70	4.37	91.2	1.44	24	666	20.2	28.6	30.6	8.8

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

68.12	0	18.1	0	0.70	5.28	98.1	1.43	24	666	20.2	39.7	30.8	7.2
23.94	0	18.1	0	0.70	4.65	100	1.47	24	666	20.2	39.7	28.3	10.5
25.97	0	18.1	0	0.70	5.00	89.5	1.52	24	666	20.2	39.7	32.0	7.4
13.34	0	18.1	0	0.70	4.88	100	1.59	24	666	20.2	37.3	30.6	10.2
81.52	0	18.1	0	0.70	5.39	98.9	1.73	24	666	20.2	39.7	20.9	11.5
69.62	0	18.1	0	0.70	5.71	97	1.93	24	666	20.2	39.4	17.1	15.1
52.93	0	18.1	0	0.70	6.05	82.5	2.17	24	666	20.2	37.8	18.8	23.2
15.78	0	18.1	0	0.70	5.04	97	1.77	24	666	20.2	39.7	25.7	9.7
86.45	0	18.1	0	0.69	6.19	92.6	1.79	24	666	20.2	39.7	15.2	13.8
133.6	0	18.1	0	0.69	5.89	94.7	1.78	24	666	20.2	39.7	16.4	12.7
87.17	0	18.1	0	0.69	6.47	98.8	1.73	24	666	20.2	39.2	17.1	13.1
58.72	0	18.1	0	0.69	6.41	96	1.68	24	666	20.2	39.7	19.4	12.5
76.72	0	18.1	0	0.69	5.75	98.9	1.63	24	666	20.2	39.3	19.9	8.5
38.52	0	18.1	0	0.69	5.45	100	1.49	24	666	20.2	39.7	30.6	5
99.17	0	18.1	0	0.69	5.85	77.8	1.50	24	666	20.2	33.8	30.0	6.3
25.46	0	18.1	0	0.69	5.99	100	1.59	24	666	20.2	39.7	26.8	5.6
42.36	0	18.1	0	0.69	6.34	100	1.57	24	666	20.2	39.7	20.3	7.2
95.96	0	18.1	0	0.69	6.40	100	1.64	24	666	20.2	37.6	20.3	12.1
48.02	0	18.1	0	0.69	5.35	96	1.70	24	666	20.2	39.7	19.8	8.3
45.29	0	18.1	0	0.69	5.53	85.4	1.61	24	666	20.2	32.9	27.4	8.5
679.2	0	18.1	0	0.69	5.68	100	1.43	24	666	20.2	38.5	23.0	5
207.1	0	18.1	0	0.66	4.14	100	1.18	24	666	20.2	37.0	23.3	11.9
119.5	0	18.1	0	0.66	5.61	100	1.29	24	666	20.2	33.2	12.1	27.9
74.04	0	18.1	0	0.60	5.62	97.9	1.45	24	666	20.2	31.5	26.4	17.2
144.8	0	18.1	0	0.60	6.85	100	1.47	24	666	20.2	17.9	19.8	27.5
511.3	0	18.1	0	0.60	5.76	100	1.41	24	666	20.2	0.3	10.1	15
140.5	0	18.1	0	0.60	6.66	100	1.53	24	666	20.2	3.5	21.2	17.2
188.1	0	18.1	0	0.60	4.63	100	1.55	24	666	20.2	2.9	34.4	17.9
286.5	0	18.1	0	0.60	5.16	100	1.59	24	666	20.2	21.1	20.1	16.3
457.4	0	18.1	0	0.69	4.52	100	1.66	24	666	20.2	8.8	37.0	7
180.8	0	18.1	0	0.68	6.43	100	1.83	24	666	20.2	2.7	29.1	7.2
108.3	0	18.1	0	0.68	6.78	90.8	1.82	24	666	20.2	2.2	25.8	7.5
259.4	0	18.1	0	0.68	5.30	89.1	1.65	24	666	20.2	12.7	26.6	10.4
735.3	0	18.1	0	0.68	5.96	100	1.80	24	666	20.2	1.6	20.6	8.8

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

118.1	0	18.1	0	0.72	6.82	76.5	1.79	24	666	20.2	4.8	22.7	8.4
110.8	0	18.1	0	0.72	6.41	100	1.86	24	666	20.2	31.9	15.0	16.7
70.23	0	18.1	0	0.72	6.01	95.3	1.87	24	666	20.2	32.0	15.7	14.2
120.4	0	18.1	0	0.61	5.65	87.6	1.95	24	666	20.2	29.2	14.1	20.8
70.50	0	18.1	0	0.61	6.10	85.1	2.02	24	666	20.2	0.3	23.3	13.4
87.92	0	18.1	0	0.58	5.57	70.6	2.06	24	666	20.2	0.4	17.2	11.7
158.6	0	18.1	0	0.68	5.90	95.4	1.91	24	666	20.2	0.8	24.4	8.3
122.4	0	18.1	0	0.58	5.84	59.7	2.00	24	666	20.2	2.5	15.7	10.2
376.6	0	18.1	0	0.68	6.20	78.7	1.86	24	666	20.2	1.9	14.5	10.9
73.67	0	18.1	0	0.68	6.19	78.1	1.94	24	666	20.2	9.7	21.5	11
93.39	0	18.1	0	0.68	6.38	95.6	1.97	24	666	20.2	6.1	24.1	9.5
84.92	0	18.1	0	0.58	6.35	86.1	2.05	24	666	20.2	8.3	17.6	14.5
100.6	0	18.1	0	0.58	6.83	94.3	2.09	24	666	20.2	8.1	19.7	14.1
64.44	0	18.1	0	0.58	6.43	74.8	2.20	24	666	20.2	9.8	12.0	16.1
55.81	0	18.1	0	0.71	6.44	87.9	2.32	24	666	20.2	10.0	16.2	14.3
139.1	0	18.1	0	0.71	6.21	95	2.22	24	666	20.2	10.1	15.2	11.7
111.6	0	18.1	0	0.74	6.63	94.6	2.12	24	666	20.2	11.0	23.3	13.4
144.2	0	18.1	0	0.74	6.46	93.3	2.00	24	666	20.2	2.7	18.1	9.6
151.7	0	18.1	0	0.74	6.15	100	1.91	24	666	20.2	0.9	26.5	8.7
136.7	0	18.1	0	0.74	5.94	87.9	1.82	24	666	20.2	6.9	34.0	8.4
93.91	0	18.1	0	0.74	5.63	93.9	1.82	24	666	20.2	39.7	22.9	12.8
220.5	0	18.1	0	0.74	5.82	92.4	1.87	24	666	20.2	39.1	22.1	10.5
97.24	0	18.1	0	0.74	6.41	97.2	2.07	24	666	20.2	38.6	19.5	17.1
56.66	0	18.1	0	0.74	6.22	100	2.00	24	666	20.2	39.6	16.6	18.4
99.67	0	18.1	0	0.74	6.49	100	1.98	24	666	20.2	38.7	18.9	15.4
128.0	0	18.1	0	0.74	5.85	96.6	1.90	24	666	20.2	24.1	23.8	10.8
106.7	0	18.1	0	0.74	6.46	94.8	1.99	24	666	20.2	4.3	24.0	11.8
62.88	0	18.1	0	0.74	6.34	96.4	2.07	24	666	20.2	31.8	17.8	14.9
99.25	0	18.1	0	0.74	6.25	96.6	2.20	24	666	20.2	38.9	16.4	12.6
93.29	0	18.1	0	0.71	6.19	98.7	2.26	24	666	20.2	39.7	18.1	14.1
75.26	0	18.1	0	0.71	6.42	98.3	2.19	24	666	20.2	30.4	19.3	13
67.18	0	18.1	0	0.71	6.75	92.6	2.32	24	666	20.2	0.0	17.4	13.4
54.41	0	18.1	0	0.71	6.66	98.2	2.36	24	666	20.2	35.5	17.7	15.2
50.90	0	18.1	0	0.71	6.30	91.8	2.37	24	666	20.2	38.5	17.3	16.1

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

82.48	0	18.1	0	0.71	7.39	99.3	2.45	24	666	20.2	37.6	16.7	17.8
95.14	0	18.1	0	0.71	6.73	94.1	2.50	24	666	20.2	0.7	18.7	14.9
47.52	0	18.1	0	0.71	6.53	86.5	2.44	24	666	20.2	5.1	18.1	14.1
46.69	0	18.1	0	0.71	5.98	87.9	2.58	24	666	20.2	1.0	19.0	12.7
82.01	0	18.1	0	0.71	5.94	80.3	2.78	24	666	20.2	0.4	16.9	13.5
77.52	0	18.1	0	0.71	6.30	83.7	2.78	24	666	20.2	27.2	16.2	14.9
68.01	0	18.1	0	0.71	6.08	84.4	2.72	24	666	20.2	39.7	14.7	20
48.12	0	18.1	0	0.71	6.70	90	2.60	24	666	20.2	25.5	16.4	16.4
36.93	0	18.1	0	0.71	6.38	88.4	2.57	24	666	20.2	39.1	14.7	17.7
66.55	0	18.1	0	0.71	6.32	83	2.73	24	666	20.2	39.7	14.0	19.5
58.21	0	18.1	0	0.71	6.51	89.9	2.80	24	666	20.2	39.4	10.3	20.2
78.39	0	18.1	0	0.66	6.21	65.4	2.96	24	666	20.2	39.7	13.2	21.4
31.64	0	18.1	0	0.66	5.76	48.2	3.07	24	666	20.2	33.4	14.1	19.9
37.75	0	18.1	0	0.66	5.95	84.7	2.87	24	666	20.2	2.2	17.2	19
44.22	0	18.1	0	0.58	6.00	94.5	2.54	24	666	20.2	33.1	21.3	19.1
155.7	0	18.1	0	0.58	5.93	71	2.91	24	666	20.2	36.9	18.1	19.1
130.7	0	18.1	0	0.58	5.71	56.7	2.82	24	666	20.2	39.7	14.8	20.1
43.49	0	18.1	0	0.58	6.17	84	3.03	24	666	20.2	39.7	16.3	19.9
40.38	0	18.1	0	0.53	6.23	90.7	3.10	24	666	20.2	39.5	12.9	19.6
35.69	0	18.1	0	0.58	6.44	75	2.90	24	666	20.2	39.3	14.4	23.2
46.47	0	18.1	0	0.61	6.98	67.6	2.53	24	666	20.2	37.5	11.7	29.8
80.56	0	18.1	0	0.58	5.43	95.4	2.43	24	666	20.2	35.3	18.1	13.8
63.93	0	18.1	0	0.58	6.16	97.4	2.21	24	666	20.2	30.3	24.1	13.3
48.71	0	18.1	0	0.61	6.48	93.6	2.31	24	666	20.2	39.6	18.7	16.7
150.2	0	18.1	0	0.61	5.30	97.3	2.10	24	666	20.2	34.9	24.9	12
102.3	0	18.1	0	0.61	6.19	96.7	2.17	24	666	20.2	38.0	18.0	14.6
143.3	0	18.1	0	0.61	6.23	88	1.95	24	666	20.2	38.3	13.1	21.4
58.24	0	18.1	0	0.53	6.24	64.7	3.42	24	666	20.2	39.7	10.7	23
57.08	0	18.1	0	0.53	6.75	74.9	3.33	24	666	20.2	39.3	7.7	23.7
57.31	0	18.1	0	0.53	7.06	77	3.41	24	666	20.2	39.5	7.0	25
28.18	0	18.1	0	0.53	5.76	40.3	4.10	24	666	20.2	39.3	10.4	21.8
23.79	0	18.1	0	0.58	5.87	41.9	3.72	24	666	20.2	37.1	13.3	20.6
36.74	0	18.1	0	0.58	6.31	51.9	3.99	24	666	20.2	38.9	10.6	21.2
56.92	0	18.1	0	0.58	6.11	79.8	3.55	24	666	20.2	39.3	15.0	19.1

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

48.36	0	18.1	0	0.58	5.91	53.2	3.15	24	666	20.2	38.8	11.5	20.6
1.51	0	27.74	0	0.61	5.45	92.7	1.82	4	711	20.1	39.5	18.1	15.2
1.83	0	27.74	0	0.61	5.41	98.3	1.76	4	711	20.1	34.4	24.0	7
2.07	0	27.74	0	0.61	5.09	98	1.82	4	711	20.1	31.8	29.7	8.1
1.06	0	27.74	0	0.61	5.98	98.8	1.87	4	711	20.1	39.0	18.1	13.6
1.11	0	27.74	0	0.61	5.98	83.5	2.11	4	711	20.1	39.7	13.4	20.1
1.73	0	9.69	0	0.59	5.71	54	2.38	6	391	19.2	39.7	12.0	21.8
2.80	0	9.69	0	0.59	5.93	42.6	2.38	6	391	19.2	39.7	13.6	24.5
1.79	0	9.69	0	0.59	5.67	28.8	2.80	6	391	19.2	39.3	17.6	23.1
2.90	0	9.69	0	0.59	5.39	72.9	2.80	6	391	19.2	39.7	21.1	19.7
2.68	0	9.69	0	0.59	5.79	70.6	2.89	6	391	19.2	39.7	14.1	18.3
2.39	0	9.69	0	0.59	6.02	65.3	2.41	6	391	19.2	39.7	12.9	21.2
1.78	0	9.69	0	0.59	5.57	73.5	2.40	6	391	19.2	39.6	15.1	17.5
2.24	0	9.69	0	0.59	6.03	79.7	2.50	6	391	19.2	39.7	14.3	16.8
0.63	0	11.93	0	0.57	6.59	69.1	2.48	1	273	21	39.2	9.7	22.4
0.45	0	11.93	0	0.57	6.12	76.7	2.29	1	273	21	39.7	9.1	20.6
0.61	0	11.93	0	0.57	6.98	91	2.17	1	273	21	39.7	5.6	23.9
1.10	0	11.93	0	0.57	6.79	89.3	2.39	1	273	21	39.3	6.5	22
0.47	0	11.93	0	0.57	6.03	80.8	2.51	1	273	21	39.7	7.9	11.9

ภาคผนวก ก.2

ข้อมูล Iris Flower Data

1) SpL Sepal Length

2) SpW Sepal Width

3) PtL Petal Length

4) PtW Petal Width

5) ชนิดของ Iris Flower

1= Iris Setosa

2 = Iris Versicolour

3 = Iris Virginica

ตารางที่ ก.2 ข้อมูล Iris Flower

SpL	SpW	PtL	PtW	ชนิด
50	33	14	2	1
63	28	51	15	3
59	32	48	18	2
65	30	52	20	3
68	32	59	23	3
77	38	67	22	3
49	25	45	17	3
64	32	45	15	2
55	24	38	11	2
49	36	14	1	1
67	33	57	21	3
77	28	67	20	3
50	23	33	10	2
61	30	49	18	3
61	26	56	14	3
51	38	19	4	1
51	35	14	2	1
46	32	14	2	1
50	36	14	2	1

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

57	29	42	13	2
71	30	59	21	3
49	24	33	10	2
49	31	15	2	1
66	29	46	13	2
44	29	14	2	1
47	32	13	2	1
74	28	61	19	3
56	28	49	20	3
49	31	15	1	1
56	30	41	13	2
51	25	30	11	2
54	39	13	4	1
61	29	47	14	2
68	30	55	21	3
45	23	13	3	1
55	23	40	13	2
51	37	15	4	1
63	33	60	25	3
64	28	56	22	3
46	34	14	3	1
46	36	10	2	1
56	25	39	11	2
51	33	17	5	1
63	33	47	16	2
55	35	13	2	1
61	28	40	13	2
63	25	50	19	3
54	30	45	15	2
50	35	16	6	1
63	27	49	18	3
72	32	60	18	3
48	34	19	2	1
64	28	56	21	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

67	31	44	14	2
56	30	45	15	2
60	29	45	15	2
77	30	61	23	3
72	30	58	16	3
64	31	55	18	3
56	27	42	13	2
77	26	69	23	3
52	27	39	14	2
50	20	35	10	2
46	31	15	2	1
59	30	42	15	2
60	22	40	10	2
67	31	47	15	2
63	25	49	15	2
57	28	41	13	2
51	35	14	3	1
56	29	36	13	2
55	25	40	13	2
57	25	50	20	3
66	30	44	14	2
52	35	15	2	1
53	37	15	2	1
65	28	46	15	2
69	31	51	23	3
61	30	46	14	2
65	30	55	18	3
57	28	45	13	2
67	33	57	25	3
67	30	52	23	3
48	31	16	2	1
64	32	53	23	3
79	38	64	20	3
58	26	40	12	2

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

47	32	16	2	1
48	30	14	3	1
50	30	16	2	1
43	30	11	1	1
62	28	48	18	3
58	27	41	10	2
57	26	35	10	2
63	34	56	24	3
54	34	15	4	1
60	30	48	18	3
57	30	42	12	2
60	22	50	15	3
60	34	45	16	2
55	24	37	10	2
69	32	57	23	3
51	34	15	2	1
73	29	63	18	3
63	23	44	13	2
61	28	47	12	2
65	30	58	22	3
72	36	61	25	3
69	31	49	15	2
48	34	16	2	1
57	38	17	3	1
68	28	48	14	2
58	28	51	24	3
67	31	56	24	3
62	22	45	15	2
60	27	51	16	2
58	27	51	19	3
62	34	54	23	3
76	30	66	21	3
70	32	47	14	2
59	30	51	18	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

52	34	14	2	1
44	32	13	2	1
44	30	13	2	1
55	26	44	12	2
51	38	16	2	1
50	32	12	2	1
58	40	12	2	1
49	30	14	2	1
50	34	16	4	1
57	44	15	4	1
58	27	51	19	3
52	41	15	1	1
63	29	56	18	3
55	42	14	2	1
54	39	17	4	1
50	34	15	2	1
58	27	39	12	2
62	29	43	13	2
50	35	13	3	1
67	25	58	18	3
54	37	15	2	1
64	29	43	13	2
69	31	54	21	3
65	32	51	20	3
64	27	53	19	3
48	30	14	1	1
51	38	15	3	1
54	34	17	2	1
67	30	50	17	2

ภาคผนวก ก.3

ข้อมูล Wisconsin Breast Cancer Data

1) Ra Radius (Mean of Distances from Center to Points on The Perimeter)

2) Te Texture (Standard Deviation of Gray-Scale Values)

3) Pe Perimeter

4) Ar Area

5) Sm Smoothness (Local Variation in Radius Lengths)

6) Cp Compactness (Perimeter^2/Area-1.0)

7) Cc Concavity (Severity of Concave Portions of the Contour)

8) CcP Concave Points (Number of Concave Portions of the Contour)

9) Sym Symmetry

10) มี Output 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1 = เนื้อดี

2 = เนื้อร้าย

ตารางที่ ก.3 แสดงข้อมูล Wisconsin Breast Cancer

Ra	Te	Pe	Ar	Sm	Cp	Cc	CcP	Sym	Output
1000025	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1002945	5	4	4	5	7	3	2	1	2
1015425	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1016277	6	8	8	1	3	3	7	1	2
1017023	4	1	1	3	2	3	1	1	2
1017122	8	10	10	8	7	9	7	1	4
1018099	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1018561	2	1	2	1	2	3	1	1	2
1033078	2	1	1	1	2	1	1	5	2
1033078	4	2	1	1	2	2	1	1	2
1035283	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1036172	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1041801	5	3	3	3	2	4	4	1	4
1043999	1	1	1	1	2	3	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1044572	8	7	5	10	7	5	5	4	4
1047630	7	4	6	4	6	4	3	1	4
1048672	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1049815	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1050670	10	7	7	6	4	4	1	2	4
1050718	6	1	1	1	2	3	1	1	2
1054590	7	3	2	10	5	5	4	4	4
1054593	10	5	5	3	6	7	10	1	4
1056784	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1057013	8	4	5	1	2	7	3	1	4
1059552	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1065726	5	2	3	4	2	3	6	1	4
1066373	3	2	1	1	1	2	1	1	2
1066979	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1067444	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1070935	1	1	3	1	2	1	1	1	2
1070935	3	1	1	1	1	2	1	1	2
1071760	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1072179	10	7	7	3	8	7	4	3	4
1074610	2	1	1	2	2	3	1	1	2
1075123	3	1	2	1	2	2	1	1	2
1079304	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1080185	10	10	10	8	6	8	9	1	4
1081791	6	2	1	1	1	7	1	1	2
1084584	5	4	4	9	2	5	6	1	4
1091262	2	5	3	3	6	7	5	1	4
1096800	6	6	6	9	6	7	8	1	2
1099510	10	4	3	1	3	6	5	2	4
1100524	6	10	10	2	8	7	3	3	4
1102573	5	6	5	6	10	3	1	1	4
1103608	10	10	10	4	8	8	10	1	4
1103722	1	1	1	1	2	2	1	2	2
1105257	3	7	7	4	4	4	8	1	4
1105524	1	1	1	1	2	2	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1106095	4	1	1	3	2	3	1	1	2
1106829	7	8	7	2	4	3	8	2	4
1108370	9	5	8	1	2	2	1	5	4
1108449	5	3	3	4	2	3	4	1	4
1110102	10	3	6	2	3	4	10	2	4
1110503	5	5	5	8	10	7	3	7	4
1110524	10	5	5	6	8	7	1	1	4
1111249	10	6	6	3	4	3	6	1	4
1112209	8	10	10	1	3	3	9	1	4
1113038	8	2	4	1	5	5	4	4	4
1113483	5	2	3	1	6	5	1	1	4
1113906	9	5	5	2	2	5	1	1	4
1115282	5	3	5	5	3	4	10	1	4
1115293	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1116116	9	10	10	1	10	3	3	1	4
1116132	6	3	4	1	5	3	9	1	4
1116192	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1116998	10	4	2	1	3	4	3	10	4
1117152	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1118039	5	3	4	1	8	4	9	1	4
1120559	8	3	8	3	4	8	9	8	4
1121732	1	1	1	1	2	3	2	1	2
1121919	5	1	3	1	2	2	1	1	2
1123061	6	10	2	8	10	7	8	10	4
1124651	1	3	3	2	2	7	2	1	2
1125035	9	4	5	10	6	4	8	1	4
1126417	10	6	4	1	3	3	2	3	4
1131294	1	1	2	1	2	4	2	1	2
1132347	1	1	4	1	2	2	1	1	2
1133041	5	3	1	2	2	2	1	1	2
1133136	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1136142	2	1	1	1	3	2	1	1	2
1137156	2	2	2	1	1	7	1	1	2
1143978	4	1	1	2	2	2	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1143978	5	2	1	1	2	3	1	1	2
1147044	3	1	1	1	2	7	1	1	2
1147699	3	5	7	8	8	7	10	7	4
1147748	5	10	6	1	10	4	10	10	4
1148278	3	3	6	4	5	4	4	1	4
1148873	3	6	6	6	5	6	8	3	4
1152331	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1155546	2	1	1	2	3	2	1	1	2
1156272	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1156948	3	1	1	2	2	1	1	1	2
1157734	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1158247	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1160476	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1164066	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1165297	2	1	1	2	2	1	1	1	2
1165790	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1165926	9	6	9	2	10	2	9	10	4
1166630	7	5	6	10	5	7	9	4	4
1166654	10	3	5	1	10	3	10	2	4
1167439	2	3	4	4	2	2	5	1	4
1167471	4	1	2	1	2	3	1	1	2
1168359	8	2	3	1	6	7	1	1	4
1168736	10	10	10	10	10	8	8	8	4
1169049	7	3	4	4	3	3	2	7	4
1170419	10	10	10	8	2	4	1	1	4
1170420	1	6	8	10	8	5	7	1	4
1171710	1	1	1	1	2	2	3	1	2
1171710	6	5	4	4	3	7	8	3	4
1171795	1	3	1	2	2	5	3	2	2
1171845	8	6	4	3	5	3	1	1	4
1172152	10	3	3	10	2	7	3	3	4
1173216	10	10	10	3	10	8	1	1	4
1173235	3	3	2	1	2	3	1	1	2
1173347	1	1	1	1	2	1	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1173347	8	3	3	1	2	3	2	1	2
1173509	4	5	5	10	4	7	5	8	4
1173514	1	1	1	1	4	1	1	1	2
1173681	3	2	1	1	2	3	1	1	2
1174057	1	1	2	2	2	3	1	1	2
1174057	4	2	1	1	2	3	1	1	2
1174131	10	10	10	2	10	5	3	3	4
1174428	5	3	5	1	8	5	3	1	4
1175937	5	4	6	7	9	8	10	1	4
1176406	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1176881	7	5	3	7	4	7	5	5	4
1177027	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1177399	8	3	5	4	5	1	6	2	4
1177512	1	1	1	1	10	1	1	1	2
1178580	5	1	3	1	2	2	1	1	2
1179818	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1180194	5	10	8	10	8	3	6	3	4
1180523	3	1	1	1	2	2	2	1	2
1180831	3	1	1	1	3	2	1	1	2
1181356	5	1	1	1	2	3	3	1	2
1182404	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1182410	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1183240	4	1	2	1	2	2	1	1	2
1183246	1	1	1	1	1	2	1	1	2
1183516	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1183911	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1183983	9	5	5	4	4	4	3	3	4
1184184	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1184241	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1184840	1	1	3	1	2	2	1	1	2
1185609	3	4	5	2	6	4	1	1	4
1185610	1	1	1	1	3	2	1	1	2
1187457	3	1	1	3	8	5	8	1	2
1187805	8	8	7	4	10	7	8	7	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1188472	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1189266	7	2	4	1	6	5	4	3	4
1189286	10	10	8	6	4	8	10	1	4
1190394	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1190485	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1192325	5	5	5	6	3	3	1	1	4
1193091	1	2	2	1	2	2	1	1	2
1193210	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1193683	1	1	2	1	3	1	1	1	2
1196295	9	9	10	3	6	7	10	6	4
1196915	10	7	7	4	5	5	7	2	4
1197080	4	1	1	1	2	3	2	1	2
1197270	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1197440	1	1	1	2	1	1	1	7	2
1197510	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1197979	4	1	1	1	2	3	2	1	2
1197993	5	6	7	8	8	3	10	3	4
1198128	10	8	10	10	6	3	1	10	4
1198641	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1199219	1	1	1	2	1	1	1	1	2
1199731	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1199983	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1200772	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1200847	6	10	10	10	8	10	10	7	4
1200892	8	6	5	4	3	6	1	1	4
1200952	5	8	7	7	10	5	7	1	4
1201834	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1201936	5	10	10	3	8	5	10	3	4
1202125	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1202812	5	3	3	3	6	3	1	1	4
1203096	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1204242	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1204898	6	1	1	1	2	3	1	1	2
1205138	5	8	8	8	5	7	8	1	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1205579	8	7	6	4	4	5	1	1	4
1206089	2	1	1	1	1	3	1	1	2
1206695	1	5	8	6	5	7	10	1	4
1206841	10	5	6	10	6	7	7	10	4
1207986	5	8	4	10	5	9	10	1	4
1208301	1	2	3	1	2	3	1	1	2
1210963	10	10	10	8	6	7	10	1	4
1211202	7	5	10	10	10	4	10	3	4
1212232	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1212251	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1212422	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1212422	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1213375	8	4	4	5	4	7	8	2	2
1213383	5	1	1	4	2	3	1	1	2
1214092	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1214556	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1214966	9	7	7	5	5	7	8	3	4
1216694	10	8	8	4	10	8	1	1	4
1216947	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1217051	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1217264	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1218105	5	10	10	9	6	7	10	5	4
1218741	10	10	9	3	7	3	5	1	4
1218860	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1218860	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1219406	5	1	1	1	1	3	1	1	2
1219525	8	10	10	10	5	8	10	6	4
1219859	8	10	8	8	4	7	7	1	4
1220330	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1221863	10	10	10	10	7	7	10	4	4
1222047	10	10	10	10	3	10	6	1	4
1222936	8	7	8	7	5	5	10	2	4
1223282	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1223426	1	1	1	1	2	3	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1223793	6	10	7	7	6	8	10	2	4
1223967	6	1	3	1	2	3	1	1	2
1224329	1	1	1	2	2	3	1	1	2
1225799	10	6	4	3	10	9	10	1	4
1226012	4	1	1	3	1	2	1	1	4
1226612	7	5	6	3	3	7	4	1	4
1227210	10	5	5	6	3	7	9	2	4
1227244	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1227481	10	5	7	4	4	8	9	1	4
1228152	8	9	9	5	3	7	7	1	4
1228311	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1230175	10	10	10	3	10	9	10	1	4
1230688	7	4	7	4	3	7	6	1	4
1231387	6	8	7	5	6	8	9	2	4
1231706	8	4	6	3	3	4	3	1	2
1232225	10	4	5	5	5	4	1	1	4
1236043	3	3	2	1	3	3	6	1	2
1241232	3	1	4	1	2	3	1	1	2
1241559	10	8	8	2	8	4	8	10	4
1241679	9	8	8	5	6	4	10	4	4
1242364	8	10	10	8	6	3	10	10	4
1243256	10	4	3	2	3	5	3	2	4
1270479	5	1	3	3	2	2	3	1	2
1276091	3	1	1	3	1	3	1	1	2
1277018	2	1	1	1	2	3	1	1	2
128059	1	1	1	1	2	5	1	1	2
1285531	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1287775	5	1	1	2	2	3	1	1	2
144888	8	10	10	8	5	7	8	1	4
145447	8	4	4	1	2	3	3	1	4
167528	4	1	1	1	2	3	6	1	2
169356	3	1	1	1	2	3	1	1	2
183913	1	2	2	1	2	1	1	1	2
191250	10	4	4	10	2	5	3	3	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1017023	6	3	3	5	3	3	5	3	2
1100524	6	10	10	2	8	7	3	3	4
1116116	9	10	10	1	10	3	3	1	4
1168736	5	6	6	2	4	3	6	1	4
1182404	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1182404	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1198641	3	1	1	1	2	3	1	1	2
242970	5	7	7	1	5	3	4	1	2
255644	10	5	8	10	3	5	1	3	4
263538	5	10	10	6	10	10	6	5	4
274137	8	8	9	4	5	7	8	1	4
303213	10	4	4	10	6	5	5	1	4
314428	7	9	4	10	10	5	3	3	4
1182404	5	1	4	1	2	3	2	1	2
1198641	10	10	6	3	3	4	3	2	4
320675	3	3	5	2	3	7	1	1	4
324427	10	8	8	2	3	8	7	8	4
385103	1	1	1	1	2	3	1	1	2
390840	8	4	7	1	3	3	9	2	4
411453	5	1	1	1	2	3	1	1	2
320675	3	3	5	2	3	7	1	1	4
428903	7	2	4	1	3	3	3	1	4
431495	3	1	1	1	2	3	2	1	2
432809	3	1	3	1	2	2	1	1	2
434518	3	1	1	1	2	2	1	1	2
452264	1	1	1	1	2	2	1	1	2
456282	1	1	1	1	2	3	1	1	2
476903	10	5	7	3	3	3	3	8	4
486283	3	1	1	1	2	3	1	1	2
486662	2	1	1	2	2	3	1	1	2
488173	1	4	3	10	4	5	6	1	4
492268	10	4	6	1	2	5	3	1	4
508234	7	4	5	10	2	3	8	2	4
527363	8	10	10	10	8	10	7	3	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

529329	10	10	10	10	10	4	10	10	4
535331	3	1	1	1	3	2	1	1	2
543558	6	1	3	1	4	5	10	1	4
555977	5	6	6	8	6	4	10	4	4
560680	1	1	1	1	2	1	1	1	2
561477	1	1	1	1	2	3	1	1	2
563649	8	8	8	1	2	6	10	1	4
601265	10	4	4	6	2	2	3	1	4
606140	1	1	1	1	2	2	1	1	2
606722	5	5	7	8	6	7	4	1	4
616240	5	3	4	3	4	4	7	1	2
61634	5	4	3	1	2	2	3	1	2
625201	8	2	1	1	5	1	1	1	2
63375	9	1	2	6	4	7	7	2	4
635844	8	4	10	5	4	7	10	1	4
636130	1	1	1	1	2	3	1	1	2
640744	10	10	10	7	9	7	10	10	4
646904	1	1	1	1	2	3	1	1	2
653777	8	3	4	9	3	3	3	1	4
659642	10	8	4	4	4	3	10	4	4
666090	1	1	1	1	2	3	1	1	2
666942	1	1	1	1	2	3	1	1	2
667204	7	8	7	6	4	8	8	4	4
673637	3	1	1	1	2	5	1	1	2
684955	2	1	1	1	3	2	1	1	2
688033	1	1	1	1	2	1	1	1	2
691628	8	6	4	10	10	3	5	1	4
693702	1	1	1	1	2	1	1	1	2
704097	1	1	1	1	1	2	1	1	2
704168	4	6	5	6	7	4	9	1	2
706426	5	5	5	2	5	4	3	1	4
709287	6	8	7	8	6	8	9	1	4
718641	1	1	1	1	5	3	1	1	2
721482	4	4	4	4	6	7	3	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

730881	7	6	3	2	5	7	4	6	4
733639	3	1	1	1	2	3	1	1	2
733639	3	1	1	1	2	3	1	1	2
733823	5	4	6	10	2	4	1	1	4
740492	1	1	1	1	2	3	1	1	2
743348	3	2	2	1	2	2	3	1	2
752904	10	1	1	1	2	5	4	1	4
756136	1	1	1	1	2	2	1	1	2
760001	8	10	3	2	6	3	10	1	4
760239	10	4	6	4	5	7	1	1	4
76389	10	4	7	2	2	6	1	1	4
764974	5	1	1	1	2	3	1	2	2
770066	5	2	2	2	2	2	2	1	2
785208	5	4	6	6	4	4	3	1	4
785615	8	6	7	3	3	3	4	2	4
792744	1	1	1	1	2	1	1	1	2
797327	6	5	5	8	4	3	4	1	4
798429	1	1	1	1	2	3	1	1	2
704097	1	1	1	1	1	2	1	1	2
806423	8	5	5	5	2	4	3	1	4
809912	10	3	3	1	2	7	6	1	4
810104	1	1	1	1	2	3	1	1	2
814265	2	1	1	1	2	1	1	1	2
814911	1	1	1	1	2	1	1	1	2
822829	7	6	4	8	10	9	5	3	4
826923	1	1	1	1	2	1	1	1	2
830690	5	2	2	2	3	1	3	1	2
831268	1	1	1	1	1	1	3	1	2
832226	3	4	4	10	5	3	3	1	4
832567	4	2	3	5	3	7	6	1	4
836433	5	1	1	3	2	1	1	1	2
837082	2	1	1	1	2	3	1	1	2
846832	3	4	5	3	7	4	6	1	2
850831	2	7	10	10	7	4	9	4	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

855524	1	1	1	1	2	2	1	1	2
857774	4	1	1	1	3	2	2	1	2
859164	5	3	3	1	3	3	3	3	4
859350	8	10	10	7	10	7	3	8	4
866325	8	10	5	3	8	4	10	3	4
873549	10	3	5	4	3	3	5	3	4
877291	6	10	10	10	10	8	10	10	4
877943	3	10	3	10	6	5	1	4	4
888169	3	2	2	1	4	2	1	1	2
888523	4	4	4	2	2	2	1	1	2
896404	2	1	1	1	2	3	1	1	2
897172	2	1	1	1	2	2	1	1	2
95719	6	10	10	10	8	7	10	7	4
160296	5	8	8	10	5	8	10	3	4
342245	1	1	3	1	2	1	1	1	2
428598	1	1	3	1	1	2	1	1	2
492561	4	3	2	1	3	2	1	1	2
493452	1	1	3	1	2	1	1	1	2
493452	4	1	2	1	2	2	1	1	2
521441	5	1	1	2	2	2	1	1	2
560680	3	1	2	1	2	2	1	1	2
636437	1	1	1	1	2	1	1	1	2
640712	1	1	1	1	2	2	1	1	2
654244	1	1	1	1	1	2	1	1	2
657753	3	1	1	4	3	2	2	1	2
685977	5	3	4	1	4	3	1	1	2
805448	1	1	1	1	2	1	1	1	2
846423	10	6	3	6	4	7	8	4	4
1002504	3	2	2	2	2	3	2	1	2
1022257	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1026122	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1071084	3	3	2	2	3	1	2	3	2
1080233	7	6	6	3	2	7	1	1	4
1114570	5	3	3	2	3	3	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1114570	2	1	1	1	2	2	2	1	2
1116715	5	1	1	1	3	2	2	1	2
1131411	1	1	1	2	2	2	1	1	2
1151734	10	8	7	4	3	7	9	1	4
1156017	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1158247	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1158405	1	2	3	1	2	2	1	1	2
1168278	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1176187	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1196263	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1196475	3	2	1	1	2	2	2	1	2
1206314	1	2	3	1	2	1	1	1	2
1211265	3	10	8	7	6	9	3	8	4
1213784	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1223003	5	3	3	1	2	2	1	1	2
1223306	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1223543	1	2	1	3	2	1	2	1	2
1229929	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1231853	4	2	2	1	2	2	1	1	2
1234554	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1236837	2	3	2	2	2	3	1	1	2
1237674	3	1	2	1	2	2	1	1	2
1238021	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1238464	1	1	1	1	1	2	1	1	2
1238633	10	10	10	6	8	8	5	1	4
1238915	5	1	2	1	2	3	1	1	2
1238948	8	5	6	2	3	6	6	1	4
1239232	3	3	2	6	3	3	5	1	2
1239347	8	7	8	5	10	7	2	1	4
1239967	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1240337	5	2	2	2	2	3	2	2	2
1253505	2	3	1	1	5	1	1	1	2
1255384	3	2	2	3	2	3	1	1	2
1257200	10	10	10	7	10	8	2	1	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1257648	4	3	3	1	2	3	3	1	2
1257815	5	1	3	1	2	2	1	1	2
1257938	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1258549	9	10	10	10	10	10	10	1	4
1258556	5	3	6	1	2	1	1	1	2
1266154	8	7	8	2	4	5	10	1	4
1272039	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1276091	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1276091	1	3	1	1	2	2	2	1	2
1276091	5	1	1	3	4	3	2	1	2
1277629	5	1	1	1	2	2	2	1	2
1293439	3	2	2	3	2	1	1	1	2
1293439	6	9	7	5	5	4	2	1	2
1294562	10	8	10	1	3	5	1	1	4
1295186	10	10	10	1	6	2	8	1	4
527337	4	1	1	1	2	1	1	1	2
558538	4	1	3	3	2	1	1	1	2
566509	5	1	1	1	2	1	1	1	2
608157	10	4	3	10	4	10	1	1	4
677910	5	2	2	4	2	1	1	1	2
734111	1	1	1	3	2	1	1	1	2
734111	1	1	1	1	2	1	1	1	2
780555	5	1	1	6	3	2	1	1	2
827627	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1049837	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1058849	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1182404	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1193544	5	7	9	8	6	8	10	1	4
1201870	4	1	1	3	1	2	1	1	2
1202253	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1227081	3	1	1	3	2	1	1	1	2
1230994	4	5	5	8	6	10	7	1	4
1238410	2	3	1	1	3	1	1	1	2
1246562	10	2	2	1	2	1	1	2	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1257470	10	6	5	8	5	8	6	1	4
1259008	8	8	9	6	6	10	10	1	4
1266124	5	1	2	1	2	1	1	1	2
1267898	5	1	3	1	2	1	1	1	2
1268313	5	1	1	3	2	1	1	1	2
1268804	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1276091	6	1	1	3	2	1	1	1	2
1280258	4	1	1	1	2	1	2	1	2
1293966	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1296572	10	9	8	7	6	7	10	3	4
1298416	10	6	6	2	4	9	7	1	4
1299596	6	6	6	5	4	7	6	2	4
1105524	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1181685	1	1	2	1	2	2	1	1	2
1211594	3	1	1	1	1	2	1	1	2
1238777	6	1	1	3	2	1	1	1	2
1257608	6	1	1	1	1	1	1	1	2
1269574	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1277145	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1287282	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1296025	4	1	2	1	2	1	1	1	2
1296263	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1296593	5	2	1	1	2	1	1	1	2
1299161	4	8	7	10	4	7	5	1	4
1301945	5	1	1	1	1	1	1	1	2
1302428	5	3	2	4	2	1	1	1	2
1318169	9	10	10	10	10	10	10	10	4
474162	8	7	8	5	5	9	10	1	4
787451	5	1	2	1	2	1	1	1	2
1002025	1	1	1	3	1	1	1	1	2
1070522	3	1	1	1	1	2	1	1	2
1073960	10	10	10	10	6	8	1	5	4
1076352	3	6	4	10	3	3	4	1	4
1084139	6	3	2	1	3	4	1	1	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1115293	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1119189	5	8	9	4	3	7	1	1	4
1133991	4	1	1	1	1	2	1	1	2
1142706	5	10	10	10	6	6	5	2	4
1155967	5	1	2	10	4	2	1	1	2
1170945	3	1	1	1	1	2	1	1	2
1181567	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1182404	4	2	1	1	2	1	1	1	2
1204558	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1217952	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1224565	6	1	1	1	2	3	1	1	2
1238186	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1253917	4	1	1	2	2	2	1	1	2
1265899	4	1	1	1	2	3	1	1	2
1268766	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1277268	3	3	1	1	2	1	1	1	2
1286943	8	10	10	10	7	4	8	7	4
1295508	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1297327	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1297522	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1298360	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1299924	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1299994	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1304595	3	1	1	1	1	2	1	1	2
1306282	6	6	7	10	3	8	10	2	4
1313325	4	10	4	7	3	9	10	1	4
1320077	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1320077	1	1	1	1	1	2	1	1	2
1320304	3	1	2	2	2	1	1	1	2
1330439	4	7	8	3	4	9	1	1	4
333093	1	1	1	1	3	1	1	1	2
369565	4	1	1	1	3	1	1	1	2
412300	10	4	5	4	3	7	3	1	4
672113	7	5	6	10	4	5	3	1	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

749653	3	1	1	1	2	2	1	1	2
769612	3	1	1	2	2	1	1	1	2
769612	4	1	1	1	2	1	1	1	2
798429	4	1	1	1	2	3	1	1	2
807657	6	1	3	2	2	1	1	1	2
8233704	4	1	1	1	1	2	1	1	2
837480	7	4	4	3	4	6	9	1	4
867392	4	2	2	1	2	2	1	1	2
869828	1	1	1	1	1	3	1	1	2
1043068	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1056171	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1061990	1	1	3	2	2	3	1	1	2
1113061	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1116192	5	1	2	1	2	3	1	1	2
1135090	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1145420	6	1	1	1	2	2	1	1	2
1158157	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1171578	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1174841	5	3	1	1	2	1	1	1	2
1184586	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1186936	2	1	3	2	2	2	1	1	2
1197527	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1222464	6	10	10	10	4	7	10	1	4
1240603	2	1	1	1	1	1	1	1	2
1240603	3	1	1	1	1	1	1	1	2
1241035	7	8	3	7	4	7	8	2	4
1287971	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1289391	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1299924	3	2	2	2	2	4	2	1	2
1306339	4	4	2	1	2	2	1	2	2
1313658	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1313982	4	3	1	1	2	4	8	1	2
1321264	5	2	2	2	1	2	1	1	2
1321321	5	1	1	3	2	1	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1321348	2	1	1	1	2	2	1	1	2
1321931	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1321942	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1321942	5	1	1	1	2	3	1	1	2
1328331	1	1	1	1	2	3	1	1	2
1328755	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1331405	4	1	1	1	2	3	2	1	2
1331412	5	7	10	10	5	10	10	1	4
1333104	3	1	2	1	2	3	1	1	2
1334071	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1343068	8	4	4	1	6	2	5	2	4
1343374	10	10	8	10	6	10	3	1	4
1344121	8	10	4	4	8	8	2	1	4
142932	7	6	10	5	3	9	10	2	4
183936	3	1	1	1	2	2	1	1	2
324382	1	1	1	1	2	2	1	1	2
378275	10	9	7	3	4	7	7	1	4
385103	5	1	2	1	2	3	1	1	2
690557	5	1	1	1	2	2	1	1	2
695091	1	1	1	1	2	2	1	1	2
695219	1	1	1	1	2	2	1	1	2
824249	1	1	1	1	2	3	1	1	2
871549	5	1	2	1	2	2	1	1	2
878358	5	7	10	6	5	7	5	1	4
1107684	6	10	5	5	4	6	10	1	4
1115762	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1217717	5	1	1	6	3	1	1	1	2
1239420	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1254538	8	10	10	10	6	10	10	1	4
1261751	5	1	1	1	2	2	2	1	2
1268275	9	8	8	9	6	4	1	1	4
1272166	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1294261	4	10	8	5	4	10	1	1	4
1295529	2	5	7	6	4	7	6	1	4

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1298484	10	3	4	5	3	4	1	1	4
1311875	5	1	2	1	2	1	1	1	2
1315506	4	8	6	3	4	7	1	1	4
1320141	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1325309	4	1	2	1	2	2	1	1	2
1333063	5	1	3	1	2	3	1	1	2
1333495	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1334659	5	2	4	1	1	1	1	1	2
1336798	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1344449	1	1	1	1	1	2	1	1	2
1350568	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1352663	5	4	6	8	4	8	10	1	4
188336	5	3	2	8	5	8	1	2	4
352431	10	5	10	3	5	7	8	3	4
353098	4	1	1	2	2	1	1	1	2
411453	1	1	1	1	2	1	1	1	2
557583	5	10	10	10	10	10	1	1	4
636375	5	1	1	1	2	1	1	1	2
736150	10	4	3	10	3	7	1	2	4
803531	5	10	10	10	5	8	5	1	4
822829	8	10	10	10	6	10	10	10	4
1016634	2	3	1	1	2	2	1	1	2
1031608	2	1	1	1	1	2	1	1	2
1041043	4	1	3	1	2	2	1	1	2
1042252	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1057067	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1061990	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1073836	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1083817	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1096352	6	3	3	3	3	6	1	1	2
1140597	7	1	2	3	2	2	1	1	2
1149548	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1174009	5	1	1	2	1	2	1	1	2
1183596	3	1	3	1	3	1	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1190386	4	6	6	5	7	7	7	3	4
1190546	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1213273	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1218982	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1225382	6	2	3	1	2	1	1	1	2
1235807	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1238777	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1253955	8	7	4	4	5	5	10	1	4
1257366	3	1	1	1	2	1	1	1	2
1260659	3	1	4	1	2	1	1	1	2
1268952	10	10	7	8	7	10	10	3	4
1275807	4	2	4	3	2	2	1	1	2
1277792	4	1	1	1	2	1	1	1	2
1277792	5	1	1	3	2	1	1	1	2
1285722	4	1	1	3	2	1	1	1	2
1288608	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1290203	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1294413	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1299596	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1303489	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1311033	1	2	2	1	2	1	1	1	2
1311108	1	1	1	3	2	1	1	1	2
1315807	5	10	10	10	10	10	10	10	4
1318671	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1319609	3	1	1	2	3	1	1	1	2
1323477	1	2	1	3	2	2	1	1	2
1324572	5	1	1	1	2	2	2	1	2
1324681	4	1	1	1	2	2	1	1	2
1325159	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1326892	3	1	1	1	2	2	1	1	2
1330361	5	1	1	1	2	2	1	1	2
1333877	5	4	5	1	8	3	6	1	2
1334015	7	8	8	7	3	7	2	3	4
1334667	1	1	1	1	2	1	1	1	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

1339781	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1339781	4	1	1	1	2	3	1	1	2
13454352	1	1	3	1	2	2	1	1	2
1345452	1	1	3	1	2	2	1	1	2
1345593	3	1	1	3	2	2	1	1	2
1347749	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1347943	5	2	2	2	2	1	1	2	2
1348851	3	1	1	1	2	3	1	1	2
1350319	5	7	4	1	6	7	10	3	4
1350423	5	10	10	8	5	7	10	1	4
1352848	3	10	7	8	5	7	4	1	4
1353092	3	2	1	2	2	3	1	1	2
1354840	2	1	1	1	2	3	1	1	2
1354840	5	3	2	1	3	1	1	1	2
1355260	1	1	1	1	2	2	1	1	2
1365075	4	1	4	1	2	1	1	1	2
1365328	1	1	2	1	2	2	1	1	2
1368267	5	1	1	1	2	1	1	1	2
1368273	1	1	1	1	2	1	1	1	2
1368882	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1369821	10	10	10	10	5	10	10	7	4
1371026	5	10	10	10	4	5	6	3	4
1371920	5	1	1	1	2	3	2	1	2
466906	1	1	1	1	2	1	1	1	2
466906	1	1	1	1	2	1	1	1	2
534555	1	1	1	1	2	1	1	1	2
536708	1	1	1	1	2	1	1	1	2
566346	3	1	1	1	2	2	3	1	2
603148	4	1	1	1	2	1	1	1	2
654546	1	1	1	1	2	1	1	8	2
654546	1	1	1	3	2	1	1	1	2
695091	5	10	10	5	4	4	4	1	4
714039	3	1	1	1	2	1	1	1	2
763235	3	1	1	1	2	2	1	2	2

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

776715	3	1	1	1	3	1	1	1	2
841769	2	1	1	1	2	1	1	1	2
888820	5	10	10	3	7	8	10	2	4
897471	4	8	6	4	3	10	6	1	4
897471	4	8	8	5	4	10	4	1	4

ภาคผนวก ก.4

ข้อมูล German Credit Data

1) A Status of existing checking account
2) B Duration in month
3) C Credit history
4) D Purpose
5) E Credit amount
6) F Savings account/bonds
7) G Present employment since
8) H Installment rate in percentage of disposable income
9) I Personal status and sex
10) J Other debtors / guarantors
11) K Present residence since
12) L Property
13) M Age in years
14) N Other installment plans
15) O Housing
16) P Number of existing credits at this bank
17) Q Job
18) R Number of people being liable to provide maintenance for
19) S Telephone
20) T Foreign worker
21) U Output 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1 = เครดิตดี

2 = เครดิตไม่ดี

ตารางที่ ก.4 แสดงข้อมูล German Credit Data

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
11	6	34	43	11.7	65	5	4	93	1	4	121	67	3	2	2	3	2	2	1	1
12	48	32	43	59.5	61	3	2	92	1	2	121	22	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	34	46	21.0	61	4	2	93	1	3	121	49	3	2	1	2	1	1	1	1
11	42	32	42	78.8	61	4	2	93	3	4	122	45	3	3	1	3	1	1	1	1
11	24	33	40	48.7	61	3	3	93	1	4	124	53	3	3	2	3	1	1	1	1
14	36	32	46	90.6	65	3	2	93	1	4	124	35	3	3	1	2	1	2	1	1
14	24	32	42	28.4	63	5	3	93	1	4	122	53	3	2	1	3	1	1	1	1
12	36	32	41	69.5	61	3	2	93	1	2	123	35	3	1	1	4	1	2	1	2
14	12	32	43	30.6	64	4	2	91	1	4	121	61	3	2	1	2	1	1	1	1
12	30	34	40	52.3	61	1	4	94	1	2	123	28	3	2	2	4	2	1	1	1
12	12	32	40	13.0	61	2	3	92	1	1	123	25	3	1	1	3	1	1	1	1
11	48	32	49	43.1	61	2	3	92	1	4	122	24	3	1	1	3	1	1	1	1
12	12	32	43	15.7	61	3	1	92	1	1	123	22	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	34	40	12.0	61	5	4	93	1	4	123	60	3	2	2	2	1	1	1	1
11	15	32	40	14.0	61	3	2	92	1	4	123	28	3	1	1	3	1	1	1	1
11	24	32	43	12.8	62	3	4	92	1	2	123	32	3	2	1	2	1	1	1	1
14	24	34	43	24.2	65	5	4	93	1	4	122	53	3	2	2	3	1	1	1	2
11	30	30	49	80.7	65	2	2	93	1	3	123	25	1	2	3	3	1	1	1	1
12	24	32	41	125.8	61	5	4	92	1	2	124	44	3	3	1	4	2	2	1	1
14	24	32	43	34.3	63	5	3	93	1	2	123	31	3	2	1	3	1	2	1	1
14	9	34	40	21.3	61	3	4	93	1	4	123	48	3	2	3	3	1	2	1	1
11	6	32	43	26.5	63	3	2	93	1	3	121	44	3	1	1	3	1	1	1	1
11	10	34	40	22.4	61	2	1	93	1	3	121	48	3	1	2	2	1	1	2	1
12	12	34	41	18.0	62	2	3	93	1	4	122	44	3	2	1	3	1	1	1	1
14	10	34	42	20.7	65	3	2	94	1	1	123	26	3	2	2	3	1	1	2	1
11	6	32	42	13.7	61	3	1	93	1	2	121	36	1	2	1	2	1	2	1	2
14	6	30	43	4.3	61	5	4	94	1	4	123	39	3	2	1	2	1	1	1	1
13	12	31	43	4.1	64	3	3	92	1	3	121	42	3	1	2	3	2	1	1	1
12	7	32	43	24.2	61	3	3	93	3	2	121	34	3	2	1	3	1	1	1	1
11	60	33	49	68.4	61	5	3	93	1	4	124	63	3	2	2	3	1	2	1	1
12	18	32	49	19.1	64	2	3	94	1	3	121	36	1	2	1	3	1	2	1	1
11	24	32	42	40.2	61	3	2	93	1	2	123	27	2	2	1	3	1	1	1	1
12	18	32	40	58.7	62	3	2	93	1	2	123	30	3	2	2	3	1	2	1	1
14	12	34	49	12.6	65	5	4	93	1	4	124	57	3	1	1	2	1	1	1	1
13	12	32	42	14.7	61	2	4	92	1	1	122	33	1	2	1	4	1	2	1	2
12	45	34	43	47.5	61	2	4	93	1	2	122	25	3	2	2	2	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	48	34	46	61.1	61	3	1	93	1	3	124	31	1	3	1	3	2	2	1	1
13	18	32	43	21.0	61	3	4	93	2	2	121	37	2	2	1	3	1	1	1	1
13	10	32	44	12.3	61	3	2	93	1	2	123	37	3	2	1	3	1	2	1	1
12	9	32	43	4.6	61	3	4	93	1	3	121	24	3	2	1	3	1	1	1	1
14	30	32	43	23.3	63	5	4	93	1	2	123	30	1	2	1	4	1	1	1	1
12	12	32	43	11.6	63	3	3	91	1	1	123	26	3	2	1	3	1	2	1	1
12	18	33	45	62.0	61	3	2	93	1	4	121	44	3	2	1	2	1	2	1	1
11	30	34	41	61.9	62	4	1	94	1	4	123	24	3	1	2	3	1	1	1	2
11	48	34	41	61.4	61	5	4	92	1	4	124	58	2	3	2	2	1	1	1	1
14	11	34	40	13.9	61	2	4	92	1	4	123	35	3	2	2	4	2	1	1	1
14	36	32	43	23.0	63	5	4	93	1	4	123	39	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	32	41	13.5	63	1	1	92	1	2	122	23	3	1	1	1	1	2	1	1
14	11	34	40	72.3	61	3	1	93	1	4	122	39	3	2	2	2	1	1	1	1
14	12	32	43	20.7	62	3	4	92	2	2	121	28	3	2	1	3	1	1	1	1
12	24	33	42	23.3	65	2	4	93	1	2	122	29	1	2	1	2	1	1	1	1
12	27	33	41	59.7	61	5	1	93	1	2	123	30	3	2	2	4	1	2	1	1
14	12	32	43	12.6	61	3	3	93	1	2	123	25	3	2	1	3	1	1	1	2
14	18	32	41	33.8	65	3	2	93	1	1	122	31	3	2	1	3	1	2	1	1
12	36	33	40	22.3	61	5	4	93	1	4	124	57	1	3	2	3	2	2	1	1
14	6	31	40	7.8	65	3	1	93	3	2	121	26	2	2	1	2	1	1	1	1
12	12	32	43	64.7	65	1	2	93	1	1	124	52	3	2	1	4	1	2	1	1
14	36	34	43	95.7	61	3	2	92	1	2	123	31	2	2	2	3	1	1	1	1
13	18	32	40	19.6	61	5	3	92	1	2	123	23	3	2	1	4	1	1	1	1
11	36	34	42	62.3	61	2	4	92	2	4	124	23	3	1	2	2	1	2	1	1
12	9	32	49	13.9	61	3	2	94	1	1	121	27	1	2	1	3	1	2	1	1
12	15	34	43	15.4	65	5	4	93	3	4	121	50	3	2	2	3	1	2	1	2
12	36	30	49	19.5	61	5	4	93	1	4	124	61	3	3	1	4	1	2	1	1
12	48	30	49	144.2	61	3	2	93	1	2	123	25	3	2	1	3	2	2	1	1
14	24	32	43	31.8	61	2	4	92	1	4	122	26	3	2	1	3	1	2	1	1
14	27	32	45	51.9	65	5	4	93	1	4	122	48	3	2	4	3	1	2	1	1
14	12	32	43	21.7	61	2	2	92	1	2	123	29	1	2	1	3	1	1	1	1
12	12	32	40	10.1	64	3	4	94	1	1	121	22	3	2	1	3	1	1	1	1
14	36	32	46	18.2	61	3	4	93	1	4	124	37	2	3	1	3	1	2	1	1
14	36	32	43	23.9	65	3	4	92	1	4	123	25	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	36	32	41	81.3	61	3	1	92	1	2	122	30	1	2	1	3	1	1	1	2
14	7	34	43	7.3	65	5	4	93	1	2	122	46	3	1	2	2	1	2	1	1
11	8	34	10	11.6	61	5	3	93	1	4	124	51	1	3	2	4	2	2	1	1
12	42	34	49	59.5	61	4	2	92	1	1	121	41	1	2	2	2	1	1	1	1
11	36	32	46	19.8	65	5	4	93	1	4	124	40	3	2	1	4	1	2	1	1
11	12	34	41	15.3	61	5	4	93	1	4	124	66	3	3	2	4	1	1	1	1
11	42	32	43	39.7	61	2	4	93	1	3	123	34	3	2	1	3	1	1	1	1
12	11	33	43	47.7	61	4	2	93	1	4	122	51	3	2	1	3	1	1	1	1
14	54	30	41	94.4	65	3	2	93	1	2	122	39	3	2	1	2	1	1	1	1
12	30	32	42	38.3	61	2	2	94	1	1	122	22	3	2	1	3	1	1	1	2
14	24	32	43	59.4	65	2	1	92	1	1	123	44	3	2	2	3	1	2	1	1
14	15	32	43	12.1	63	5	4	93	1	3	122	47	2	2	1	3	2	2	1	1
14	18	32	49	15.7	62	3	3	92	1	4	122	24	3	1	1	2	1	1	1	1
11	24	32	10	17.6	61	5	4	92	3	4	121	58	3	2	1	2	1	2	1	1
11	10	32	43	23.2	61	5	3	93	1	4	121	52	3	2	1	2	1	1	1	1
14	12	34	49	14.1	61	3	4	92	3	2	121	29	3	2	2	4	1	2	1	1
12	18	34	42	13.0	61	2	4	92	1	1	122	27	3	2	2	3	1	1	1	1
12	36	32	46	126.1	62	3	1	93	1	4	124	47	3	3	1	3	1	2	1	1
11	18	32	40	22.5	62	4	4	93	1	3	123	30	3	2	1	4	1	2	1	2
11	12	30	45	11.1	61	4	4	93	1	3	121	28	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	34	43	6.2	61	5	4	93	1	4	121	56	3	2	1	3	2	1	1	1
11	12	34	41	14.1	61	5	4	93	1	3	121	54	3	2	1	3	1	1	1	1
14	12	34	43	8.0	65	5	4	92	1	3	122	33	1	2	1	2	1	1	1	1
13	24	34	42	36.2	65	5	4	93	2	4	124	20	3	1	2	3	1	1	1	1
12	12	32	40	13.2	64	5	4	93	1	4	121	54	3	2	1	3	1	2	1	1
12	54	30	49	159.5	61	2	3	93	1	4	124	58	3	1	1	3	1	2	1	1
14	12	34	46	20.1	65	4	4	92	1	2	123	61	3	2	1	3	1	1	1	1
12	18	32	49	26.2	62	3	4	93	1	4	123	34	3	2	1	3	1	1	1	2
12	36	34	43	23.4	61	5	4	93	1	4	121	36	3	2	1	3	1	1	1	1
12	20	33	41	70.6	65	4	3	93	1	4	122	36	1	1	2	4	2	2	1	1
14	24	32	40	14.7	62	5	4	94	1	4	121	41	3	1	1	2	1	1	1	1
12	36	32	43	23.2	61	4	4	93	1	4	123	24	3	1	1	3	1	1	1	1
14	6	33	43	9.3	61	3	3	92	1	2	121	24	3	2	1	3	1	1	1	1
12	9	34	42	19.2	61	4	4	93	1	3	123	35	3	1	1	3	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	32	41	24.5	65	2	2	94	1	4	123	26	3	1	1	3	1	2	1	1
12	24	34	10	119.4	61	3	2	93	2	3	123	39	3	2	2	4	1	2	1	1
14	18	31	40	64.6	61	5	2	93	1	4	124	39	1	2	2	4	1	2	1	2
12	12	32	40	60.8	61	4	2	93	1	2	123	32	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	42	77.2	65	2	1	92	1	2	122	30	3	2	1	3	2	2	2	1
12	14	32	49	14.1	63	5	1	94	1	2	121	35	3	2	1	3	1	2	1	1
12	6	33	49	14.5	62	5	1	91	1	2	123	31	1	2	2	3	1	1	1	1
13	15	32	46	3.9	61	2	4	92	1	4	122	23	3	1	1	3	1	2	1	1
12	18	32	40	62.6	61	4	3	93	1	3	121	28	3	1	1	2	1	1	1	1
14	36	34	40	78.6	61	3	4	92	1	2	121	25	2	2	2	3	1	2	1	1
11	12	32	43	16.8	63	5	3	94	1	1	121	35	3	2	1	3	1	1	1	1
14	48	34	43	35.8	65	5	4	93	1	1	121	47	3	2	1	3	1	2	1	2
11	42	32	43	71.7	65	4	4	92	1	3	123	30	3	2	1	4	1	2	1	1
11	10	34	42	21.3	65	2	2	92	2	3	121	27	3	1	2	3	2	1	2	1
11	33	34	42	42.8	63	3	1	92	1	4	123	23	3	2	2	3	1	1	1	1
12	12	34	40	23.7	63	4	3	91	1	3	123	36	3	2	1	4	1	2	1	1
11	21	32	43	18.4	61	3	3	92	1	2	121	25	3	2	2	3	1	2	1	1
14	24	34	41	38.7	61	5	4	92	1	2	123	41	3	1	2	4	1	2	1	1
14	12	32	42	17.7	61	3	3	93	1	2	121	24	3	1	1	2	1	1	1	1
13	10	34	40	7.8	61	5	4	93	1	4	124	63	3	3	2	3	1	2	1	1
12	18	32	42	19.2	65	2	4	92	1	3	121	27	3	1	1	3	1	1	1	2
11	12	34	40	21.2	61	3	4	93	1	2	122	30	3	2	2	3	1	1	1	1
11	12	32	43	7.0	61	3	4	94	1	2	121	40	3	2	1	2	2	1	1	1
12	12	32	45	6.4	61	3	4	93	1	2	123	30	3	2	1	3	1	1	1	1
12	12	34	41	18.6	61	1	4	93	1	2	123	34	3	2	2	4	1	2	1	1
11	12	34	40	35.0	61	3	3	92	2	2	121	29	3	2	2	3	1	1	1	1
12	48	32	40	84.9	65	4	1	92	1	2	123	24	3	2	1	3	1	1	1	1
11	36	33	46	68.9	61	3	4	93	1	3	122	29	2	2	1	3	1	2	1	1
14	15	32	42	27.1	61	2	2	93	1	3	122	27	1	2	2	2	1	1	1	1
14	18	32	42	19.8	61	3	4	93	1	4	124	47	1	3	2	3	1	1	1	2
14	60	32	43	101.4	62	4	2	92	1	4	121	21	3	2	1	3	1	2	1	1
14	12	34	43	12.4	65	5	4	92	1	2	121	38	3	2	2	3	2	2	1	1
14	27	33	41	86.1	64	3	2	93	1	2	123	27	3	2	2	3	1	1	1	1
12	12	32	43	7.7	63	3	4	93	1	3	121	66	3	2	1	2	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

12	15	34	43	27.3	65	4	4	93	3	2	121	35	1	2	3	3	1	2	1	1
13	12	32	43	18.8	61	3	2	92	1	2	123	44	3	1	1	2	1	2	1	1
13	6	32	40	7.1	64	2	2	94	1	2	121	27	3	2	1	1	1	1	2	1
12	36	32	43	48.0	61	2	4	92	1	1	124	30	3	2	1	4	1	2	1	1
11	27	32	43	34.2	61	3	3	93	1	2	123	27	3	2	1	4	1	1	1	2
11	18	32	42	24.6	61	3	2	93	1	2	123	22	3	2	1	3	1	1	1	1
14	21	34	42	22.9	61	2	4	92	1	4	122	23	3	2	1	3	2	2	1	1
12	48	31	49	35.7	62	4	4	93	1	2	123	30	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	34	40	8.6	61	5	1	92	1	4	124	39	3	2	2	3	1	2	1	1
14	12	34	40	6.8	62	4	4	92	1	3	123	51	3	2	2	3	1	2	1	1
11	36	34	42	53.7	61	3	3	93	3	2	122	28	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	34	43	15.8	64	5	4	93	1	4	123	46	3	2	2	3	1	1	1	1
14	6	32	43	13.5	62	5	2	93	1	4	124	42	1	3	1	3	1	2	1	1
14	10	32	43	19.2	61	3	1	93	1	4	122	38	3	2	1	3	1	2	2	2
13	36	32	43	58.5	61	3	4	93	1	1	123	24	3	2	1	3	1	1	1	1
12	24	34	41	77.6	64	5	2	92	1	4	124	29	3	1	1	3	2	1	1	1
12	24	33	49	69.7	62	4	4	93	1	4	123	36	3	1	1	4	1	2	1	1
11	12	32	42	12.8	61	3	2	92	1	4	123	20	3	1	1	3	1	1	1	1
11	9	34	45	12.9	62	5	3	93	3	4	121	48	3	2	2	3	1	1	2	1
11	12	31	48	3.4	61	5	4	94	1	1	123	45	1	2	1	2	1	1	1	1
12	24	32	40	35.1	62	4	2	93	1	3	123	38	1	2	2	3	1	2	1	1
14	6	34	43	19.0	65	3	1	93	1	2	121	34	3	2	2	2	1	1	1	1
14	24	34	43	28.7	62	5	3	93	1	4	121	36	3	2	1	3	1	2	1	2
14	18	34	40	10.6	61	2	4	92	1	1	122	30	3	2	2	3	1	1	1	1
14	15	32	44	12.6	63	4	4	93	1	3	122	36	3	2	2	3	2	2	1	1
12	10	32	40	73.1	61	1	2	93	1	4	124	70	1	3	1	4	1	2	1	1
14	36	32	40	9.1	63	5	4	93	1	4	122	36	3	2	1	3	1	1	1	1
14	6	32	42	29.8	63	3	1	93	1	2	123	32	3	2	1	3	1	2	1	1
11	18	32	42	11.3	61	1	4	92	1	2	123	33	3	2	1	3	1	1	1	1
12	11	32	42	15.8	64	2	4	92	1	1	121	20	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	32	42	39.7	61	4	2	92	1	4	122	25	3	1	1	3	1	2	1	1
12	24	34	49	19.4	61	5	4	91	1	4	121	31	3	2	2	3	1	2	1	2
11	15	30	40	9.5	61	5	4	93	1	3	123	33	3	1	2	3	1	1	1	1
14	12	32	42	7.6	61	3	4	92	1	1	121	26	3	2	1	3	2	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

12	24	33	42	20.6	61	1	3	92	1	2	122	34	3	2	1	4	1	2	1	1
12	8	32	43	14.1	61	3	4	93	3	2	121	33	3	2	1	3	1	1	2	1
11	21	33	46	34.1	61	2	2	93	1	1	122	26	3	2	2	3	1	1	1	1
14	30	31	41	74.9	65	1	4	92	1	1	121	53	1	2	1	4	1	2	1	1
11	12	32	42	25.8	61	3	2	91	1	1	123	42	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	34	43	3.4	63	5	4	93	1	4	123	52	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	32	43	19.6	61	4	4	93	1	2	123	31	3	1	2	4	1	2	1	2
11	21	34	40	5.7	61	5	4	93	1	4	121	65	3	2	2	3	1	1	1	1
14	36	33	49	95.7	61	2	1	91	1	1	123	28	3	2	2	3	2	1	1	1
12	36	33	49	44.6	61	3	2	91	1	2	121	30	2	2	2	4	1	2	1	1
11	21	31	40	16.5	65	3	4	93	1	2	122	40	3	2	2	2	1	1	1	1
14	24	34	42	37.8	64	3	4	93	1	4	121	50	3	2	1	3	1	2	1	1
12	18	34	40	8.8	61	5	4	93	1	4	123	36	1	2	1	3	1	2	1	1
14	15	34	43	13.6	61	3	4	93	1	2	122	31	3	2	2	3	1	1	1	1
12	9	31	41	51.3	61	5	2	92	1	4	124	74	1	3	1	4	1	2	1	1
12	16	34	40	11.8	61	1	2	93	1	3	123	68	3	3	3	1	1	2	1	2
11	12	32	43	6.7	62	4	4	94	1	1	122	20	3	2	1	3	1	1	1	1
12	18	30	42	32.4	61	3	1	92	1	4	123	33	1	2	2	3	2	2	1	1
14	24	32	49	45.9	64	3	2	93	1	3	122	54	3	2	3	4	1	2	1	1
12	48	30	49	38.4	62	4	4	93	1	4	124	34	3	3	1	2	1	1	1	1
12	27	32	49	39.2	61	3	4	93	1	2	123	36	3	2	1	3	1	2	1	1
14	6	32	43	21.1	61	4	2	94	1	2	121	29	3	1	1	3	1	1	1	1
12	45	32	43	30.3	62	3	4	93	3	4	122	21	3	1	1	3	1	1	1	1
12	9	34	46	15.0	61	5	2	92	1	3	123	34	3	2	2	4	1	2	1	1
14	6	34	43	13.8	61	3	1	92	1	1	123	28	3	2	2	3	1	2	1	2
12	12	32	42	9.5	62	2	4	92	1	4	123	27	1	1	4	3	1	1	1	1
12	24	32	41	27.6	65	5	4	93	1	4	124	36	1	3	1	3	2	2	1	1
12	18	33	42	43.0	61	5	4	91	1	3	124	40	3	2	1	4	1	2	1	1
14	9	34	46	9.4	63	5	4	93	1	2	123	52	3	2	2	3	1	2	1	1
11	12	32	40	11.7	61	3	4	94	1	3	121	27	3	2	1	2	1	1	1	1
14	27	33	49	51.2	61	4	3	93	1	4	123	26	3	2	2	3	1	1	1	1
11	12	32	48	9.0	61	4	4	94	1	4	122	21	3	1	1	3	1	1	1	1
14	12	34	40	15.0	61	5	4	93	1	1	121	38	3	2	2	2	1	1	1	1
11	30	34	41	106.2	61	5	3	93	1	4	124	38	3	3	3	4	1	2	1	2

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	34	42	19.4	61	5	4	93	1	4	121	43	3	2	3	3	1	2	1	1
12	12	34	44	14.2	61	4	4	93	1	3	122	26	3	2	1	3	2	1	1	1
11	24	32	49	65.7	61	3	2	94	1	2	123	21	2	2	1	2	1	1	1	1
14	12	32	41	14.1	64	4	3	93	1	2	122	55	3	2	1	3	1	1	2	1
14	9	34	43	30.7	65	3	1	93	1	2	121	33	3	2	2	3	1	1	1	1
14	36	32	43	38.4	65	5	2	92	1	4	121	45	3	2	1	2	1	2	1	1
11	27	30	49	52.9	61	1	2	93	1	4	122	50	2	2	2	3	1	2	1	1
13	30	33	49	19.1	61	5	4	93	1	4	121	66	3	2	1	4	1	2	1	1
14	36	34	43	33.4	65	5	4	93	1	2	123	51	3	2	1	3	1	2	1	2
12	6	34	48	9.3	65	4	1	92	1	3	122	39	3	2	2	2	1	1	1	1
11	18	30	49	31.0	61	4	3	93	1	1	122	31	1	2	1	3	2	2	1	1
13	36	32	43	39.1	61	3	2	93	1	2	121	23	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	32	42	30.2	61	3	2	91	1	2	121	24	3	1	1	2	1	1	1	1
14	10	32	40	13.6	61	3	2	92	1	4	123	64	3	2	1	3	1	2	1	1
12	12	32	43	6.3	61	2	4	94	3	1	121	26	1	2	1	2	1	1	1	1
11	12	32	46	12.0	65	3	4	92	1	4	122	23	1	1	1	3	1	2	1	1
14	12	32	43	7.1	61	3	4	93	1	2	121	30	1	2	2	3	1	1	1	1
14	24	33	49	29.8	65	3	4	93	1	4	121	32	3	2	2	3	1	2	1	2
14	15	32	41	46.6	61	3	3	93	1	2	123	30	3	2	1	3	1	2	1	1
14	36	30	45	26.1	61	3	4	93	1	2	123	27	3	2	2	3	2	1	1	1
12	48	32	43	109.6	64	4	1	93	2	2	124	27	1	2	2	3	1	2	1	1
11	12	32	42	78.7	61	5	4	93	1	4	124	53	3	3	1	4	1	2	1	1
14	9	32	43	14.8	61	4	4	93	1	2	123	22	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	42	31.5	61	2	4	93	1	1	124	22	1	3	1	3	1	1	1	1
13	36	32	43	42.1	61	3	4	93	1	2	123	26	3	2	1	3	1	1	1	1
14	9	32	40	25.1	63	5	2	93	1	4	124	51	3	3	1	2	1	1	1	1
14	12	32	43	21.4	62	4	3	93	1	1	124	35	3	2	1	3	1	1	1	2
12	18	32	43	8.7	61	3	4	94	3	2	121	25	3	2	1	2	1	1	1	1
14	4	34	43	15.4	61	4	2	93	1	1	121	42	3	2	3	2	2	1	1	1
11	24	32	43	18.2	61	1	4	93	1	2	123	30	2	2	1	4	1	1	1	1
12	6	32	40	145.6	65	1	1	93	1	2	122	23	3	2	1	1	1	2	1	1
12	21	32	49	27.7	62	5	4	91	1	2	123	61	1	1	2	2	1	1	1	1
14	12	34	43	12.9	61	3	4	92	1	2	122	35	3	2	2	3	1	1	1	1
11	30	32	43	25.2	61	5	1	93	3	3	122	39	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	24	32	40	9.2	65	5	4	92	1	2	123	29	1	2	1	3	1	1	1	1
14	6	32	43	16.0	61	4	3	93	1	2	122	51	3	2	1	3	1	1	1	2
11	48	30	41	46.1	61	5	3	93	1	4	124	24	3	3	2	3	1	1	1	1
14	12	34	49	11.9	61	3	3	92	1	2	121	27	3	2	2	3	2	1	1	1
14	12	31	48	34.5	63	3	4	92	1	3	121	35	3	2	1	2	1	1	1	1
14	24	32	49	12.6	61	4	4	93	1	1	121	25	3	2	1	3	1	2	1	1
14	12	34	43	7.2	61	5	4	93	1	4	121	52	3	2	3	3	1	1	1	1
14	6	30	40	12.0	62	3	4	93	1	1	124	35	1	1	1	3	1	1	2	1
13	24	32	42	19.3	61	3	2	93	1	2	121	26	3	2	1	3	1	1	1	1
14	18	32	43	4.3	61	1	3	92	2	4	121	22	3	1	1	3	1	1	1	1
11	6	34	40	6.7	64	4	3	92	1	4	121	39	3	2	2	2	1	2	1	2
13	12	32	42	22.5	61	3	1	92	1	2	123	46	3	2	1	2	1	1	1	1
12	30	32	40	21.5	61	3	4	92	3	2	124	24	1	2	1	3	2	1	1	1
14	24	33	42	41.5	62	3	2	93	1	3	122	35	3	2	2	3	1	1	1	1
12	9	32	42	20.3	65	4	2	93	1	1	123	24	3	2	1	3	1	2	1	1
12	60	33	43	74.2	65	3	1	93	1	1	121	27	3	2	1	2	1	1	1	1
14	24	34	43	26.8	61	3	4	93	1	2	121	35	3	2	2	2	1	1	1	1
11	12	31	43	21.5	61	3	4	91	1	1	124	29	3	3	1	3	1	1	1	1
14	15	32	41	38.1	62	2	1	92	1	4	123	23	3	2	1	3	1	2	1	1
14	11	34	43	11.5	62	1	4	92	1	4	121	57	3	2	3	2	1	1	1	2
11	12	32	42	16.6	61	3	2	93	1	2	121	27	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	43	16.0	61	5	4	92	1	4	123	55	3	2	1	3	2	1	1	1
11	18	34	40	53.0	61	5	2	93	1	4	124	36	3	3	3	4	1	2	1	1
14	12	34	46	27.5	61	5	2	92	1	4	124	57	1	3	3	2	1	1	1	1
14	10	34	40	12.3	61	5	3	93	1	4	121	32	3	2	2	2	1	1	2	1
12	15	32	43	8.0	61	5	4	93	1	3	123	37	3	2	1	3	1	1	1	1
14	36	34	49	63.0	65	5	4	93	1	4	121	36	3	2	2	3	1	1	1	1
14	24	32	43	15.3	61	2	4	92	1	3	123	38	2	2	1	3	1	2	1	1
11	14	32	40	89.8	61	5	1	91	1	4	122	45	3	2	1	4	1	2	2	2
14	24	32	43	10.0	65	5	4	93	1	2	123	25	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	32	40	26.6	65	4	4	93	1	3	122	32	3	2	1	3	2	1	2	1
14	12	34	42	14.0	63	4	3	92	1	4	123	37	3	1	1	3	1	2	1	1
12	48	31	40	121.7	65	1	4	93	2	4	124	36	3	3	1	4	1	2	1	1
12	48	32	43	30.6	61	4	4	93	1	4	121	28	3	2	2	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	30	32	45	120.0	61	2	1	91	1	1	124	34	3	2	1	2	1	2	1	1
14	9	32	43	27.0	61	3	1	93	1	2	121	32	3	2	1	3	1	1	1	1
14	18	34	43	24.0	61	3	2	92	1	2	123	26	3	2	2	3	1	1	1	1
11	12	32	42	12.6	65	5	2	91	1	4	122	49	3	2	1	2	1	2	1	2
14	6	32	42	46.1	61	2	1	92	1	4	122	32	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	32	43	19.0	62	3	4	93	1	4	123	29	3	1	1	4	2	2	1	1
14	15	34	41	33.7	64	5	3	93	1	4	124	23	3	1	2	3	1	2	1	1
14	12	32	42	15.7	61	3	4	93	1	2	121	50	3	2	1	3	1	1	1	1
13	18	31	43	14.5	65	4	4	93	1	4	123	49	1	2	1	2	1	1	1	1
14	15	34	42	15.2	65	5	4	93	1	4	122	63	3	2	1	3	1	1	1	1
12	24	34	40	38.8	62	2	4	91	1	2	123	37	3	2	1	3	1	2	1	1
11	47	32	40	107.2	61	2	1	92	1	1	121	35	3	2	1	2	1	2	1	1
11	48	32	41	47.9	61	4	4	93	1	3	122	26	3	2	1	3	1	1	1	2
12	48	33	10	75.8	62	1	2	93	1	4	124	31	3	3	1	4	1	2	1	1
12	12	32	43	10.9	61	3	4	92	3	4	121	49	3	2	2	3	2	2	1	1
11	24	33	43	10.2	61	2	4	94	1	4	121	48	2	2	1	3	1	1	1	1
14	12	32	49	10.8	61	3	2	94	1	2	121	26	3	2	1	3	1	2	2	1
12	36	32	41	94.0	61	2	1	94	1	4	123	28	3	1	1	4	1	2	1	1
11	24	34	41	64.2	61	5	2	92	1	4	124	44	3	3	2	4	1	2	1	1
13	42	34	41	48.0	61	5	4	93	1	4	124	56	3	3	1	3	1	1	1	1
14	48	34	49	76.3	65	5	4	91	1	2	123	46	1	2	2	4	1	1	1	1
12	48	32	42	99.6	61	2	1	92	1	2	123	26	3	2	1	3	1	2	1	2
14	12	32	41	46.8	65	2	1	92	1	4	123	20	3	1	1	3	1	1	1	1
14	10	32	40	12.9	65	5	4	93	2	2	122	45	3	2	1	2	2	1	2	1
14	18	32	42	25.2	61	3	3	93	1	4	121	43	3	2	1	3	1	2	1	1
12	21	34	42	27.5	64	4	3	93	1	2	123	32	3	2	2	3	1	2	1	1
14	6	32	40	6.7	61	1	1	92	1	4	121	54	3	2	1	1	1	2	1	1
12	36	30	43	38.0	61	3	4	92	1	1	123	42	3	2	1	3	1	2	1	1
13	24	34	40	13.4	65	4	4	93	1	2	121	37	1	2	2	2	1	1	1	1
11	10	34	40	10.4	61	4	4	93	2	3	122	49	3	2	2	3	1	2	1	1
14	48	34	40	101.3	63	3	2	93	1	2	124	44	1	3	1	3	1	1	1	2
14	6	32	42	15.4	64	3	4	91	1	2	121	33	3	2	1	3	1	1	1	1
14	30	32	41	48.1	65	4	2	92	1	4	122	24	2	1	1	2	2	1	1	1
11	12	32	43	7.3	62	2	4	94	1	3	124	33	3	2	1	2	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

12	8	32	42	12.4	61	3	3	92	1	4	121	24	3	2	1	3	1	1	1	1
12	9	32	40	2.8	61	3	4	94	1	4	121	22	3	1	1	2	1	1	1	1
12	48	32	10	53.8	65	1	3	93	1	4	124	40	1	3	1	1	1	2	1	1
14	24	32	42	55.1	62	3	4	93	1	1	123	25	2	2	1	3	1	1	1	1
13	24	32	42	37.5	61	2	2	92	1	4	123	26	3	2	1	3	1	1	1	1
12	12	32	40	6.9	61	4	2	94	1	3	123	25	1	2	1	2	1	1	1	2
13	4	32	40	14.9	65	2	1	93	1	2	121	29	3	2	1	2	1	1	2	1
11	36	31	42	27.5	61	5	4	93	1	4	123	31	1	2	1	3	2	1	1	1
11	12	32	42	7.1	61	3	2	93	3	3	122	38	3	2	1	2	1	1	1	1
12	24	32	42	43.5	65	3	1	92	1	4	122	48	3	2	1	2	1	2	1	1
14	12	34	46	7.0	61	3	4	93	1	2	123	32	3	2	2	3	1	1	1	1
11	15	33	42	36.4	61	5	1	92	1	4	122	27	3	2	2	2	1	1	1	1
12	30	34	40	42.5	61	1	4	94	1	2	123	28	3	2	2	4	1	1	1	1
11	24	32	43	19.4	61	2	4	91	1	3	122	32	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	41	29.1	61	4	2	93	1	1	124	34	3	3	1	4	1	2	1	2
11	18	32	42	26.6	64	3	4	93	1	2	123	28	3	2	1	3	1	1	1	1
14	18	34	40	10.3	61	3	4	92	1	3	121	36	3	2	2	3	2	1	1	1
11	8	34	40	34.0	61	4	1	93	1	4	121	39	3	2	2	2	1	1	2	1
14	12	34	42	58.0	65	5	2	93	1	4	122	49	3	1	1	3	1	2	1	1
14	24	32	40	15.3	64	4	4	92	1	3	123	34	3	2	1	3	1	2	1	1
13	36	32	43	44.7	61	5	4	93	1	2	123	31	3	2	1	3	1	1	1	1
12	6	32	43	10.7	61	5	4	93	1	4	123	28	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	34	41	66.2	61	1	2	93	1	4	124	75	3	3	2	4	1	2	1	1
14	18	34	46	18.6	62	3	4	92	1	2	121	30	3	2	2	3	1	1	1	2
12	60	32	40	74.1	62	2	4	92	1	2	122	24	3	2	1	4	1	1	1	1
14	48	34	41	115.9	62	3	2	92	1	4	123	24	1	1	2	2	2	1	1	1
11	24	30	42	41.1	61	5	3	93	1	4	124	23	1	1	2	3	1	1	1	1
11	6	34	42	33.8	61	3	1	91	1	4	121	44	3	1	1	4	1	2	1	1
12	13	32	43	21.0	61	2	2	92	3	4	122	23	3	2	1	2	1	1	1	1
11	15	32	44	12.8	65	3	4	92	1	2	123	24	3	1	1	3	1	1	1	1
11	24	32	42	41.7	61	3	4	93	1	4	122	28	3	2	1	3	1	1	1	1
12	10	32	42	15.2	61	3	4	91	1	2	123	31	3	2	1	2	1	1	1	1
12	24	34	46	57.4	61	2	2	92	1	4	124	24	3	3	2	3	1	2	1	2
11	21	32	42	36.0	61	4	1	92	1	4	123	26	3	1	1	2	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

12	18	32	43	32.1	63	2	1	94	1	3	121	25	3	1	1	3	2	1	1	1
12	18	32	49	44.4	61	5	1	93	2	1	121	33	1	2	1	4	1	2	1	1
13	10	32	40	39.5	61	2	1	93	3	1	122	37	3	2	1	2	1	1	1	1
14	15	34	43	14.6	61	3	4	92	1	2	123	43	3	2	1	2	1	1	1	1
12	13	34	43	8.8	61	2	4	93	3	4	121	23	3	2	2	3	1	1	1	1
12	24	32	43	37.6	63	1	1	92	1	4	124	23	3	1	1	1	1	1	1	1
14	6	33	49	17.4	62	3	1	93	1	2	121	34	3	2	2	2	1	1	1	1
12	9	34	46	11.4	64	5	4	93	1	3	124	32	3	3	2	3	1	1	1	2
14	9	32	44	12.4	61	2	1	92	1	4	121	23	3	1	1	3	1	2	1	1
12	9	32	42	9.6	61	3	1	92	1	2	123	29	3	2	1	3	2	1	2	1
14	18	34	41	32.3	65	1	2	93	1	4	124	38	3	2	1	4	1	2	1	1
11	12	30	43	62.0	61	3	4	93	1	2	122	28	3	1	2	3	1	2	1	1
14	10	32	46	7.3	63	5	4	93	1	4	124	46	3	3	1	3	1	2	1	1
12	24	32	40	12.5	61	2	4	93	1	2	121	23	2	2	1	2	1	1	1	1
14	12	34	43	23.3	65	5	1	93	2	4	121	49	3	2	1	3	1	2	1	1
14	36	33	43	44.6	61	3	4	93	1	2	123	26	3	2	2	4	1	2	1	1
14	12	32	43	7.8	61	3	4	94	1	2	121	28	3	2	1	3	1	1	1	2
11	30	32	42	24.1	61	4	4	92	1	4	121	23	3	1	1	3	1	1	1	1
12	18	32	46	12.4	65	3	4	93	1	4	124	61	3	3	1	3	2	1	1	1
13	12	32	43	34.0	65	5	2	93	1	3	123	37	3	2	1	4	1	1	1	1
13	12	33	40	22.5	61	3	2	92	1	2	123	36	2	2	2	3	1	2	1	1
14	6	32	42	17.7	61	3	1	94	1	2	122	21	3	1	1	3	1	1	1	1
11	18	32	42	24.7	61	1	4	93	1	1	123	25	3	2	1	1	1	1	1	1
14	12	32	49	15.4	61	4	2	93	1	4	123	36	3	2	1	3	1	2	1	1
14	18	34	41	38.5	61	4	3	93	1	1	123	27	3	2	2	3	1	1	1	1
11	18	32	42	36.5	61	2	1	92	1	4	123	22	3	1	1	3	1	1	1	2
11	36	32	42	34.5	61	5	4	93	1	2	123	42	3	2	1	3	1	1	1	1
12	18	32	42	30.0	61	4	2	92	1	4	121	40	3	1	1	3	2	1	1	1
14	36	32	40	30.8	65	3	4	93	1	4	121	36	3	2	1	3	1	1	1	1
14	18	34	43	60.7	61	5	3	93	1	4	123	33	3	2	2	3	1	2	1	1
14	10	34	42	21.5	61	2	1	92	1	3	121	23	3	1	2	3	1	1	1	1
14	60	34	40	137.6	65	5	2	93	1	4	124	63	1	3	1	4	1	2	1	1
12	60	31	10	147.8	62	5	3	92	1	4	124	60	1	3	2	4	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	48	31	49	76.9	61	4	2	92	3	4	123	37	3	1	1	3	1	1	1	1
14	18	33	43	23.2	61	1	2	94	1	3	121	34	3	2	2	3	1	1	1	2
14	7	33	43	8.5	65	5	3	93	1	4	124	36	3	3	1	3	1	1	1	1
12	36	32	40	143.2	61	5	4	93	1	2	124	57	3	3	1	4	2	2	1	1
14	6	34	40	3.6	62	3	4	92	1	4	123	52	3	2	2	2	1	1	1	1
11	20	32	42	22.1	65	4	4	93	1	4	123	39	3	2	1	3	1	2	1	1
12	18	32	41	129.8	61	1	3	92	1	4	124	38	3	3	1	4	1	2	1	1
14	22	32	40	12.8	65	4	4	92	1	4	122	25	3	1	1	3	1	1	1	1
13	12	32	40	13.3	61	2	4	93	1	1	121	26	3	2	1	3	1	1	1	1
14	30	33	49	42.7	62	3	2	93	1	2	122	26	3	2	2	2	1	1	1	1
14	18	34	43	22.4	61	3	2	92	1	1	123	25	3	2	2	3	1	1	1	2
14	18	32	43	11.3	65	2	4	92	1	2	121	21	3	1	1	3	1	2	1	1
12	18	34	42	73.7	61	1	4	93	1	4	122	40	2	2	2	4	2	2	1	1
12	15	34	49	23.3	63	3	2	93	1	4	123	27	1	2	1	3	1	1	1	1
14	9	32	49	14.5	61	4	3	92	1	2	123	27	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	32	40	18.2	61	3	2	94	1	2	122	30	3	2	1	4	1	2	1	1
12	12	32	42	9.8	64	2	1	92	1	4	121	19	3	1	1	2	1	1	1	1
11	36	32	40	32.5	61	4	2	93	1	4	124	39	1	3	1	4	1	2	1	1
11	6	34	43	19.6	61	4	1	92	1	4	123	31	3	2	1	3	1	1	1	1
14	9	34	42	24.1	61	1	2	93	1	3	123	31	3	2	1	4	1	1	1	2
12	39	33	46	117.6	62	4	2	93	1	3	124	32	3	1	1	3	1	2	1	1
11	12	32	42	25.8	61	1	3	92	1	4	124	55	3	3	1	4	2	1	1	1
11	36	34	42	23.5	61	3	3	94	1	2	122	46	3	2	2	3	1	2	1	1
12	12	32	40	12.2	61	5	1	91	1	1	121	46	3	1	2	3	1	1	1	1
14	24	34	43	15.2	64	3	4	92	1	1	121	43	3	2	2	2	1	1	1	1
14	18	32	43	14.7	61	2	3	94	1	4	121	39	3	2	1	3	1	2	1	1
12	18	34	49	18.9	65	3	4	94	1	4	121	28	1	2	2	3	1	1	1	1
14	24	33	49	86.5	61	2	2	93	1	2	123	27	1	2	2	3	1	2	1	1
14	14	33	40	8.0	61	3	4	93	1	2	123	27	3	2	2	2	1	1	1	2
12	18	33	40	29.0	65	5	4	93	1	4	123	43	3	2	1	3	1	1	1	1
12	24	32	43	20.4	61	2	1	94	1	1	122	22	3	2	1	3	2	2	1	1
14	24	34	41	22.0	65	4	4	93	1	4	123	43	3	2	2	3	1	2	1	1
11	15	32	43	10.5	61	2	4	94	1	2	121	27	3	2	1	3	1	1	2	1
14	24	32	43	32.4	63	5	3	91	1	2	123	26	3	2	1	4	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

13	12	34	40	9.4	63	4	4	94	1	2	121	28	3	2	3	3	1	2	1	1
12	24	32	43	19.7	61	5	4	92	1	4	123	20	3	2	1	3	1	2	1	1
14	33	34	41	72.5	61	4	3	93	1	2	123	35	3	2	2	4	1	2	1	1
14	12	34	49	22.9	61	1	4	93	1	2	123	42	2	2	2	4	1	2	1	2
14	10	32	40	16.0	63	3	3	93	1	2	124	40	3	1	1	2	1	1	2	1
11	24	32	40	13.8	65	3	4	92	1	2	122	35	3	2	1	3	2	1	1	1
14	36	34	41	58.4	61	5	2	93	1	2	122	35	3	2	2	3	1	2	1	1
11	12	32	40	25.8	61	2	4	93	1	1	121	33	3	2	1	2	1	1	1	1
11	18	33	46	84.7	65	3	1	92	1	2	123	23	3	1	2	3	1	2	1	1
14	21	32	40	27.8	63	4	1	92	1	2	123	31	1	2	1	4	1	1	1	1
12	18	32	40	10.4	65	3	4	92	1	2	122	33	3	2	1	3	1	1	1	1
14	15	32	40	31.9	64	4	2	92	1	3	123	20	3	1	1	3	1	1	1	1
12	12	32	41	20.3	65	3	4	93	1	2	123	30	3	2	1	3	1	1	1	2
12	12	34	40	9.6	61	4	2	93	1	3	121	47	3	2	2	2	1	1	1	1
14	21	33	42	15.9	62	4	4	93	1	3	121	34	3	2	2	4	2	1	1	1
12	12	32	42	27.6	65	5	1	92	1	2	122	25	1	2	1	3	1	2	1	1
12	18	32	41	27.8	61	3	1	94	1	3	123	21	3	1	1	3	1	2	1	1
14	28	34	43	27.4	61	5	4	93	1	2	123	29	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	34	43	11.5	64	3	4	93	1	3	121	46	3	2	2	3	1	1	1	1
14	9	32	42	13.1	61	5	1	93	1	4	123	20	3	2	1	3	1	1	1	1
11	18	34	45	11.9	61	1	2	92	1	4	124	55	3	3	3	1	1	1	1	1
14	5	32	49	34.5	61	4	1	93	1	4	121	74	3	2	1	2	1	1	1	2
12	24	32	10	113.3	61	3	2	93	2	3	123	29	1	2	2	4	1	2	1	1
11	6	34	42	18.7	61	1	4	93	1	4	124	36	3	3	3	4	2	2	1	1
14	24	34	45	20.6	61	3	4	91	1	2	121	33	3	2	2	3	1	2	1	1
11	9	32	42	21.4	61	3	3	93	1	2	121	25	3	2	1	3	1	1	1	1
12	12	32	43	14.8	65	3	2	94	1	1	121	25	3	2	1	3	1	2	1	1
14	6	32	45	6.6	63	4	2	94	1	4	121	23	3	1	1	2	1	1	1	1
14	24	34	40	12.9	64	5	4	92	1	4	121	37	3	2	2	3	1	2	1	1
11	42	34	45	33.9	61	1	4	93	2	4	123	65	3	2	2	1	1	1	1	1
13	12	31	49	6.1	61	2	4	92	1	1	121	26	3	2	1	1	1	1	1	2
14	12	32	40	18.8	61	5	4	93	1	4	123	39	3	2	1	4	1	2	1	1
11	12	32	42	16.2	61	3	2	92	2	3	122	30	3	2	1	3	2	1	1	1
12	20	33	10	26.3	61	3	2	93	1	3	123	29	1	2	2	3	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	32	46	7.2	61	5	4	93	1	4	123	41	1	2	1	2	1	1	1	1
12	48	34	42	51.0	61	3	2	92	1	3	123	30	3	2	1	4	1	2	1	1
14	9	34	46	12.4	65	5	4	92	1	4	122	41	3	1	2	2	1	1	1	1
11	36	32	40	18.4	61	2	4	92	1	4	123	34	3	2	1	3	1	2	1	1
12	7	32	43	25.8	61	3	2	93	3	2	121	35	3	2	1	3	1	1	1	1
13	12	32	42	14.2	65	5	3	92	1	4	121	55	3	2	1	4	1	2	1	2
12	15	33	45	15.1	64	3	3	94	1	3	122	61	2	2	2	3	1	1	1	1
14	36	34	41	110.5	65	3	4	93	1	2	123	30	3	2	1	4	2	2	1	1
14	6	32	43	5.2	61	3	3	92	1	1	121	29	3	2	1	3	1	1	1	1
14	12	30	42	27.6	61	5	2	93	1	4	122	34	3	2	2	3	1	1	1	1
14	24	32	41	26.7	61	5	4	93	1	4	123	35	3	2	1	4	1	2	1	1
11	24	32	40	48.2	61	4	2	93	2	3	122	31	3	2	1	3	1	2	1	1
14	24	32	41	26.8	61	2	4	92	1	1	124	29	3	2	1	4	1	2	1	1
11	11	34	40	39.1	61	3	2	93	1	2	121	36	3	1	2	3	1	1	1	1
11	12	32	41	33.9	61	5	3	93	1	4	124	35	3	3	1	3	1	2	1	2
11	6	32	44	3.4	61	2	4	92	1	1	121	27	3	2	1	3	1	1	1	1
14	18	32	43	45.9	61	2	3	93	1	2	123	32	3	2	1	3	2	2	1	1
11	36	32	42	36.2	61	3	1	93	3	2	122	37	3	2	1	3	1	1	1	1
11	15	32	40	17.2	61	2	2	93	1	3	121	36	3	2	1	3	1	1	1	1
12	12	32	42	30.2	61	2	3	92	1	1	121	34	3	1	1	4	1	1	1	1
12	12	32	48	7.5	65	5	4	93	1	4	122	38	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	32	49	19.5	61	4	4	93	1	1	123	34	2	2	2	3	1	2	1	1
11	24	32	41	29.2	61	3	3	93	3	4	124	63	1	2	1	3	1	2	1	1
11	24	33	43	16.6	61	2	4	92	1	2	123	29	3	1	1	2	1	2	1	2
14	48	33	43	72.4	65	5	3	93	1	3	123	32	1	2	2	3	1	1	1	1
14	33	33	49	27.6	61	3	2	92	1	2	123	26	3	2	2	3	2	2	1	1
14	24	33	41	46.8	61	4	3	93	1	3	123	35	3	2	2	2	1	2	1	1
12	24	32	43	30.9	62	2	3	94	1	2	123	22	3	1	1	3	1	2	1	1
11	6	32	46	4.5	61	2	4	92	1	4	122	23	3	2	1	3	1	1	1	1
11	9	32	40	6.5	61	3	4	93	1	3	123	28	3	2	1	2	1	1	1	1
14	6	32	48	12.4	65	1	4	93	1	4	122	36	3	2	1	4	1	2	1	1
12	18	34	43	12.5	61	3	4	94	1	2	123	33	3	2	1	3	1	1	1	1
11	18	30	42	31.1	61	2	1	92	1	4	122	26	3	1	1	3	1	1	1	2
14	39	32	41	25.7	63	3	4	93	1	4	123	24	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

13	24	32	43	51.5	61	4	4	93	1	2	123	25	1	2	1	3	2	1	1	1
12	12	32	49	10.4	62	4	3	93	1	4	121	39	3	2	1	2	1	1	1	1
11	15	34	42	14.8	61	5	4	93	1	4	123	44	3	2	2	3	1	2	1	1
12	12	34	43	35.7	61	3	1	92	1	1	121	23	3	2	1	2	1	1	1	1
12	24	32	40	12.0	61	2	4	93	1	1	122	26	3	2	1	3	1	1	1	1
11	30	32	42	36.2	64	5	4	92	1	4	122	57	3	1	2	3	1	2	1	1
14	15	33	42	9.6	64	4	3	92	1	2	122	30	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	34	40	11.6	63	3	4	93	1	4	121	44	3	2	1	3	1	2	1	2
12	6	33	40	12.1	61	1	4	93	1	4	122	47	3	2	1	4	1	2	1	1
14	12	32	43	30.8	61	3	2	93	1	4	123	52	3	2	1	3	2	2	1	1
14	24	32	40	37.6	61	5	4	92	2	4	124	62	3	3	1	3	1	2	1	1
14	10	32	40	14.2	62	3	3	93	1	2	121	35	3	1	1	2	1	1	2	1
14	6	32	40	35.2	61	3	2	93	3	3	122	26	3	1	1	3	1	1	1	1
14	12	34	43	19.3	61	5	2	93	1	2	124	26	3	2	2	3	1	1	1	1
12	27	30	49	83.2	61	5	2	92	1	4	124	42	3	3	2	4	1	2	1	1
14	6	34	43	12.4	62	3	1	92	1	1	122	27	3	2	2	3	1	1	1	1
12	6	32	43	3.7	65	5	4	93	1	4	122	38	3	2	1	3	1	1	1	2
11	12	34	40	21.2	61	3	3	93	1	2	121	39	3	1	2	2	1	1	2	1
11	24	32	42	30.0	65	3	2	94	1	4	123	20	3	2	1	3	2	1	1	1
12	36	32	42	90.3	62	2	4	93	2	1	124	29	3	1	1	4	1	2	1	1
14	24	34	42	15.9	61	4	4	93	1	3	122	40	3	2	2	3	1	1	1	1
12	18	32	43	13.0	61	5	4	94	3	2	121	32	3	2	1	2	1	1	1	1
13	6	34	40	13.2	62	5	2	91	1	4	123	28	3	2	2	3	1	2	1	1
11	24	32	40	31.2	61	2	4	92	1	1	122	27	3	2	1	3	1	1	1	1
11	36	32	41	54.9	61	5	2	93	1	4	124	42	3	3	1	3	1	1	1	1
13	9	32	43	11.3	62	5	2	91	1	4	121	49	3	2	1	3	1	1	1	2
12	24	34	43	12.2	62	2	4	93	1	4	124	38	1	2	2	3	1	1	1	1
11	24	32	40	12.1	61	2	4	92	1	4	122	24	3	1	1	3	2	1	1	1
14	10	32	40	13.1	65	3	4	93	3	4	122	27	3	2	1	2	1	1	1	1
13	15	34	41	23.6	63	3	2	93	1	2	123	36	3	2	1	3	1	2	1	1
12	15	31	40	68.5	62	1	1	93	1	2	122	34	3	2	1	4	1	2	1	1
14	24	32	43	14.1	61	3	4	94	1	2	122	28	3	2	1	3	1	1	1	1
14	39	32	41	85.9	62	5	4	93	1	2	123	45	3	2	1	4	1	2	1	1
11	12	32	40	7.6	61	4	4	93	1	2	121	26	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	36	32	41	46.9	61	3	2	93	1	2	124	32	3	3	1	4	1	2	1	2
13	15	32	49	26.9	61	4	2	93	1	4	122	26	3	1	1	3	1	2	1	1
12	12	33	43	5.9	61	3	4	94	2	4	121	20	3	1	2	3	2	1	1	1
14	24	32	40	22.6	65	2	4	93	1	1	122	54	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	34	40	6.1	61	4	4	92	1	3	122	37	3	2	2	3	1	1	2	1
11	6	34	40	13.6	61	2	2	93	1	4	121	40	3	2	1	2	1	1	2	1
14	36	34	42	71.3	61	2	2	92	1	4	122	23	3	1	2	3	1	2	1	1
11	6	32	40	12.0	62	5	3	93	1	2	122	43	3	2	1	3	1	2	1	1
14	6	34	43	7.0	65	5	4	93	1	4	124	36	3	3	2	3	1	1	1	1
14	24	34	45	55.1	61	5	3	93	1	4	124	44	3	3	2	3	1	1	1	2
11	18	32	43	31.9	61	3	2	92	1	2	121	24	3	2	1	3	1	1	1	1
11	48	30	42	71.2	61	3	3	93	1	4	124	53	3	3	2	3	2	1	1	1
14	24	32	41	34.9	62	4	3	92	1	4	123	23	3	2	1	3	1	1	1	1
12	18	32	43	11.1	61	3	4	92	3	4	121	26	3	2	1	2	1	1	1	1
12	26	32	41	79.7	61	2	2	93	1	3	123	30	3	2	2	3	1	1	1	1
14	15	34	46	15.3	62	3	4	92	1	3	123	31	3	2	1	3	1	1	1	1
14	4	34	43	15.0	61	4	2	93	1	1	121	42	3	2	2	2	1	1	1	1
11	36	32	43	23.0	61	3	4	91	1	4	123	31	3	1	1	3	1	1	1	1
11	6	32	40	6.6	61	2	3	93	1	4	121	41	3	2	1	2	1	2	1	2
12	36	32	46	22.7	61	4	3	93	1	1	123	32	3	2	2	3	1	1	1	1
12	15	32	40	26.3	62	3	2	92	1	4	123	28	3	1	2	3	2	2	1	1
14	12	33	41	15.0	61	3	4	94	1	4	121	41	3	1	1	3	1	1	1	1
14	24	32	43	13.1	62	4	4	94	1	3	122	26	3	2	1	3	1	2	1	1
14	24	32	43	31.1	65	2	4	93	1	2	123	25	3	2	2	3	1	1	1	1
13	21	34	46	23.2	61	2	2	91	1	1	123	33	3	1	1	3	1	1	1	1
11	6	32	40	13.7	65	1	4	92	1	3	122	75	3	2	1	4	1	2	1	1
12	18	34	42	36.1	61	5	3	92	1	4	122	37	3	2	1	3	1	2	1	1
11	48	32	40	77.6	61	5	4	93	1	4	124	42	1	3	1	4	1	1	1	2
13	18	32	42	30.5	61	2	1	92	1	1	122	45	2	2	1	2	1	1	1	1
12	12	32	43	15.3	61	2	1	94	1	1	121	23	3	1	1	3	2	1	1	1
14	24	33	40	20.3	61	5	4	93	1	4	124	60	3	3	2	3	1	2	1	1
11	30	32	42	63.5	65	5	4	93	1	4	122	31	3	2	1	3	1	1	1	1
13	18	32	42	28.6	61	3	2	93	1	1	121	34	3	2	1	2	1	1	1	1
14	12	34	40	12.6	61	5	4	93	1	4	121	61	3	2	2	2	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	24	33	40	13.3	61	1	4	93	1	2	121	43	3	3	2	3	1	1	1	1
14	24	34	40	20.2	61	3	4	92	1	4	123	37	3	2	1	3	1	2	1	1
14	24	32	43	15.5	61	4	3	93	1	1	123	32	1	2	1	3	1	1	1	2
11	12	31	43	6.3	61	3	4	92	1	4	121	24	1	2	1	2	1	1	1	1
14	48	34	41	88.6	65	4	2	93	1	1	124	35	3	3	2	3	2	2	1	1
14	12	34	45	10.0	65	4	4	92	1	4	121	23	3	2	2	3	1	1	1	1
14	6	31	43	17.5	63	5	2	93	1	4	122	45	1	2	1	2	1	1	1	1
11	48	32	43	70.0	61	4	1	94	3	1	121	34	3	2	2	3	1	2	1	1
12	12	34	40	20.0	62	2	4	93	1	1	123	27	3	2	1	3	1	1	1	1
12	9	32	46	12.0	61	4	4	92	1	4	122	67	3	2	2	4	1	2	1	1
12	12	32	43	13.3	61	2	2	93	1	1	123	22	2	2	1	3	1	1	1	1
12	18	30	40	22.8	62	2	3	92	1	3	123	28	3	2	2	3	1	1	1	2
14	21	30	40	50.0	65	3	1	92	1	4	122	29	1	2	2	3	1	2	1	1
11	24	31	42	35.5	61	4	3	93	1	4	123	27	1	2	1	3	2	1	1	1
12	18	34	42	19.3	61	2	2	93	1	2	121	31	3	2	2	2	1	1	1	1
11	24	32	41	29.6	65	5	4	93	1	4	124	49	1	3	1	3	1	2	1	1
11	24	31	43	15.5	61	4	4	93	3	4	123	24	1	1	1	2	1	1	1	1
13	6	33	43	6.8	61	2	2	92	1	1	122	29	1	2	1	3	1	1	1	1
12	36	32	40	123.9	65	3	1	93	1	4	124	37	3	3	1	3	1	2	1	1
12	24	33	49	47.1	65	3	4	93	1	2	122	37	1	2	2	4	1	2	1	1
12	24	33	43	15.5	62	4	3	92	1	2	122	23	3	1	2	3	1	2	1	2
11	12	32	40	13.7	61	4	2	91	1	3	123	36	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	34	43	25.8	64	5	2	93	1	2	123	34	3	2	1	3	2	1	1	1
12	48	32	43	39.8	65	4	4	93	1	1	123	41	3	2	2	3	1	2	1	1
11	48	32	43	67.6	61	3	3	92	1	2	123	31	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	32	42	32.3	61	2	4	92	1	4	121	23	3	1	1	2	1	2	1	1
14	30	34	43	59.5	61	4	3	93	2	2	123	38	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	32	41	54.3	65	1	2	92	1	4	122	26	3	1	1	4	1	2	1	1
11	15	32	49	8.1	61	3	4	92	1	4	122	22	3	2	1	2	1	1	1	1
12	9	32	43	10.8	61	5	4	93	1	4	123	27	3	2	2	2	1	1	1	2
14	15	34	42	27.9	61	4	2	92	2	3	123	24	1	2	2	3	1	1	1	1
12	12	32	43	29.3	61	4	2	92	1	1	121	27	3	2	1	3	2	1	1	1
14	24	34	46	19.3	65	3	3	92	1	2	123	33	3	2	2	3	1	2	1	1
12	36	34	40	28.2	61	2	4	91	1	4	123	27	3	2	2	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	24	32	48	9.4	61	2	4	94	1	3	123	27	3	2	2	2	1	1	1	1
12	18	34	40	10.6	61	5	3	93	3	3	121	30	1	2	2	3	1	1	1	1
12	12	34	40	31.2	61	2	1	93	1	3	121	49	1	2	2	2	1	1	1	1
14	9	32	42	13.9	61	3	4	92	1	2	121	26	3	1	1	3	1	1	1	1
12	36	32	45	23.8	61	2	4	93	1	1	124	33	3	1	1	2	1	1	1	2
14	12	32	40	21.3	65	5	4	92	1	4	124	52	3	3	1	4	1	2	1	1
11	18	32	42	20.4	61	3	1	92	1	4	121	20	1	1	1	3	2	1	1	1
11	9	34	40	28.0	61	3	2	93	1	2	121	36	3	1	2	3	1	1	1	1
11	12	32	42	12.9	61	3	4	93	3	1	122	21	3	2	1	2	1	1	1	1
11	18	32	44	12.2	61	3	4	94	1	3	121	47	3	2	1	2	1	2	1	1
11	12	34	42	22.5	61	5	3	93	1	3	122	60	3	2	2	3	1	1	1	1
11	12	34	43	3.9	61	4	4	92	1	3	121	58	3	2	4	2	1	2	1	1
12	24	33	40	19.7	65	3	4	92	1	4	123	42	3	1	2	3	1	2	1	1
14	21	32	49	15.7	64	5	4	92	1	4	121	36	1	2	1	2	1	1	1	2
12	24	32	40	27.2	61	3	3	92	1	4	122	20	3	1	1	2	1	2	1	1
11	24	31	10	13.6	65	5	4	93	1	3	123	40	2	2	1	4	2	2	1	1
12	6	31	40	9.3	62	2	1	92	1	1	122	32	2	2	1	2	1	1	1	1
11	24	32	40	14.4	61	4	4	92	1	4	123	23	3	1	2	3	1	1	1	1
12	24	30	49	42.4	61	3	1	93	1	4	121	36	3	2	3	2	1	2	1	1
14	18	34	40	27.8	61	4	2	93	1	2	122	31	1	2	2	3	1	1	1	1
14	24	33	49	38.6	61	3	1	93	1	2	124	32	3	3	1	3	1	1	1	1
12	7	32	43	23.3	61	2	1	92	3	1	121	45	3	2	1	3	1	1	1	1
12	9	32	42	9.2	61	3	4	92	1	1	122	30	3	2	1	3	1	1	1	2
12	24	31	46	18.4	61	4	4	92	1	4	124	34	1	3	1	2	1	1	1	1
14	36	32	42	33.5	61	3	4	92	1	2	123	28	3	2	1	4	2	2	1	1
13	10	32	42	12.8	61	2	4	92	1	2	122	23	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	31	42	28.3	63	3	4	93	1	4	121	22	2	2	1	3	1	2	1	1
14	24	34	49	45.3	61	3	3	93	1	2	121	74	3	2	1	4	1	2	1	1
12	36	32	43	26.7	62	3	4	92	2	4	124	50	3	3	1	3	1	1	1	1
14	18	32	43	20.5	61	2	4	93	1	1	121	33	3	2	1	3	1	1	1	1
14	15	32	41	13.0	65	5	4	93	1	4	124	45	1	3	1	3	1	1	1	1
11	12	32	44	7.4	62	1	4	92	1	3	122	22	3	2	1	3	1	1	1	2
13	10	32	40	12.4	62	5	1	92	1	4	124	48	3	3	1	2	1	1	1	1
11	21	32	43	33.6	64	2	4	92	1	2	123	29	1	2	1	3	2	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	24	31	41	36.3	61	3	1	92	3	4	123	22	1	1	1	3	1	1	2	1
14	18	33	42	18.1	61	4	4	92	1	1	121	22	3	2	1	3	1	1	1	1
12	48	30	49	122.0	65	3	2	93	1	2	123	48	1	2	1	4	1	2	1	1
12	60	33	43	91.6	65	3	2	93	1	2	124	27	3	3	1	4	1	1	1	1
11	6	34	40	36.8	61	3	1	93	1	3	121	37	3	1	3	3	1	1	1	1
12	30	32	42	34.4	62	3	2	92	2	4	123	21	3	1	1	3	1	1	1	1
14	12	32	40	6.4	61	3	4	91	1	2	121	49	3	2	1	2	1	1	1	2
12	21	34	49	36.5	61	4	2	93	1	3	122	27	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	34	40	15.3	61	3	3	93	1	2	122	32	1	2	2	3	2	1	1	1
14	48	32	49	39.1	65	3	4	91	1	2	121	38	1	2	1	3	1	1	1	1
11	12	32	42	18.6	61	2	4	92	1	1	123	22	3	1	1	3	1	1	1	1
11	18	32	43	26.0	61	3	4	93	1	4	124	65	3	3	2	3	1	1	1	1
14	15	32	43	19.8	65	5	4	93	1	2	123	35	3	2	1	3	1	1	1	1
13	6	32	42	21.2	61	3	2	93	1	2	121	41	3	2	1	3	1	2	1	1
12	9	31	40	14.4	62	4	2	93	1	3	124	29	3	2	1	3	1	1	1	1
14	42	34	42	40.4	63	3	4	93	1	4	121	36	3	2	2	3	1	2	1	2
14	9	32	46	38.3	65	5	1	93	1	4	121	64	3	2	1	2	1	1	1	1
11	24	32	43	36.6	61	3	2	92	1	4	123	28	3	2	1	3	2	1	1	1
11	18	31	42	15.5	61	3	4	93	1	3	123	44	1	2	1	3	1	1	1	1
12	15	32	43	14.4	65	2	4	93	1	1	122	23	3	2	1	3	1	1	1	1
14	9	32	42	19.8	61	2	2	92	2	2	123	19	3	1	2	3	1	1	1	1
12	24	32	40	13.6	61	2	3	92	1	4	123	25	3	2	1	2	1	2	1	1
14	12	32	46	13.9	61	5	4	93	1	4	122	47	1	2	3	3	1	2	1	1
14	24	32	43	13.8	63	4	4	92	1	1	123	28	3	2	1	3	1	1	1	1
14	60	33	43	156.5	61	4	2	93	1	4	123	21	3	2	2	3	1	2	1	2
14	12	32	43	14.9	61	2	4	92	1	3	123	34	3	2	1	3	1	1	1	1
11	42	33	43	43.7	61	4	3	93	1	2	122	26	1	2	2	3	2	2	1	1
11	18	32	46	7.5	61	1	4	92	1	1	121	27	3	2	1	1	1	1	1	1
12	15	32	45	13.1	61	5	4	93	1	4	123	38	3	2	2	2	1	1	1	1
14	15	32	46	46.2	62	3	3	93	1	2	122	40	3	2	1	4	1	2	1	1
14	24	34	43	18.5	61	4	4	94	3	2	123	33	3	2	2	3	1	2	1	1
11	18	34	43	18.8	61	4	4	94	1	1	122	32	3	2	2	4	1	2	1	1
14	36	33	49	79.8	65	2	4	93	1	4	123	27	3	1	2	3	1	2	1	1
11	30	30	42	45.8	61	3	2	91	3	2	121	32	3	2	2	3	1	1	1	2

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	32	40	13.9	63	3	2	92	1	2	122	26	3	2	1	3	1	1	1	1
13	24	32	40	9.5	61	4	4	93	1	3	124	38	1	3	1	3	2	1	1	1
11	12	32	46	6.8	61	3	4	93	1	4	123	40	3	1	1	2	1	1	1	1
11	48	32	46	74.8	61	4	4	93	1	1	124	50	3	3	1	4	1	2	1	1
12	12	32	42	19.2	61	3	4	93	1	2	122	37	3	2	1	2	1	1	1	1
11	24	32	40	23.0	61	5	4	93	2	1	121	45	3	2	1	3	1	1	1	1
12	36	33	40	80.9	62	5	2	93	1	4	123	42	3	2	4	4	1	2	1	1
14	24	34	41	23.5	61	4	4	93	1	3	123	35	3	2	2	3	1	2	1	1
11	14	32	40	39.7	61	1	1	93	1	4	124	22	3	3	1	3	1	1	1	2
12	12	32	40	8.9	61	5	4	93	1	4	123	41	1	2	1	2	1	1	1	1
14	48	32	43	102.2	65	4	4	93	1	3	123	37	2	2	1	3	2	2	1	1
12	30	30	49	42.2	61	3	2	92	1	1	123	28	3	2	2	3	1	1	1	1
12	18	34	42	63.6	61	5	2	93	1	1	124	41	3	2	1	3	1	2	1	1
13	12	32	43	13.0	61	3	3	94	1	4	121	23	3	1	1	3	1	1	1	1
11	12	32	40	9.0	65	3	4	94	1	2	123	23	3	2	1	3	1	1	1	1
14	21	32	42	22.4	61	5	4	93	1	2	121	50	3	2	2	3	1	1	1	1
12	6	33	42	10.5	61	1	4	93	1	1	122	35	2	2	2	4	1	2	1	1
13	6	34	46	10.5	61	3	2	92	1	4	122	50	3	2	1	2	1	1	1	2
14	24	34	10	63.1	61	1	4	93	2	2	124	27	1	2	2	4	1	2	1	1
12	30	31	42	35.0	64	3	4	93	1	2	123	34	2	2	1	3	2	2	1	1
14	48	31	49	36.1	61	3	1	92	1	1	121	27	2	2	1	3	1	1	1	1
11	12	34	40	48.4	61	5	3	93	2	4	122	43	3	1	2	3	1	2	1	1
13	30	34	43	30.2	61	5	4	93	1	4	122	47	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	34	49	41.4	62	3	3	93	1	3	122	27	3	2	2	2	1	2	1	1
14	36	32	49	57.4	62	4	2	93	1	2	123	31	3	2	2	3	1	2	1	1
14	60	32	40	103.7	61	5	2	93	1	4	122	42	3	2	1	4	1	2	1	1
14	6	34	40	20.8	63	3	1	94	1	2	123	24	3	2	1	3	1	1	1	2
14	21	33	49	25.8	63	2	4	93	1	2	121	41	1	2	1	2	1	1	1	1
14	30	34	43	45.3	61	4	4	92	1	4	123	26	3	1	1	4	2	2	1	1
14	24	34	42	51.5	61	5	4	93	1	4	123	33	3	2	1	3	1	2	1	1
12	72	32	43	56.0	62	3	2	94	1	2	123	24	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	43	23.8	61	5	4	93	1	4	121	64	1	1	1	2	1	1	1	1
14	18	32	43	14.5	61	2	3	92	1	1	121	26	3	2	1	3	1	1	1	1
14	6	32	46	15.4	61	2	1	92	1	2	124	56	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	12	32	43	22.8	65	3	4	93	1	4	124	37	3	3	1	3	1	2	1	1
14	15	33	43	14.8	61	3	4	94	1	3	121	33	1	2	2	3	1	1	1	2
14	24	34	43	51.0	61	2	3	94	1	3	124	47	3	3	3	3	1	2	1	1
12	36	33	49	98.6	62	4	1	93	1	3	122	31	3	2	2	2	2	2	1	1
14	60	32	40	65.3	65	3	4	93	1	4	124	34	3	3	1	3	1	2	1	1
13	10	34	43	13.5	65	4	4	93	1	2	122	27	3	2	2	3	1	2	1	1
12	36	33	40	28.6	62	5	4	93	1	3	124	30	3	3	1	3	1	1	1	1
14	9	32	43	27.5	62	5	3	93	2	4	123	35	3	2	1	3	1	2	1	1
11	12	32	40	36.5	64	3	1	93	1	3	122	31	3	2	1	3	1	1	1	1
11	15	34	42	9.8	61	3	2	91	1	3	122	25	3	2	2	3	1	1	1	1
12	15	32	45	26.3	62	3	3	92	1	2	121	25	3	2	1	2	1	1	1	2
12	24	32	43	29.0	62	2	2	93	1	1	123	29	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	34	40	47.2	65	2	1	93	1	3	121	44	3	2	2	2	2	1	1	1
14	24	32	43	22.8	61	4	4	93	1	2	123	28	3	2	1	3	1	2	1	1
14	6	32	41	12.4	63	3	2	93	1	4	122	50	3	1	1	3	1	1	1	1
12	12	32	43	11.0	61	4	4	93	3	3	121	29	3	2	2	3	1	1	2	1
14	12	34	40	9.3	61	1	1	92	1	2	122	38	3	2	1	1	1	1	1	1
14	18	34	43	18.0	61	3	4	93	1	2	123	24	3	2	2	3	1	1	1	1
13	15	32	46	19.1	61	5	4	93	1	4	123	40	3	1	1	4	1	2	1	1
14	12	32	42	11.2	63	3	4	92	1	4	123	29	3	1	1	2	1	1	1	2
11	48	34	41	63.3	61	5	4	93	1	4	124	46	3	3	2	3	1	2	1	1
13	24	32	43	13.8	62	5	4	92	1	2	124	47	3	3	1	3	2	2	1	1
12	30	33	49	25.0	62	5	4	93	1	2	122	41	2	2	2	3	1	1	1	1
12	27	32	49	25.3	61	2	4	92	1	1	122	32	3	2	1	3	1	2	1	1
14	15	32	40	53.2	63	5	1	92	1	4	124	35	3	3	1	3	1	1	1	1
12	48	32	40	65.6	62	4	3	93	1	2	122	24	3	2	1	3	1	1	1	1
12	12	30	42	29.7	61	2	4	92	1	3	122	25	3	1	2	3	1	1	1	1
12	9	32	43	12.1	61	5	4	92	1	4	121	25	3	2	1	3	1	1	1	1
12	9	32	43	21.2	61	3	2	93	1	2	121	37	3	2	1	2	1	1	1	2
14	18	34	43	6.3	63	5	4	93	1	3	122	32	1	2	2	4	1	2	1	1
11	6	31	46	12.0	61	5	4	92	1	4	124	35	3	3	1	3	2	1	1	1
14	21	32	41	24.8	65	5	4	93	1	4	121	46	3	2	1	4	1	2	1	1
11	9	34	43	11.4	61	3	4	93	1	4	121	25	3	2	2	2	1	1	1	1
12	60	32	40	140.3	61	4	4	93	1	2	124	27	3	2	1	4	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	30	34	41	76.0	65	5	1	93	1	4	123	63	3	2	2	3	1	1	1	1
14	30	34	43	30.8	65	5	3	93	1	2	123	40	3	2	2	3	1	2	1	1
14	18	32	43	15.1	61	3	4	93	1	2	124	32	3	3	1	4	1	2	1	1
13	24	34	43	31.5	65	3	3	93	1	2	123	31	3	2	2	3	1	2	1	2
12	20	30	41	61.5	62	5	3	94	1	4	123	31	1	2	2	3	1	2	1	1
13	9	30	43	13.4	61	2	4	93	1	2	123	34	3	2	2	4	2	2	1	1
12	6	31	46	4.3	64	2	4	92	1	2	122	24	1	1	1	3	1	1	1	1
11	12	32	40	12.3	61	3	4	92	1	2	121	24	3	2	1	2	1	1	1	1
12	9	32	43	7.9	63	3	4	92	1	3	121	66	3	2	1	2	1	1	1	1
14	27	32	40	25.7	61	3	3	92	1	3	121	21	3	1	1	3	1	1	1	1
14	6	34	40	2.5	64	3	2	92	1	2	121	41	1	2	2	2	1	1	1	1
14	15	34	43	13.2	63	3	2	94	1	2	122	47	3	2	2	2	1	1	1	1
11	18	32	43	18.8	61	3	4	92	1	4	123	25	1	1	2	3	1	1	1	2
12	48	31	49	64.2	61	5	4	92	1	3	124	59	3	1	1	3	1	1	1	1
13	24	34	49	12.8	64	3	2	91	1	4	121	36	3	2	2	3	2	2	1	1
12	24	33	43	64.0	61	2	1	93	1	2	123	33	3	2	1	3	1	1	1	1
11	24	32	43	19.9	61	3	2	93	1	4	121	21	3	1	1	2	1	1	1	1
12	8	32	43	7.6	61	4	4	92	3	2	121	44	3	2	1	2	1	1	1	1
14	24	32	41	26.0	64	3	2	92	1	4	123	28	3	1	1	3	1	2	1	1
14	4	34	40	33.8	61	4	1	92	1	1	121	37	3	2	1	3	1	1	1	1
12	36	31	44	39.9	65	2	3	92	1	2	124	29	1	2	1	1	1	1	1	1
12	24	32	41	115.6	61	3	1	92	1	4	123	23	3	1	2	4	1	1	1	2
11	18	32	40	43.8	62	3	3	93	1	4	123	35	3	2	1	2	1	2	1	1
14	6	34	40	67.6	61	4	1	93	1	3	124	45	3	2	2	4	2	2	1	1
12	30	30	49	42.8	62	3	4	92	1	4	123	26	3	1	2	2	1	1	1	1
11	24	31	40	23.3	62	4	2	93	1	3	123	32	1	2	1	3	1	1	1	1
12	10	31	43	10.5	61	3	4	93	1	4	121	23	2	2	1	2	1	1	1	1
14	21	32	43	31.6	65	5	4	93	1	3	122	41	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	31	42	24.8	63	3	4	93	1	4	121	22	2	2	1	3	1	2	1	1
11	39	34	42	141.8	65	4	4	93	1	4	122	30	3	2	2	4	1	2	1	1
11	13	34	49	18.0	61	2	3	93	1	1	122	28	1	2	2	2	1	1	1	2
11	15	32	40	25.1	61	1	1	92	1	4	123	23	3	1	1	3	1	1	1	1
11	12	32	40	12.7	61	2	3	92	1	1	121	37	3	2	1	2	2	1	1	1
14	21	32	41	52.5	65	3	1	93	1	3	123	26	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	15	32	41	30.3	61	4	2	93	1	2	123	33	3	2	1	3	1	1	1	1
11	6	32	42	4.3	61	5	2	92	1	1	122	49	1	2	1	3	1	2	1	1
11	18	32	40	9.8	61	2	1	92	1	2	123	23	3	2	1	2	1	1	1	1
12	12	32	49	8.4	62	4	2	92	1	4	121	23	3	1	1	2	1	1	1	1
14	30	34	43	57.7	61	4	4	92	1	2	123	25	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	33	45	15.6	64	5	4	93	1	4	124	55	3	3	2	3	1	1	1	2
11	24	32	40	12.9	65	4	4	92	1	4	124	32	3	1	1	3	1	1	1	1
13	6	34	40	13.0	61	3	1	93	1	1	121	74	3	2	3	1	2	1	2	1
13	15	34	43	12.7	65	3	3	93	1	4	124	39	3	3	2	3	1	2	1	1
14	24	32	40	13.9	61	3	2	93	3	2	121	31	3	2	1	3	1	2	1	1
11	12	34	40	6.9	61	5	4	93	1	3	122	35	3	2	2	3	1	1	1	1
14	15	34	40	50.5	65	5	1	92	1	4	123	59	3	2	1	3	1	2	1	1
11	18	34	42	21.2	61	3	4	92	1	4	121	24	3	1	2	3	1	1	1	1
11	12	32	43	22.1	61	3	4	93	1	3	122	24	3	2	1	2	1	1	1	1
14	21	34	40	126.8	65	5	4	93	1	4	124	30	3	3	1	4	1	2	1	2
14	24	34	40	24.6	62	4	4	94	1	3	122	27	3	2	2	3	1	2	1	1
12	12	32	43	11.6	61	5	3	94	3	3	121	40	1	2	2	2	2	1	1	1
11	30	32	42	31.1	61	2	2	91	1	4	122	31	3	2	1	2	1	1	1	1
14	10	32	41	29.0	65	2	1	92	1	4	121	31	3	1	1	3	1	1	1	1
12	12	34	42	36.2	61	5	1	93	1	4	123	28	3	1	3	3	1	2	1	1
14	12	34	43	16.6	61	5	2	93	1	4	121	63	3	2	2	2	1	2	1	1
11	24	32	41	28.1	65	5	2	92	1	4	121	26	3	1	1	3	1	1	1	1
11	36	34	46	80.7	61	3	3	92	1	2	124	25	3	2	2	4	1	2	1	1
14	21	34	41	32.8	61	5	1	93	1	4	123	36	3	2	1	4	1	2	1	2
14	24	34	43	22.2	62	5	4	93	1	4	122	52	1	2	2	3	1	1	1	1
13	12	34	40	14.8	63	1	2	93	1	4	124	66	1	3	3	1	2	1	1	1
11	24	32	40	13.7	65	3	4	92	1	4	121	25	3	1	1	3	1	1	1	1
14	36	34	40	35.4	61	4	4	93	1	4	123	37	3	2	2	3	1	2	1	1
11	18	32	43	35.1	61	4	4	92	3	1	121	25	3	2	1	3	1	1	1	1
14	36	34	41	57.1	64	5	4	93	1	2	123	38	3	2	2	4	1	2	1	1
12	18	32	45	38.7	61	1	2	92	1	4	123	67	3	2	1	3	1	2	1	1
12	39	34	43	49.3	61	4	2	93	3	2	121	25	3	2	2	3	1	1	1	1
14	24	34	40	19.4	64	5	4	93	1	4	121	60	3	2	1	3	1	2	1	2
12	12	30	48	14.1	61	3	2	93	1	2	121	31	3	2	1	2	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

12	12	32	40	8.4	62	2	4	92	1	2	122	23	1	2	1	2	2	1	1	1
12	20	32	41	64.7	65	1	1	91	1	4	121	60	3	2	1	4	1	2	1	1
12	18	32	49	19.4	64	3	4	93	1	2	122	35	3	2	1	2	1	2	1	1
14	22	32	43	26.8	63	5	3	93	1	4	123	40	3	2	1	3	1	1	1	1
14	48	34	41	27.5	65	5	4	93	1	3	123	38	3	2	2	3	1	2	1	1
12	48	33	46	62.2	61	5	4	93	1	4	124	50	3	3	1	3	1	1	1	1
11	40	34	46	60.0	61	3	4	93	1	3	124	27	1	2	1	3	1	2	1	1
12	21	32	49	11.9	61	5	2	92	1	4	122	39	3	2	1	3	1	1	1	2
14	24	32	41	63.1	65	5	3	93	1	4	123	41	3	2	1	4	1	2	1	1
14	6	34	42	12.2	65	3	1	94	1	2	122	27	3	2	2	3	2	1	1	1
13	24	32	42	28.9	61	5	3	91	1	4	124	51	3	3	1	3	1	1	1	1
14	24	32	42	30.6	63	5	4	93	1	3	124	32	3	1	1	3	1	2	1	1
14	9	32	42	23.0	62	2	2	92	1	4	122	22	3	1	1	3	1	1	1	1
11	18	32	41	75.1	65	5	1	93	1	4	122	51	3	3	1	3	1	2	1	1
14	12	34	42	12.6	61	2	2	92	1	4	122	22	3	1	2	2	1	1	1	1
14	24	33	40	7.2	65	5	4	94	1	4	123	54	3	2	2	3	1	2	1	1
12	9	32	40	15.5	65	2	4	93	1	2	121	35	3	2	1	1	1	1	1	2
14	24	34	46	16.0	61	5	4	93	1	4	124	54	3	3	2	3	1	1	1	1
12	18	34	43	18.0	61	5	3	92	3	4	121	48	1	1	2	2	2	2	1	1
11	20	34	42	42.7	61	5	1	92	1	4	122	24	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	34	43	9.8	65	5	4	93	1	4	123	35	3	2	2	3	1	1	1	1
12	12	32	40	74.7	65	1	1	92	1	2	121	24	3	1	1	1	1	1	1	1
11	36	32	40	92.7	61	4	2	93	1	1	123	24	3	2	1	3	1	2	1	1
12	6	32	43	5.9	61	2	3	94	1	3	121	26	3	2	1	2	1	1	2	1
14	12	34	43	9.3	65	5	4	93	1	4	121	65	3	2	4	3	1	1	1	1
12	42	31	41	92.8	61	1	1	93	1	2	124	55	1	3	1	4	1	2	1	2
12	15	30	40	17.8	61	2	2	92	1	1	121	26	3	1	2	1	1	1	1	1
12	8	32	49	9.1	61	2	3	94	1	2	121	26	3	2	1	3	2	2	1	1
12	6	32	43	4.8	61	4	3	94	3	3	121	28	1	2	1	2	1	1	1	1
11	36	34	41	96.3	61	4	4	93	1	4	123	24	3	2	2	3	1	2	1	1
11	48	32	44	30.5	61	3	3	93	1	4	123	54	3	2	1	3	1	1	1	1
11	48	32	40	39.3	61	4	4	93	1	4	124	46	3	3	1	3	1	1	1	1
12	36	33	40	74.3	61	3	2	92	1	2	122	54	3	1	1	3	1	1	1	1
14	6	32	44	13.4	63	3	1	91	1	4	121	62	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	6	34	43	15.5	61	4	1	92	1	2	123	24	3	1	2	3	1	2	1	2
11	36	32	10	158.6	61	1	2	91	2	3	123	43	3	2	1	4	1	1	1	1
11	18	32	43	13.5	61	3	4	94	1	3	121	26	1	2	1	3	2	1	1	1
14	12	32	40	11.0	61	3	3	94	1	2	121	27	3	2	2	3	1	2	1	1
13	12	32	43	30.2	61	3	3	94	1	1	123	24	3	2	1	3	1	1	1	1
11	36	32	42	27.1	61	5	2	93	1	2	122	41	1	2	1	3	1	1	1	1
11	8	34	40	7.3	61	5	4	93	1	4	121	47	3	2	2	2	1	1	1	1
14	18	34	42	37.8	61	2	3	91	1	2	123	35	3	2	2	4	1	2	1	1
11	21	34	40	16.0	61	5	4	94	1	3	123	30	3	2	2	3	1	2	1	1
11	18	34	40	39.7	61	5	1	92	1	4	121	33	1	1	3	3	1	2	1	2
14	18	30	49	41.7	61	3	2	93	1	2	123	36	2	2	2	3	1	1	1	1
11	36	32	41	83.4	65	5	3	93	1	4	124	47	3	3	1	3	2	1	1	1
12	48	33	49	66.8	65	3	4	93	1	4	124	38	3	3	1	3	1	2	1	1
14	24	33	49	23.8	63	3	4	93	1	2	123	44	3	2	2	3	1	2	1	1
11	18	32	40	12.2	61	2	4	92	1	3	123	23	3	1	1	3	1	2	1	1
11	45	30	49	118.2	61	5	2	93	1	4	123	29	3	1	2	3	1	1	1	1
12	24	32	43	50.8	65	5	2	92	1	4	123	42	3	2	1	3	1	2	1	1
13	15	32	43	23.3	61	2	2	92	1	3	121	25	3	2	1	2	1	1	1	1
11	12	30	40	10.8	61	3	4	93	1	4	123	48	1	2	2	3	1	1	1	2
14	12	32	43	8.9	65	3	4	92	1	2	123	21	3	2	1	3	1	1	1	1
14	4	32	42	6.0	61	2	1	92	1	3	121	23	3	1	1	2	2	1	1	1
11	24	34	41	29.6	61	5	4	93	1	4	122	63	3	2	2	3	1	2	1	1
14	24	34	43	26.1	61	5	4	94	2	3	121	46	3	2	2	3	1	1	1	1
11	36	32	42	51.8	61	4	4	93	1	2	122	29	3	2	1	3	1	1	1	1
14	21	33	41	29.9	61	3	3	93	1	2	121	28	2	2	2	2	1	1	1	1
14	18	32	45	19.4	61	2	4	92	1	4	121	23	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	31	49	15.6	61	4	4	93	1	4	123	50	1	2	1	3	1	2	1	1
14	18	32	42	34.2	61	5	4	93	1	4	122	47	1	2	3	3	1	2	1	2
12	21	32	42	39.8	65	4	2	93	1	3	123	35	3	2	1	3	1	2	1	1
14	18	32	40	67.6	65	3	2	93	1	4	123	68	3	1	2	3	2	1	1	1
14	24	32	40	12.5	61	2	4	94	1	2	121	28	3	2	1	3	1	1	1	1
11	9	32	43	13.6	61	4	3	93	1	4	121	59	3	2	1	3	1	1	1	1
11	12	32	43	7.1	61	5	4	93	1	4	121	57	2	2	1	2	1	1	1	1
11	20	34	40	22.4	61	3	4	94	3	2	122	33	1	1	2	3	1	1	2	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

14	24	34	41	40.4	65	4	3	93	1	4	122	43	3	2	2	3	1	2	1	1
14	15	34	43	14.7	61	3	4	93	1	4	124	35	3	3	2	3	1	2	1	1
11	18	31	40	14.4	61	4	4	93	1	4	124	32	3	3	2	2	1	1	1	2
14	36	33	40	108.8	61	5	2	93	1	2	123	45	3	2	2	3	1	2	1	1
14	24	32	40	14.7	62	2	4	94	1	3	121	33	3	2	1	3	2	2	1	1
14	10	32	48	8.9	65	4	4	92	1	3	122	40	3	2	1	3	1	2	1	1
14	15	34	42	33.4	61	3	4	93	1	2	124	28	3	3	1	3	1	2	1	1
11	15	32	40	39.6	61	3	3	92	1	2	122	29	3	2	1	3	1	2	1	1
14	9	32	40	35.8	62	3	1	93	3	2	121	26	3	1	1	3	1	1	2	1
14	24	34	41	58.0	64	3	4	93	1	2	121	27	3	2	2	3	1	1	1	1
14	18	33	49	21.7	61	3	4	94	1	2	123	28	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	32	43	24.4	61	2	4	92	1	4	121	35	3	2	1	3	1	2	1	2
14	27	34	42	45.3	64	2	4	93	1	2	121	32	2	2	2	2	1	2	1	1
14	10	32	42	22.1	61	3	2	93	1	2	121	25	1	1	1	2	2	1	1	1
14	15	32	42	22.2	63	3	2	92	1	4	123	20	3	1	1	3	1	1	1	1
11	18	32	43	23.9	61	2	4	92	1	1	123	27	2	2	1	3	1	1	1	1
14	12	34	42	33.3	61	5	2	93	1	4	122	42	2	2	1	3	1	1	1	1
14	36	32	49	74.1	65	5	3	93	1	2	122	37	3	2	2	3	1	1	1	1
11	12	32	42	6.5	61	5	4	92	1	4	122	24	3	1	1	3	1	1	1	1
14	36	33	42	76.8	63	4	2	92	1	4	123	40	3	2	2	3	1	2	1	1
13	6	34	40	13.4	61	5	1	93	1	4	121	46	3	2	2	3	1	1	2	2
11	24	34	49	13.8	62	4	4	93	1	1	121	26	3	2	2	3	1	2	1	1
14	15	32	44	8.7	65	2	4	92	1	1	121	24	3	2	1	3	2	1	1	1
11	12	32	42	35.9	61	3	2	93	2	2	122	29	3	2	1	2	1	1	1	1
12	11	34	40	13.2	64	3	4	92	1	4	123	40	3	2	2	3	1	1	1	1
11	18	31	43	19.4	61	2	3	93	2	4	124	36	1	3	1	4	1	2	1	1
14	36	32	43	36.0	61	5	4	93	1	2	123	28	3	2	1	3	1	1	1	1
11	9	32	40	14.2	61	2	3	93	1	2	124	27	3	3	1	4	1	2	1	1
14	30	34	43	67.4	65	4	2	93	1	3	122	36	3	2	2	3	1	1	1	1
14	24	32	41	78.1	61	4	3	93	1	3	123	38	3	2	1	4	1	2	1	2
14	24	32	41	92.8	65	3	2	91	1	4	124	48	3	3	1	3	1	2	1	1
12	30	34	40	21.8	65	5	4	93	1	4	121	36	3	2	2	3	2	1	1	1
14	18	34	43	11.0	61	1	4	92	1	4	123	65	3	2	2	1	1	1	1	1
12	24	32	42	40.6	61	4	3	91	1	3	123	43	3	2	1	3	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	12	32	46	8.0	61	2	4	92	1	4	122	53	3	2	1	3	1	1	1	1
12	24	34	49	28.3	65	4	4	93	1	3	124	34	3	2	2	3	1	2	1	1
12	48	32	49	156.7	61	3	2	93	1	2	123	23	3	2	1	3	1	2	1	1
14	36	34	40	66.1	61	5	4	93	1	4	123	34	3	2	2	4	1	2	1	1
14	28	31	41	78.2	65	2	3	93	3	4	121	40	1	1	2	3	1	2	1	2
11	27	34	49	24.4	61	5	4	93	1	4	123	43	2	2	4	4	1	2	1	1
14	15	34	43	18.3	61	5	4	93	1	4	123	46	3	2	2	3	2	2	1	1
11	12	34	40	21.7	61	3	4	93	1	4	122	38	1	2	2	2	1	1	2	1
12	36	34	41	58.0	61	3	3	93	1	4	123	34	3	2	2	3	1	2	1	1
14	18	34	43	11.7	65	3	4	93	1	3	122	29	3	2	2	3	1	2	1	1
14	36	33	41	89.5	65	4	3	93	1	2	123	31	2	2	1	4	1	2	1	1
11	21	32	43	26.1	61	2	4	92	1	4	122	28	3	1	1	4	1	2	1	1
14	12	34	42	15.9	64	4	3	92	1	2	122	35	3	2	1	3	1	1	2	1
14	15	32	42	21.9	65	4	1	92	1	4	121	33	1	1	1	2	1	1	1	2
11	18	32	42	41.5	61	3	2	93	2	3	123	42	3	2	1	3	1	1	1	1
11	16	34	40	26.3	61	5	2	93	3	4	122	43	1	1	1	3	2	2	1	1
14	20	34	40	34.9	65	2	2	91	1	4	121	44	3	2	2	3	1	2	1	1
14	36	34	41	104.8	65	5	2	93	1	4	124	42	3	3	2	3	1	1	1	1
14	15	32	43	13.9	65	3	4	94	1	2	121	40	3	1	1	3	1	2	1	1
14	24	32	43	12.8	61	5	4	93	1	1	121	36	3	2	1	4	1	2	1	1
11	12	32	43	11.1	61	3	2	93	1	2	121	20	3	1	1	4	1	2	1	1
11	21	32	40	37.6	65	4	2	93	2	2	121	24	3	2	1	2	1	1	2	1
12	36	32	46	37.1	65	3	2	94	1	2	123	27	3	2	1	3	1	1	1	2
14	15	33	41	35.9	61	2	1	92	1	2	122	46	3	2	2	2	1	1	1	1
12	9	32	40	32.0	65	3	1	92	1	2	121	33	3	2	1	2	2	1	1	1
14	36	33	43	44.5	61	3	4	92	1	4	121	34	3	2	2	3	1	1	1	1
12	24	34	42	47.4	61	2	2	92	1	4	123	25	1	2	1	2	1	1	1	1
12	30	32	43	29.9	65	5	2	92	1	4	123	25	3	2	1	3	1	1	1	1
14	11	32	49	21.4	64	5	1	91	1	2	121	28	3	2	1	3	1	2	1	1
11	24	31	49	31.6	61	3	4	93	1	2	122	31	3	1	1	3	1	2	1	1
12	48	30	10	184.2	61	3	1	92	1	2	122	32	1	2	1	4	1	2	2	1
14	10	32	41	28.5	62	3	1	93	2	2	121	32	3	2	1	3	1	1	1	2
11	6	32	40	149.0	61	5	1	93	1	4	124	68	1	2	1	4	1	2	1	1
11	24	32	42	23.6	62	1	1	91	1	1	122	33	3	2	1	3	2	1	1	1

11	24	32	42	33.5	61	5	4	93	1	2	122	39	3	1	1	4	1	2	1	1
14	18	34	42	18.2	61	3	4	92	1	2	124	28	3	2	2	3	1	1	1	1
14	48	33	43	127.5	63	4	4	93	1	1	123	37	3	2	1	4	1	2	1	1
11	9	32	43	13.7	61	2	3	92	1	4	122	22	3	1	1	3	1	1	1	1
12	12	32	40	20.0	61	4	3	93	1	4	122	30	3	1	1	3	1	2	1	1
11	24	31	42	68.7	61	2	2	91	1	1	122	55	1	2	1	3	1	2	1	1
11	12	31	40	7.0	61	2	4	93	1	2	123	46	1	2	2	3	1	2	1	2
11	18	34	42	10.5	61	2	4	92	1	4	122	21	3	1	1	3	1	1	1	1
11	48	32	41	103.0	61	4	4	93	1	4	124	39	2	3	3	3	2	2	1	1
14	30	32	43	18.7	65	5	4	93	1	4	123	58	3	2	1	3	1	2	1	1
11	12	33	40	13.4	61	3	4	93	1	2	121	43	3	2	2	2	1	1	1	1
11	24	32	42	17.5	61	2	4	93	2	1	122	24	3	2	1	2	1	1	2	1
12	9	32	43	16.7	61	2	4	92	1	2	123	22	3	2	1	3	1	2	1	1
14	9	34	40	12.2	61	3	3	93	1	1	121	30	3	2	2	3	1	1	1	1
14	12	34	43	5.2	63	5	4	93	1	4	122	42	3	2	2	3	1	2	1	1
11	12	32	43	15.0	61	3	4	92	1	1	123	23	1	2	1	3	1	1	1	2
12	30	33	43	19.2	62	2	4	93	1	3	124	30	2	2	2	4	1	1	1	1
13	9	32	43	7.5	61	3	3	92	1	2	121	28	3	2	1	2	2	1	1	1
12	6	32	43	20.6	61	2	4	94	1	3	123	30	3	1	1	4	1	2	1	1
12	60	32	46	62.9	61	3	4	93	1	4	124	42	3	3	1	3	1	1	1	1
14	24	34	41	68.4	65	3	2	93	1	4	122	46	3	2	2	4	1	2	1	1
14	12	32	40	35.3	65	2	2	93	1	3	122	45	3	2	1	4	1	2	1	1
14	10	32	40	15.5	61	3	3	93	1	2	121	31	3	2	1	2	1	1	2	1
14	24	32	42	9.3	65	4	4	93	1	2	123	31	2	2	1	3	1	2	1	1
14	4	34	40	14.6	61	4	2	93	1	1	121	42	3	2	3	2	1	1	1	2
11	15	32	42	18.5	61	2	4	92	3	1	122	46	3	1	1	3	1	1	1	1
12	48	30	40	83.6	63	2	1	92	1	1	123	30	3	2	2	3	2	1	1	1
11	24	31	42	33.5	63	2	4	93	1	4	124	30	3	3	1	3	1	2	1	1
14	12	32	40	28.6	65	1	4	93	1	4	124	38	3	2	1	4	1	2	1	1
14	18	32	42	15.3	61	2	4	94	2	1	122	43	3	2	1	2	1	1	1	1
14	24	32	43	36.2	62	5	2	93	1	4	123	31	3	2	2	3	1	1	1	1
12	18	34	49	35.9	61	1	3	94	1	3	123	40	3	2	3	1	1	2	1	1
11	36	33	49	21.5	61	4	2	93	1	1	123	24	3	2	2	3	1	2	1	1
12	24	32	41	41.1	63	2	3	92	1	4	123	28	3	1	1	3	1	1	1	2
14	36	32	42	109.7	61	1	4	92	1	2	123	26	3	2	2	4	1	2	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	12	32	40	18.9	61	3	4	92	3	4	122	29	3	2	1	3	2	2	1	1
11	24	34	43	12.3	64	5	4	92	1	4	122	57	3	1	2	4	1	2	1	1
13	30	34	43	36.6	65	5	4	93	1	4	122	49	2	2	2	2	1	1	1	1
12	9	34	43	11.5	61	5	2	93	1	4	121	37	3	2	3	2	1	1	1	1
11	28	32	40	40.1	61	3	3	93	1	2	123	45	3	2	1	2	1	1	1	1
12	24	32	42	30.7	62	5	4	93	1	4	124	30	3	3	1	3	1	1	1	1
14	6	34	43	17.4	61	5	2	94	1	2	121	30	3	1	2	3	1	1	1	1
12	21	33	40	23.5	61	3	1	91	1	4	122	47	3	2	2	3	1	1	1	2
14	15	32	40	35.6	65	3	3	93	1	2	124	29	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	32	43	24.0	63	5	3	93	1	2	123	35	1	2	2	3	2	2	1	1
12	6	32	45	4.5	61	2	3	94	1	1	122	22	3	2	1	2	1	1	1	1
12	30	32	43	17.2	65	3	4	92	1	1	123	26	3	2	1	3	1	1	1	1
12	27	34	43	25.2	63	3	4	93	1	2	122	23	3	2	2	2	1	1	1	1
14	15	32	43	35.7	61	5	4	92	1	2	123	54	1	1	1	4	1	2	1	1
14	42	32	43	71.7	65	4	2	94	1	4	122	29	3	1	1	3	1	2	1	1
11	11	34	40	39.4	61	3	1	93	1	2	121	40	3	2	2	2	1	1	1	1
12	15	32	45	15.1	62	3	4	93	3	2	121	22	3	2	1	3	1	1	1	2
14	24	32	40	73.9	61	3	1	93	1	4	122	43	3	2	1	2	1	1	1	1
11	24	31	40	11.9	61	1	1	92	2	4	124	29	3	1	2	1	2	1	1	1
11	60	32	49	73.0	61	5	4	93	2	4	124	36	3	1	1	3	1	1	1	1
14	30	34	43	28.3	61	3	4	92	1	2	123	33	3	2	1	3	1	2	1	1
13	24	32	43	12.6	63	3	3	92	1	3	123	57	3	2	1	2	1	1	1	1
12	6	32	43	7.5	61	3	2	92	3	3	121	64	3	2	1	3	1	1	1	1
12	18	33	49	24.3	65	5	4	93	1	2	122	42	3	2	2	3	1	1	1	1
14	24	33	40	25.4	61	5	4	93	1	4	123	47	3	2	2	2	1	1	1	1
12	15	31	40	12.6	62	3	2	94	1	2	122	25	3	1	1	3	1	1	1	2
12	30	34	42	83.9	61	4	2	93	1	2	122	49	3	2	1	3	1	1	1	1
14	48	32	49	48.4	61	1	3	93	1	2	123	33	1	1	1	4	2	2	1	1
13	21	32	40	29.2	62	3	1	92	1	1	123	28	1	2	1	4	1	2	1	1
11	36	32	41	82.3	61	3	2	93	1	2	122	26	3	2	1	3	1	1	1	1
14	24	34	42	20.3	61	4	2	93	1	2	122	30	3	2	2	2	1	1	1	1
11	15	34	42	14.3	61	3	4	92	1	3	122	25	3	1	2	3	1	1	1	1
13	42	30	49	62.9	61	2	2	91	1	1	122	33	3	2	2	3	1	1	1	1
14	13	32	43	14.1	62	1	2	92	1	4	121	64	3	2	1	3	1	1	1	1

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

11	24	32	41	65.8	61	1	4	93	1	2	124	29	3	3	1	4	1	2	1	2
12	24	34	43	17.4	61	5	4	93	1	2	122	48	3	2	2	2	1	1	1	1
14	12	34	46	35.7	65	2	2	93	1	1	122	37	3	2	2	2	2	1	1	1
14	15	31	43	15.7	62	5	4	93	1	4	123	34	1	2	1	2	1	1	1	1
11	18	32	43	19.4	65	4	2	94	1	4	123	23	3	1	2	2	1	1	1	1
11	36	32	42	39.6	61	1	4	93	1	3	122	30	3	2	1	4	1	2	1	1
14	12	32	40	23.9	65	5	4	93	1	3	123	50	3	2	1	3	1	2	1	1
14	12	32	42	17.4	61	4	3	92	1	4	121	31	3	2	1	2	1	1	1	1
11	30	32	41	38.6	61	3	4	91	1	4	122	40	3	2	1	4	1	2	1	1
14	12	32	43	8.0	61	5	4	93	1	4	123	38	3	2	1	3	1	1	1	2
11	45	32	43	18.5	61	3	4	93	1	4	124	23	3	3	1	3	1	2	1	1
12	45	34	41	45.8	62	1	3	93	1	4	123	27	3	2	1	3	2	1	1	1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย ธาวิต อมชาญชัยกุล
วัน เดือน ปีเกิด	31 กรกฎาคม 2522 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	4/375 หมู่ 5 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150 โทร.0-2897-1020 Email: Thavit_a@yahoo.co.uk
ประวัติการศึกษา	2545 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง