

ดาต้าไมนิ่ง
(DATA MINING)



ปริญญาโทเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2541
ที่ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง คาด้าไมนิ่ง

DATA MINING

ผู้จัดทำ 1. นางสาว ปิยะมาศ คำไทรแก้ว รหัสประจำตัว 38014300

2. นางสาว ศรีรัตน์ พิทักษ์วัชระ รหัสประจำตัว 38014490



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโกคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำด่าไม่นึ่ง

นางสาว ปิยะมาศ คำไทรแก้ว 38014300
นางสาว ศรีรัตน์ พิทักษ์วัชรระ 38014490
ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโกคา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ทฤษฎีทางจินตคณิต อัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ทั่วไป ซึ่งบางครั้งในการค้นหาคำตอบสำหรับปัญหานั้นๆ ไม่ใช่เรื่องง่ายนัก แต่ในกระบวนการทางจินตคณิต อัลกอริทึมเป็นการนำลักษณะเด่นของวิวัฒนาการทางด้านพันธุศาสตร์มาใช้เป็นหลักในการค้นหาคำตอบซึ่งในกระบวนการนี้จะมีการแปลงค่าทางปัญหามาเป็นสัญลักษณ์ทางลอจิกหรือโครโมโซม และมีการรักษาลักษณะที่ดีของโครโมโซมนั้นไว้ให้คงอยู่ต่อไป รวมทั้งมีการปรับปรุงลักษณะด้อยของโครโมโซมนั้นให้มีลักษณะดีขึ้น ทำให้สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาในขณะนั้นได้

ในปริญญาณพนธ์ ฉบับนี้ได้แสดงถึงการประยุกต์ใช้วิธีการนี้ในการหาคำนำหน้าของโครงสร้างทางนิเวศน์ เน็ตเวิร์คเพื่อใช้พัฒนาการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในกระบวนการนี้จะอาศัยกลไกของฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness function) มาเป็นหลักในการพิจารณาว่าคำตอบที่หาได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือไม่ มากน้อยเพียงใด และในกระบวนการนี้มีขั้นตอนหลักอยู่ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการคัดเลือก ขั้นตอนการครอสโอเวอร์ และขั้นตอนการมิวเตชัน เพื่อใช้ในการหาโครโมโซมที่ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดซึ่งจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหานั้นๆ ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังได้มีการแสดงตัวอย่างของการใช้งานจินตคณิต อัลกอริทึมมาทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศนั้นคือ มีการออกแบบ ทดลองพัฒนาโปรแกรม และมีการทดสอบกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และประสิทธิภาพของการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA MINING

Piyamart Kumsaikaew

Srirat Phithakwatchara

Dr. Vorawat Limpoka Advisor

ABSTRACT

Genetic algorithms are the theory that can be applied for general problems in the world, and sometimes these problems are not easily solved. Genetic algorithms are search procedures based on natural genetic evolution and uses search and optimization features of genetic algorithms to find the optimum answer of each problem. To solve any problems, there is transformation of problem model to be logical symbol that is called Chromosome. This theory is not only maintained the good feature of that chromosome in next generation, but also adjust the inferior of that chromosome. These features of genetic algorithms can use it to find the optimum answer.

In this thesis develops an exchange rate forecasting algorithms to forecast weight in Neural network architecture by using the search and optimization features of Genetic algorithms. The fitness function of the selection is considered about quality of that chromosome. In Genetic algorithms, there are three processes, selection crossover and mutation. In addition, there are designing, programming and testing by real data in order to find feasibility and efficiency of this algorithm in real world.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. วรวัฒน์ ลิ้มโกคา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร ที่ให้ความเอาใจใส่ ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเสมอมาในทุกๆ สิ่ง รวมทั้งคอยตรวจสอบความถูกต้องตลอดการดำเนินการวิจัย รวมถึง ดร. เอื้อน ปั้นเงิน ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการค้นคว้าข้อมูล และให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

อีกทั้งต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดของผู้วิจัยก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูและเอาใจใส่ผู้วิจัยมาเป็นอย่างดีเสมอมา พร้อมทั้งเปิดโอกาสทางการศึกษาให้ผู้วิจัยอย่างเต็มที่ และยังคงคอยเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยโดยตลอดมาอันหาสิ่งอื่นใดมาเปรียบมิได้ ผู้วิจัยขอระลึกถึงในพระคุณของ บิดา มารดา ที่มีค่ามากเกินการประมาณ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ปิยะมาศ คำไทรแก้ว

ศรรัตน์ พิทักษ์วัชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับค้ำดำไมนิ่ง (Introduction Of Data Mining)	4
2.1 ความหมายของค้ำดำไมนิ่ง	4
2.2 วัฏจักรขั้นตอนการทำงานของค้ำดำไมนิ่ง (Virtuous Cycle Of Data Mining)	5
2.3 งานของค้ำดำไมนิ่ง (Tasks Of Data Mining)	6
2.4 เทคนิคของค้ำดำไมนิ่ง (Data Mining Techniques)	9
2.5 บทสรุป	11
บทที่ 3 ความรู้พื้นฐานทางด้านนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Introduction Of Neural Network)	12
3.1 ความรู้พื้นฐานทางกายภาพของระบบเซลล์ประสาท	12
3.2 แบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาท	16
3.3 การเรียนรู้ของโครงข่าย	22
3.4 แบบจำลองการเชื่อมโยงของโครงข่าย	23
3.5 บทสรุป	25
บทที่ 4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจินตริก อัลกอริทึม	26
4.1 พันธุศาสตร์ชีววิทยา	26
4.2 ความรู้เบื้องต้นของจินตริก อัลกอริทึม	27
4.3 วัฏจักรจินตริก อัลกอริทึม	28
4.4 ขั้นตอนการทำงานของจินตริก อัลกอริทึมแบบง่าย (Simple Genetic Algorithms : SGA)	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.5 การปรับปรุงการค้นหาคำตอบของจินตริก อัลกอริทึม	35
4.6 บทสรุป	36
บทที่ 5 กระบวนการในการปรับปรุงสมรรถนะของจินตริก อัลกอริทึม	37
5.1 การคัดเลือกต้นแบบ	37
5.1.1 แบบอ้างอิงค่าความเหมาะสม (Fitness - Based)	38
5.1.1.1 แบบหน้าต่าง (Windowing)	38
5.1.1.2 แบบเชิงซ้อน (Linear)	39
5.1.1.3 แบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sigma Truncation)	40
5.1.2 การคัดเลือกแบบอ้างอิงลำดับ (Ranking - based)	41
5.1.2.1 แบบเชิงเส้น (Linear)	42
5.1.2.2 แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear)	43
5.2 วิธีการสุ่มต้นแบบ	43
5.2.1 การสุ่มจากการจำลองแบบการหมุนวงล้อ	43
5.2.2 การสุ่มทศนิยมแบบคืนกลับ (Stochastic Remainder Sampling with Replacement: SR)	44
5.2.3 การสุ่มทศนิยมแบบไม่คืนกลับ (Stochastic Remainder Sampling without Replacement ; SRW/O)	44
5.3 เทคนิคการรีโพรดักชัน	44
5.3.1 รีโพรดักชันแบบทั่วไป	44
5.3.2 รีโพรดักชันโดยการรักษาโครโมโซมที่ดีที่สุด (Elitism)	45
5.3.3 รีโพรดักชันรักษาสถานะคงที่แบบซ้ำ (Steady State with Duplicate Reproduction :SS)	45
5.3.4 รีโพรดักชันโดยการรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ (Steady State without Duplicate Reproduction : SS W/O)	46
5.4 บทสรุป	46
บทที่ 6 การปรับปรุงสมรรถนะจินตริก อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอย	47
6.1 โครโมโซมของปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอย	47
6.2 ฟังก์ชันความเหมาะสมของทาว์นเวอร์ออฟชานอย	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
6.3 การดำเนินการทางพันธุศาสตร์สำหรับปัญหาทาร์วันเวอร์ออฟฮานอย	48
6.4 บทสรุป	48
บทที่ 7 การจัดการการสอนโรงเรียนแบบอัตโนมัติของจินตริก อัลกอริทึม	49
7.1 การจัดการการสอนของจินตริก อัลกอริทึม	49
7.2 การกำหนดโครงสร้างโครโมโซมตารางสอน	49
7.3 การกำหนดค่าให้แต่ละตำแหน่งโครโมโซม	52
7.4 การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม	53
7.5 บทสรุป	55
บทที่ 8 การทำนายปริมาณเงินฝากโดยจินตริก อัลกอริทึม	56
8.1 บทนำ	56
8.2 โมเดลของปัญหาที่ใช้ในการวิเคราะห์	57
8.3 รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณเงินฝาก	58
8.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้จินตริก อัลกอริทึมในการทำนายปริมาณเงินฝาก	58
8.4.1 ลูปของการทำนายด้วยจินตริก อัลกอริทึม (Genetic Forecasting Loop)	60
8.4.2 ลูปของการเรียนรู้รูปแบบ (Pattern Learning Loop)	63
8.4.3 กระบวนการคัดลอก	63
8.4.4 ผลจากการประยุกต์ใช้	64
8.5 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต่างๆ	64
8.6 บทสรุป	65
บทที่ 9 การประยุกต์ใช้จินตริก อัลกอริทึมในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	66
9.1 โครงสร้างทางนิเวศวิทยา	66
9.2 โครงสร้างทางจินตริก อัลกอริทึม	69
9.2.1 รูปแบบของโครโมโซม	70
9.2.2 รูปแบบของฟังก์ชันความเหมาะสม	71
9.3 ขั้นตอนในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	72
9.3.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ของปัญหา	74
9.3.2 การกำหนดค่าความเหมาะสม	74
9.3.3 กระบวนการทางจินตริก อัลกอริทึม	78
9.4 บทสรุป	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 10 ผลที่ได้จากการทดลอง	85
10.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองและผลกระทบจากปัจจัยนั้นๆ	85
10.2 กระบวนการในการทดสอบ	85
10.2.1 การทดลองที่ 1	85
10.2.2 การทดลองที่ 2	86
10.3 เปรียบเทียบผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ	86
10.2.3 การทดลองที่ 1	86
10.3.2 การทดลองที่ 2	91
10.4 เปรียบเทียบผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ	95
10.5 บทสรุป	95
บทที่ 11 บทวิจารณ์และสรุป	108
ภาคผนวก	110
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างเทคนิคของวิธีค่าไม่หนึ่ง	110
● ภาคผนวก ก-1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการตะกร้า (Market Basket Analysis)	111
● ภาคผนวก ก-2 เมม โมริเบสรีชันนิง (Memory-Based Reasoning)	120
ภาคผนวก ข. ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศที่ใช้ในการประมวลผล	130
ภาคผนวก ค. โปรแกรมต้นฉบับของจินตึก อัลกอริทึม	142
● ภาคผนวก ค-1 โปรแกรมจินตึก อัลกอริทึมสำหรับการเรียนรู้	143
● ภาคผนวก ค-2 โปรแกรมจินตึก อัลกอริทึมสำหรับการทดสอบ	171
● ภาคผนวก ค-3 โปรแกรมจินตึก อัลกอริทึมสำหรับการทำนาย	179
ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้งานโปรแกรมจินตึก อัลกอริทึม	183
ภาคผนวก จ. เทคนิคพิเศษทางกระบวนการจินตึก อัลกอริทึมที่ใช้	
ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	192
ภาคผนวก ฉ. ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา	195
บรรณานุกรม	199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2-1 แสดงวัฏจักรขั้นตอนการทำงานของค้ำไม่นิ่ง (Virtuous cycle of data mining)	6
3-1 การสื่อสารข้อมูลในระบบประสาท	13
3-2 โครงสร้างของเซลล์ประสาทและการส่งสัญญาณกระแสประสาท	14
3-3 แสดงลักษณะการเกิดศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน	15
3-4 แสดงภาวะต่างๆของเซลล์ประสาท (ก) ขณะพัก ,(ข) ขณะกระตุ้น , และ (ค) ขณะถูกยับยั้ง	15
3-5 แสดงศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานที่เกิดจากการรวมกันของซิแนปส์	16
3-6 แบบจำลองเซลล์ประสาทของ McCulloch-Pitts และ โครงข่ายลอจิกพื้นฐาน (ก) ไคอะแกรมแบบจำลอง (ข) เกต NOR (ค) เกต NAND (ง) เซลล์หน่วยความจำ	18
3-7 แบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทเทียม	19
3-8 ฟังก์ชันหาค่าเอาท์พุท(Activation Function) แบบชนิดต่างๆ (ก) Threshold Logic (ข) Bipolar Binary (ค) Linear Threshold (ง) Sigmoid (จ) Bipolar Continuous	21
3-9 โครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้า แบบชั้นเดียว (ก) ลักษณะการเชื่อมโยง (ข) บล็อกไคอะแกรม	23
3-10 โครงข่ายป้อนกลับแบบเวลาไม่ต่อเนื่องชั้นเดียว (ก) ลักษณะการเชื่อมโยง (ข) บล็อกไคอะแกรม	24
4-1 แสดงการกรอส โอเวอร์ทางพันธุศาสตร์	27
4-2 ฟังก์ชันที่ใช้ในจินตริก อัลกอริทึม	28
4-3 แสดงวัฏจักรจินตริก อัลกอริทึม	29
4-4 แสดงขั้นตอนการทำงานของจินตริก	30
4-5 แสดงไคอะแกรมการทำงานของจินตริก อัลกอริทึมแบบง่าย	31
4-6 การกรอส โอเวอร์แบบ 1 จุด	34
4-7 แสดงไบนารีมิวเตชัน	34
4-8 กรอส โอเวอร์แบบ 2 จุด	35
4-9 อินเวอร์ชัน	36
5-1 การอ้างอิงลำดับแบบเชิงเส้น	42
5-2 รีโพรคักชันแบบทั่วไป	44
5-3 รีโพรคักชันโดยรักษา โคร โม โชมที่ดีที่สุด	45
5-4 รีโพรคักชันโดยรักษาสถานะแบบซ้ำ	45
5-5 รีโพรคักชันโดยรักษาสถานะแบบไม่ซ้ำ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
6-1 แสดงลักษณะ โครโมโซมของทาร์เวอร์ออฟซานอยด์	47
7-1 แสดงไคอะแกรมการจัตตารางสอนแบบอัตโนมัติโดยจีเนติก อัลกอริทึม	50
8-1 ขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม	60
8-2 แสดงขั้นตอนการทำงานในลูปีจีเนติก อัลกอริทึม	61
8-3 แสดงลักษณะของโครโมโซม	62
9-1 โครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คแบบง่าย	66
9-2 แสดงโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คแบบ 3 ฮิดเดนยูนิทที่ใช้ในการทำงานอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	67
9-3 Sigmoid Transfer Function	68
9-4 แสดงการคำนวณทางนิเวรอนเน็ตเวิร์ค	69
9-5 แสดงรูปแบบของโครโมโซม	70
9-6 แสดงรูปแบบโครโมโซมของค่าน้ำหนักของแต่ละประชากร	71
9-7 แสดงแผนผังขั้นตอนการใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	73
9-8 แสดงขั้นตอนการคำนวณหาฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม	75
9-9 แสดงการคำนวณทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คและการหาค่าความเหมาะสม	77
9-10 ขั้นตอนการดำเนินงานทางจีเนติก อัลกอริทึม	79
9-11 แสดงลักษณะการครอสโอเวอร์	80
9-12 แสดงตัวอย่างการครอสโอเวอร์	81
9-13 แสดงลักษณะการมิวเตชัน	82
10-1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนฮิดเดน โหนด	87
10-2 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการทำครอสโอเวอร์	87
10-3 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน	87
10-4 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนจุดตัดของโครโมโซม	88
10-5 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 3	88
10-6 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 6	89
10-7 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 10	89
10-8 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 14	90
10-9 แสดงผลการทดลองกรณีที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1	90
10-10 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนฮิดเดน โหนด	91

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
10-11 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการทำครอส โอเวอร์	91
10-12 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน	92
10-13 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนจุดตัดของ โครโมโซม	92
10-14 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 6	92
10-15 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 8	93
10-16 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 10	93
10-17 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดน โหนดเป็น 14	94
10-18 แสดงผลการทดลองกรณีที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 2	94
ก -1 แสดงตารางความสัมพันธ์ (Co - occurrence) ในลักษณะ 3 มิติ	113
ก -2 แสดงแผนภาพแทกซี โนมี (Taxonomies)	115
ก -3 ตัวอย่างของการเลือกชนิดสินค้าเสมือน (Virtual Item) ที่ไม่ดีทำให้เกิดความซ้ำซ้อน	115
ก -4 ตัวอย่างของการเลือกชนิดสินค้าเสมือนซึ่ง ไม่ใช่ชนิดสินค้าทั้งหมดการสร้างกลูจากข้อมูล	116
ก -5 แผนภาพของชุดเวลา (Time - series) แสดงถึงพฤติกรรมของลูกค้า	118
ก -6 แสดงสแกตเตอร์ กราฟ (Scatter Graph) ที่มีความซ้ำซ้อน	121
ก -7 แสดงสแกตเตอร์ กราฟ (Scatter Graph) ที่ไม่มีความซ้ำซ้อน	121
ก -8 แสดงผลที่ได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ โคด	125
ง -1 การเซตค่าหน่วยความจำใน โปรแกรมภาษาเคลไฟล์	
ง -2 เมนูหลักของ โปรแกรมจินติก อัลกอริทึม	
ง -3 โปรแกรมจินติก อัลกอริทึมเพื่อการเรียนรู้	
ง -4 กล้องแสดงว่าประมวลผลเสร็จ	
ง -5 โปรแกรมจินติก อัลกอริทึมเพื่อการทดสอบ	
ง -6 โปรแกรมจินติก อัลกอริทึมเพื่อการทำนาย	
ง -7 หน้าจอข้อมูลเพิ่มเติม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5-1	39
5-2	40
5-3	41
5-4	43
7-1	51
10-1	96
10-2	97
10-3	98
10-4	99
10-5	100
10-6	101
10-7	102
10-8	103
10-9	104
10-10	105
10-11	106
10-12	107
ก-1	112
ก-2	112
ก-3	116
ก-4	118
ก-5	123
ก-6	124
ก-7	124
ก-8	126
ก-9	127
ก-10	127
ก-11	127

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนพฤษภาคม 2541 131

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมิถุนายน 2541 132

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกรกฎาคม 2541	133
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนสิงหาคม 2541	134
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกันยายน 2541	135
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนตุลาคม 2541	136
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนพฤศจิกายน 2541	137
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนธันวาคม 2541	138
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมกราคม 2542	139
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกุมภาพันธ์ 2542	140
ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมีนาคม 2542	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา

ในปัจจุบันการพัฒนาการทางด้านวิชาเครื่องมือนปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ในหลายๆสาขาที่จะทำการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มีขีดความสามารถทัดเทียมมนุษย์

จินตริก อัลกอริทึมถือว่าแขนงวิชาสาขาวิชาเครื่องมือนปัญญาประดิษฐ์ โดยจินตริก อัลกอริทึมจะเป็นวิธีที่ค้นหาคำตอบด้วยหลักการเดียวกับวิวัฒนาการของมนุษย์ ซึ่งจะเป็วิธีที่ใช้หาค่าความเหมาะสมจึงเป็นที่นิยมใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน รวมทั้งปัญหาด้านการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้เองจึงได้ประยุกต์นำวิธีจินตริก อัลกอริทึมมาใช้กับชีวิตประจำวัน โดยนำจินตริก อัลกอริทึมมาหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์ค เพื่อทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในโครงการนี้จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงลักษณะเด่นของจินตริก อัลกอริทึม คือความสามารถในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสม (Optimization) โดยจินตริก อัลกอริทึมสามารถประยุกต์ใช้ค้นหาค่าน้ำหนักภายในโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คเช่นเดียวกับวิธีอื่นๆทางนิเวรอน เน็ตเวิร์ค ซึ่งจุดประสงค์หลักของโครงการมีดังต่อไปนี้

1. เพื่อเป็นการนำเสนอและการศึกษาความเป็นไปได้ในนำแนวคิดของจินตริก อัลกอริทึม ซึ่งเป็นทฤษฎีที่จำลองกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ มาประยุกต์ใช้กับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการนำจินตริก อัลกอริทึมประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆไป ซึ่งจะไม่มีการเฉพาะเจาะจงชนิดของปัญหาที่จะไปแก้ไข เนื่องจากจินตริก อัลกอริทึมมีลักษณะเด่นในการค้นหาคำตอบคือ การหาคำตอบด้วยจินตริก อัลกอริทึมจะทำในลักษณะของการสุ่มจึงไม่มีขอบเขตของปัญหา
3. ศึกษาถึงความสามารถของจินตริก อัลกอริทึมในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักของโหนดต่างๆของโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คเพื่อจะใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ โดยจะใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อทำนายค่าของข้อมูลที่ต้องการในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาวิจัย เพื่อเสนอแนวทางการใช้คอมพิวเตอร์ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศโดยใช้ชุดข้อมูลในอดีตในการเรียนรู้ คือการสุ่มค่าน้ำหนักต้นแบบและหาค่าความผิดพลาดจากการทำนาย พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขค่าน้ำหนักให้มีค่าความผิดพลาดน้อยลงเรื่อยๆ โดยการประยุกต์ใช้จินตคณิต อัลกอริทึม ซึ่งนับว่าเป็นทางเลือกของการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่มีความยืดหยุ่นสามารถนำไปใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆได้ โดยสามารถทำการจำลองเหตุการณ์ต่างๆลงบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการหาคำตอบ

แต่งานวิจัยนี้้นำข้อมูลชุดเรียนรู้ย้อนหลังมากที่สุดเพียง 164 ชุด จึงมีข้อจำกัดทางด้านขอบเขตของค่าเงินในการทำนาย รวมทั้งหากมีเหตุการณ์ต่างๆที่ทำให้ค่าเงินมีการผันผวนผิดปกติเช่น การเกิดสงครามโลก หรือภัยทางธรรมชาติซึ่งเป็นเหตุสุดวิสัย ค่าที่ได้จากการทำนายด้วยจินตคณิต อัลกอริทึมอาจมีค่าความคลาดเคลื่อนมากเช่นเดียวกับวิธีการทำนายด้วยวิธีอื่นๆ

นอกจากนี้แล้วในบางครั้งการหาคำตอบด้วยจินตคณิต อัลกอริทึมอาจใช้เวลานาน เนื่องมาจากลักษณะในการค้นหาคำตอบของจินตคณิตอัลกอริทึมมีลักษณะการสุ่ม หากการสุ่มต้นแบบได้ค่าที่ไม่ดีก็ต้องใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงคำตอบตามแนวคิดวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ในทางกลับกันหากการสุ่มต้นแบบได้โครโมโซมที่ดีนั้นก็จะทำให้ใช้เวลาอันน้อยมากในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดออกมา

1.4 วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยโครงการนี้จะเริ่มศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยเรื่องหลักๆดังต่อไปนี้คือ หลักการทางด้าไมนิ่ง การประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆของด้าไมนิ่งกับงานของด้าไมนิ่งในบทที่ 2, ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยาในบทที่ 3, ทฤษฎีการทำนายค่าด้วยสมการการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression), ความรู้พื้นฐานและทฤษฎีพื้นฐานของจินตคณิต อัลกอริทึมในบทที่ 4, วิธีที่ใช้ในการปรับสมรรถภาพของจินตคณิต อัลกอริทึมในส่วนของบทที่ 5 รวมทั้งการนำจินตคณิต อัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่แตกต่างกันไปเช่น ในบทที่ 6จะนำจินตคณิต อัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทาวเวอร์ออฟชานอยด์ ส่วนการนำจินตคณิต อัลกอริทึมไปช่วยในการจัดตารางสอนโรงเรียนแบบอัตโนมัติจะอธิบายในบทที่ 7 รวมทั้งการนำจินตคณิต อัลกอริทึมไปใช้ในการทำนายปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในบทที่ 8

เมื่อทำการศึกษาส่วนของทฤษฎีจนเป็นที่เข้าใจแล้วจึงทำการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งในบทที่ 9 จะแสดงขั้นตอนต่างๆในการพัฒนาโปรแกรมอย่างละเอียด พร้อมกับแสดงแผนผังขั้นตอนการทำงาน สำหรับบทที่ 10 เป็นการแสดงผลการทดลองซึ่งจะทำการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์โดยการเปรียบเทียบนั้นจะแสดงอยู่ในรูปกราฟเส้น เพื่อสร้างความสะดวกในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างทางนิเวศวิทยาที่นำมาใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในครั้งต่อไป อีกทั้งยังบอกถึงปัญหาต่างๆที่เป็นอุปสรรคในการพัฒนาโปรแกรมจินตคณิต อัลกอริทึมไว้ในส่วนท้ายของบทนี้อีกด้วย โดยการพัฒนาโปรแกรมจินตคณิต อัลกอริทึมในช่วงแรกจะใช้จะ โปรแกรมภาษาปาสคาล (Pascal 7.0) ต่อมาได้พัฒนามาใช้โปรแกรมภาษาเดลไฟล์ (Delphi 3.0) ซึ่งจะจำลองการทำงานต่างๆลงไมโครคอมพิวเตอร์

เพนเทียม MMX 166 เมกกะเฮิรตซ์ และระบบการจัดการ (Operating System) ด้วยวินโดวส์เอ็นที (Window NT) ในการหาเรียนรู้จากข้อมูลในอดีตภายในชุดเรียนรู้ เพื่อใช้ในการทำนายค่าที่ต้องการในอนาคต

ส่วนในบทสุดท้ายจะเป็นการสรุปการทำงานของผลงานวิจัยชิ้นนี้ และแนวทางในการพัฒนา และแนวทางในการปรับปรุง พร้อมทั้งชี้ให้เห็นทั้งจุดเด่นและจุดด้อย เพื่อจะเป็นแนวทางในสำหรับผู้ที่สนใจในการพัฒนางานวิจัยนี้ ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับดาต้าไมนิ่ง (Introduction of Data Mining)

2.1 ความหมายของดาต้าไมนิ่ง

ดาต้าไมนิ่ง (Data Mining) คือการค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบทั้งหมด ซึ่งมีอยู่จริงในฐานข้อมูล (Database) แต่ได้ถูกซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมาก ดาต้าไมนิ่งจะทำการสำรวจและการวิเคราะห์อย่างอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ ในปริมาณข้อมูลจำนวนมากให้อยู่ในรูปแบบที่เต็มไปด้วยความหมายและในรูปของกฎ (Meaningful Patterns And Rules) โดยความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความรู้อื่นๆที่มีประโยชน์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล

เทคโนโลยีทางด้านฐานข้อมูล ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง จึงเป็นสิ่งที่ไม่อยากนักที่จะเก็บข้อมูลดิบจำนวนมากลงในคอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถดึงข้อมูลกลับออกมาเมื่อใดก็ได้เท่าที่ต้องการ ในปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่จะเผชิญกับปัญหาของ “ ข้อมูลดิบมีจำนวนมากแต่ข้อมูลที่ประยุกต์ใช้ได้มีน้อย (Data Rich But Information Poor) ” จากปัญหานี้จึงเป็นแรงกระตุ้นให้มีความสนใจที่จะศึกษาทางด้านดาต้าไมนิ่ง เนื่องจากดาต้าไมนิ่งสามารถดึงความรู้ออกมาจากข้อมูลจำนวนมากที่ถูกเก็บสะสมไว้ ดาต้าไมนิ่งจึงเป็นสาขาที่คาดว่าจะเป็นที่รู้จักและนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในเร็ววัน

ในโลกของธุรกิจปัจจุบัน บริษัทต่างๆจะพยายามเสาะหาเทคนิคที่สามารถนำความสำเร็จมาสู่บริษัทเช่น ในธุรกิจขนาดย่อมจะสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า โดยสังเกตจากความต้องการ ความชอบ และความสนใจของลูกค้า และอาจจะเรียนรู้ได้จากผลสะท้อนในอดีตว่าจะทำอย่างไรให้การบริการลูกค้ามีประสิทธิภาพดีขึ้นในอนาคต แต่การเรียนรู้นั้นต้องการมากกว่าการเก็บสะสมข้อมูลจำนวนมากอย่างตรงไปตรงมา ในความเป็นจริงนั้นบริษัทหลายๆ แห่งมีความต้องการฐานข้อมูลที่มีความจุขนาดหลายร้อย จิกะไบท์ (Gigabytes) ในการเก็บข้อมูลโดยปราศจากการเรียนรู้ทุกสิ่งทุกอย่าง ทำให้การทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ

โดยทางดาต้าแวร์เฮาส์จะเกี่ยวข้องกับเมมโมรีและเมมโมรีที่ใช้ปราศจากความฉลาด คือไม่มีความสามารถที่จะค้นหาข้อมูล พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์การสังเกตรูปแบบ , การออกแบบกฎ , การเกิดขึ้นของความความคิดใหม่ๆ และการนำสิ่งต่างๆที่เก็บไว้ไปทำนายเกี่ยวกับเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งความสามารถเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นข้อได้เปรียบของดาต้าไมนิ่ง ในโครงการขนาดใหญ่สามารถนำดาต้าไมนิ่งไปใช้ในระบบ เพื่อจุดประสงค์ในการได้ส่วนแบ่งทางตลาดเพิ่มมากขึ้น ดาต้าไมนิ่งจะช่วยในการสร้างความเข้าใจว่าอะไรคือความต้องการของลูกค้า , สิ่งใดที่ลูกค้าชอบ , ทำอย่างไรถึงจะสามารถเข้าถึงประชากรหรือกลุ่มลูกค้าเป้าหมายมากขึ้น และทำอย่างไรให้โครงการเหล่านั้นจึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงไม่กี่ปีที่ผ่านมาบทบาทของดาต้าไมนิ่งก็เพิ่มความสำคัญมากขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนข้อมูลดิบที่จะเก็บสะสมประกอบกับการแข่งขันทางธุรกิจอย่างรุนแรง จึงทำให้โครงการขนาดใหญ่ต่างมีความรู้สึกที่ต้องการใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพจากแหล่งข้อมูลจำนวนมากที่ถูกเก็บไว้ที่ดาต้าแวร์เฮ้าส์

บริษัทที่เป็นผู้ออกบัตรเครดิตและธนาคารต่างๆ จะมีขบวนการที่ใช้ดาต้าไมนิ่งให้เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจว่าลูกค้ากลุ่มใดเป็นลูกค้าที่ดี , ทำความเข้าใจลูกค้า , ช่วยในการแยกประเภทของลูกค้า และจะทำนายกลุ่มของประชากรที่จะคาดว่าจะมาเป็นลูกค้าในอนาคต จุดเด่นของระบบดาต้าไมนิ่งคือจะสามารถค้นพบข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ได้จากข้อมูลดิบจำนวนมากโดยบังเอิญ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะตัวจักรสำคัญที่จะรักษาลูกค้าที่ดีไว้และดึงดูลูกค้าใหม่ๆเข้ามา

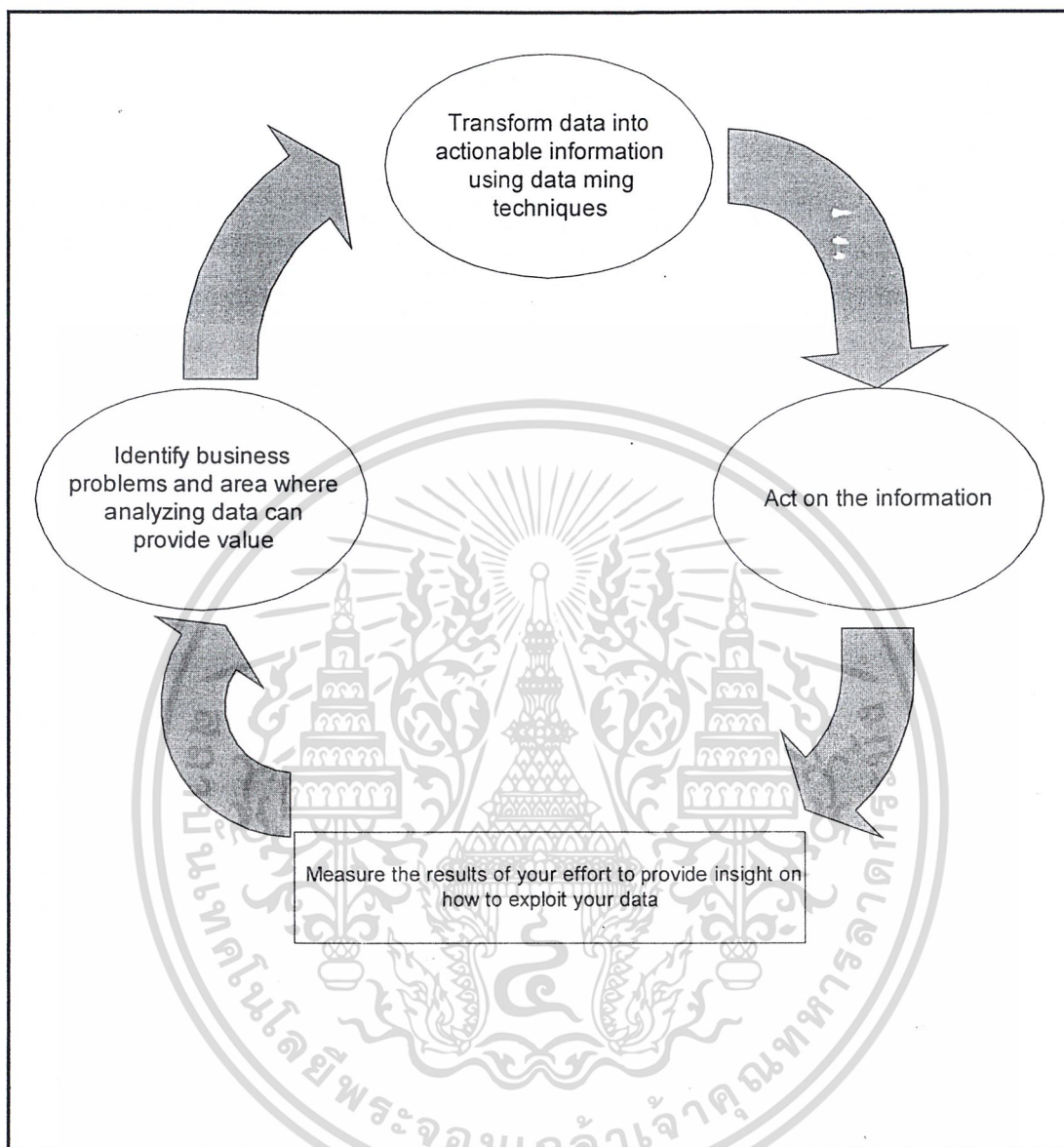
2.2 วัฏจักรขั้นตอนการทำงานของดาต้าไมนิ่ง (Virtuous cycle of data mining)

วัฏจักรขั้นตอนการทำงานของดาต้าไมนิ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักๆดังนี้

1. การระบุโอกาสทางธุรกิจหรือระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับธุรกิจ คือจะเป็นการระบุขอบเขตของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความได้เปรียบทางการตลาดหรือเพื่อนำมาแก้ปัญหา
2. ส่วนของดาต้าไมนิ่ง จะเป็นการนำเทคนิคของดาต้าไมนิ่ง ไปใช้การถ่ายทอดหรือทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในทางธุรกิจ
3. การปฏิบัติตามข้อมูล (Act on the information) เราจะนำข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ของส่วนดาต้าไมนิ่งมาลงปฏิบัติจริงกับธุรกิจ
4. การวัดประสิทธิภาพจากผลลัพธ์ (Measure the results) จะทำการวัดประสิทธิภาพของเทคนิคดาต้าไมนิ่งที่นำมาใช้จากผลลัพธ์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้หลายทางอาจวัดจากส่วนแบ่งของตลาด , ปริมาณลูกค้า และวัดจากกำไรสุทธิที่ได้เป็นต้น

จากทั้ง 4 ขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้นคือการนำดาต้าไมนิ่งไปใช้กับระบบทางธุรกิจ โดยแต่ละขั้นตอนจะพึ่งพาอาศัยกัน ผลลัพธ์จากขั้นตอนหนึ่งจะกลายมาเป็นอินพุทของขั้นตอนต่อไป ซึ่งดาต้าไมนิ่งจะเปลี่ยนจากข้อมูลดิบเป็นข้อมูลประยุกต์ ซึ่งข้อมูลประยุกต์นี้สามารถนำมาสร้างประโยชน์ได้มากมายเช่น ข้อมูลที่ประยุกต์สามารถใช้ได้เป็นการปฏิบัติ และการปฏิบัติเป็นประโยชน์ที่จะได้รับ ดังนั้นการระบุแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-1 แสดงวัฏจักรขั้นตอนการทำงานของดาต้าไมนิ่ง (Virtuous cycle of data mining)

2.3 งานของดาต้าไมนิ่ง (Tasks of data mining)

ในทางปฏิบัติจริงดาต้าไมนิ่งจะประสบความสำเร็จกับงานบางกลุ่มเท่านั้น และต้องอยู่ภายใต้ภาวะการณ์ที่จัด ปัญหาที่เหมาะสมกับการใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งจะเป็นปัญหาที่ต้องใช้เหตุผลในการแก้ , ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐศาสตร์และการเงิน และธุรกิจที่ความสนใจสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบของงานทั้ง 6 งานดังนี้

1. การจัดหมวดหมู่ (Classification)
2. การประเมินค่า (Estimation)
3. การทำนายล่วงหน้า (Prediction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกหนึ่งห้ามเป็นต้นแบบเพื่อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การจัดกลุ่มโดยอาศัยความใกล้ชิด (Affinity Grouping)
5. การรวมตัว (Clustering)
6. การบรรยาย (Description)

ไม่มีเทคนิคหรือเครื่องมือเพียงชนิดเดียวของค่าใดหนึ่งที่เหมาะสมกับงานทุกชนิด งานในแต่ละชนิดก็จะมีเทคนิคของค่าใดหนึ่งที่แตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของงาน

2.3.1 การจัดหมวดหมู่ (Classification)

การจัดหมวดหมู่ถือว่าเป็นงานธรรมดาทั่วไปของค่าใดหนึ่ง ซึ่งดูเหมือนว่างานการจัดหมวดหมู่เป็นสิ่งที่มนุษย์หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะการทำความเข้าใจและการติดต่อสื่อสารต่างก็เกี่ยวข้องกับการแบ่งเป็นหมวดหมู่ (Classifying) , การจัดแยกประเภท (Categorizing) และการแบ่งแยกชนิด (Grading)

โดยการจัดหมวดหมู่ประกอบด้วยการสำรวจจุดเด่นของวัตถุที่ปรากฏออกมา และทำการกำหนดจุดเด่นนั้นเป็นตัวที่ใช้แบ่งหมวดหมู่

งานในการแบ่งหมวดหมู่คือการบ่งบอกลักษณะ โดยการอธิบายจุดเด่นที่เป็นที่รู้จักดีในหมวดหมู่นั้น และเทรนนิ่งเซต (Training Set) ของตัวอย่างในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งมีภาระหน้าที่ในการสร้างโมเดลของบางชนิดที่ซึ่งไม่สามารถจะจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ให้สามารถจัดหมวดหมู่ได้ ตัวอย่างของงานจัดหมวดหมู่มีดังนี้

- การจัดหมวดหมู่ของผู้ยื่นขอเครดิต เช่น ระดับต่ำ , ระดับกลาง หรือระดับสูงของความเสี่ยงที่จะได้รับ
- การกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ที่มีความสอดคล้องกันกับเครื่องโทรสาร

การตัดสินใจโดยอาศัยหลักการแตกเป็นรูปทรี (Decision Tree) และหลักการเมมโมรีเบสรีชันนิง (Memory-Based Reasoning) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับงานการจัดหมวดหมู่ ส่วนการวิเคราะห์การเชื่อมโยง (Link - Analysis) จะถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการจัดหมวดหมู่ในสถานะที่แน่นอนเท่านั้น

2.3.2 การประเมินค่า (Estimation)

การประเมินค่าทางธุรกิจอย่างต่อเนื่องจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่มีประโยชน์กับธุรกิจ การป้อนข้อมูลเข้าที่เรามีอยู่เข้าไป เพื่อใช้ในการประเมินสิ่งต่างๆที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ หรือสำหรับตัวแปรที่เราไม่สามารถรู้ค่าที่แน่นอนได้เช่น รายได้จากการค้า , จุดสูงสุดทางธุรกิจ หรือดุลยภาพของบัตรเครดิต ในทางปฏิบัติการประเมินค่าจะถูกใช้ในการทำงานการจัดหมวดหมู่ ตัวอย่างของการประเมินค่ามีดังต่อไปนี้

- การประเมินรายได้รวมของครอบครัว
- การประเมินจำนวนบุตรในครอบครัว

นิวรอนเน็ตเวิร์ก (Neural Network) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับงานเอกสารประเมินค่าที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การทำนายล่วงหน้า (Prediction)

การทำนายล่วงหน้าก็เป็นงานที่มีลักษณะคล้ายกับการจัดหมวดหมู่หรือการประเมินค่า ยกเว้นเพียงแต่จะใช้สถิติการบันทึกของจัดหมวดหมู่ในการทำนายอนาคตของพฤติกรรมหรือการประเมินค่าที่จะเกิดในอนาคต งานในการทำนายอนาคตนั้นเป็นงานเดียวที่สามารถจะตรวจสอบความถูกต้องของการจัดหมวดหมู่ได้ โดยจะทำการหยุดรอและทำการตรวจสอบ (Wait And See)

เทคนิคใดก็ตามที่สามารถใช้กับงานการจัดหมวดหมู่ และงานการประเมินจะสามารถปรับเปลี่ยนและนำมาประยุกต์ใช้ในการทำนายล่วงหน้าได้ โดยใช้ตัวอย่างของการเรียนรู้(Training Example) ที่ซึ่งค่าของตัวแปรที่จะถูกทำนายได้ทราบค่าที่เกิดขึ้นในอดีตแล้ว ตัวอย่างของงานการทำนายล่วงหน้ามีดังนี้

- การทำนายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตลาด
- การทำนายจำนวนลูกค้าที่จะออกจากธุรกิจของเราใน 6 เดือนข้างหน้า

เทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อขายสินค้า(Market Basket Analysis) , หลักการเมมโมรีเบสรีซันนิ่ง(Memory-Based Reasoning) และนิวรอนเน็ตเวิร์ก(Neural Network) ต่างก็เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการทำนายล่วงหน้า การเลือกเทคนิคใดเทคนิคหนึ่งมาใช้ นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของอินพุต , ชนิดของค่าที่จะทำนายออกมา และการเกี่ยวข้องกับการอธิบายของการทำนายล่วงหน้า

2.3.4 การจัดกลุ่มโดยอาศัยความใกล้ชิดหรือการวิเคราะห์ตลาด (Affinity Grouping Or Market Analysis)

งานในการจัดกลุ่มหรือการวิเคราะห์ตลาด คือการตัดสินใจรวมสิ่งที่สามารถไปด้วยกันได้เข้าไปในกลุ่มเดียวกัน ตัวอย่างของโมเดล คือการตัดสินใจว่าสิ่งใดบ้างที่จะไปด้วยอยู่ด้วยกันอย่างสม่ำเสมอในรถเข็นในซูเปอร์มาร์เก็ต ดังนั้นจะอยู่ในรูปแบบเทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อขายสินค้า(Market Basket Analysis) การจัดกลุ่มจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะสามารถก่อให้เกิดกฎต่างๆของข้อมูล

2.3.5 การรวมตัว (Clustering)

การรวมตัวคืองานที่ทำการรวมส่วนต่างๆ ในแต่ละส่วนที่ต่างชนิดกันให้อยู่รวมกันเป็นกลุ่มย่อยหรือคลัสเตอร์ โดยในแต่ละคลัสเตอร์อาจจะประกอบด้วยส่วนต่างๆที่ต่างชนิดกัน ซึ่งความแตกต่างของการรวมตัวจากการจัดหมวดหมู่คือ การรวมตัวจะไม่พึ่งพาอาศัยการกำหนดหมวดหมู่ล่วงหน้า (Predefined Class) และไม่ใช่ตัวอย่าง ข้อมูลจะรวมตัวกันบนพื้นฐานของความคล้ายในตัวเอง

2.3.6 การบรรยาย (Description)

ในบางครั้งวัตถุประสงค์ของดาต้าไมนิ่งคือ ต้องการอธิบายความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลในทางที่จะเพิ่มความเข้าใจในส่วนของประชากร , ผลิตภัณฑ์ , หรือขบวนการให้มากขึ้น

เทคนิคดาต้าไมนิ่งส่วนใหญ่ต้องการเทรนนิ่งดาต้าจำนวนมากที่ประกอบด้วยหลายๆตัวอย่าง เพื่อจะสร้างกฎที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ (Classification Rules) , กฎของความสัมพันธ์(Association Rules) ,

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลัสเตอร์ (Clusters) , การทำนายล่วงหน้า (Prediction) ชุดของข้อมูลที่มีขนาดเล็กจะนำไปสู่ความไม่เข้าใจวางใจของผลสรุปที่ได้

ไม่มีเทคนิคใดเลยที่สามารถแก้ปัญหาของดาต้าไมนิ่งได้ทุกปัญหา ดังนั้นความหลากหลายของเทคนิคเป็นสิ่งที่จะต้องนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาของดาต้าไมนิ่งที่ดีที่สุด

2.4 เทคนิคของดาต้าไมนิ่ง (Data Mining Techniques)

การแก้ปัญหาของงานชนิดต่างๆโดยใช้วิธีดาต้าไมนิ่ง ในแต่ละงานก็จะมีเทคนิคของดาต้าไมนิ่งที่จะนำไปใช้ได้เหมาะสม โดยเทคนิคต่างๆของดาต้าไมนิ่งนั้นมีมากมาย ซึ่งจะขอยกตัวอย่างของเทคนิคที่ถูกใช้กันค่อนข้างแพร่หลายดังนี้

2.4.1 เทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้า (Market Basket Analysis : MBA)

เทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าคือ รูปแบบของการจัดรวมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการหากลุ่มของสินค้าในรายการ ที่ซึ่งมีแนวโน้มที่จะไปปรากฏอยู่ด้วยกันงานการซื้อขาย โมเดลที่สร้างขึ้นมาจะแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของสินค้าที่ต่างชนิดกันที่จะถูกซื้อไปด้วยกัน โดยจะแสดงผ่านทางกฎ (Rules)

ข้อมูลที่ได้จากผลลัพธ์ของเทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหลายๆวัตถุประสงค์ เช่น การวางแผนในการจัดวางสินค้าภายในร้านให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการนำสินค้าต่างชนิดมารวมตัวกัน (Bundling The Products) เป็นต้น

โดยรายละเอียดของวิธีการเทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้า ตลอดจนขั้นตอนการทำงานได้ถูกอธิบายไว้อย่างละเอียดในภาคผนวก

2.4.2 เมมโมรีเบสรีซันนิ่ง (Memory-Based Reasoning : MBR)

เมมโมรีเบสรีซันนิ่งคือวิธีดาต้าไมนิ่งทางตรง (Direct Data Mining) ซึ่งจะใช้ข้อเท็จจริงที่เราทราบค่าแล้วในโมเดลมาใช้ในการทำนายค่าของข้อมูลที่ยังไม่ทราบค่า เมมโมรีเบสรีซันนิ่งจะค้นหาสิ่งที่มีค่าใกล้เคียงที่สุดกับข้อเท็จจริงที่ยังไม่ทราบค่า (Nearest Neighbor) เพื่อใช้ในการจัดเข้าหมวดหมู่และทำนายค่าออกมา

ส่วนประกอบในการทำงานของเมมโมรีเบสรีซันนิ่ง

- ฟังก์ชันระยะทาง (Distance Function) จะถูกใช้ในการหาสิ่งที่มีค่าใกล้เคียงที่สุดกับข้อเท็จจริงที่ยังไม่ทราบค่า (Nearest Neighbor)
- ฟังก์ชันการรวม (Combination Function) ใช้ในการนำค่าของสิ่งที่มีค่าใกล้เคียงที่สุดกับข้อเท็จจริงที่ยังไม่ทราบค่า (Nearest Neighbor) มาประกอบกันและทำนายค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อได้เปรียบของเมมโมรีเบสรีซันนิ่ง

1. เมมโมรีเบสรีซันนิ่งมีความสามารถที่จะปฏิบัติกับแหล่งข้อมูลจริง โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้กับเมมโมรีเบสรีซันนิ่งไม่จำเป็นต้องทำการคัดแปลงก่อนนำไปใช้
2. เมมโมรีเบสรีซันนิ่งมีความสามารถในการเรียนรู้หมวดหมู่ใหม่ๆ จากข้อเท็จจริงที่เพิ่งจะเข้ามาอยู่ในฐานข้อมูล โดยรายละเอียดของวิธีการเมมโมรีเบสรีซันนิ่ง ตลอดจนถึงขั้นตอนการทำงานได้ถูกอธิบายไว้อย่างละเอียดในภาคผนวก ก.

2.4.3 นิวรอนเน็ตเวิร์ก (Neural Network)

นิวรอนเน็ตเวิร์ก คือระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลซึ่งรวมคุณสมบัติของไบโอลอจิกคอลนิวรอนเน็ตเวิร์ก (Biological Neural Network) ถูกพัฒนาขึ้นโดยโมเดลทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ และจะเรียนรู้จากชุดข้อมูลชุดเรียนรู้ (Training Set)

นิวรอนเน็ตเวิร์กประกอบด้วยหน่วยจำนวนมากเรียกว่า นิวรอน , ยูนิต , เซล หรือ โหนด แต่ละนิวรอนต่อกันโดยคอนเนคชันลิงก์ (Connection Link) ที่มีค่าน้ำหนัก (Weight) ของมันอยู่ โดยค่าน้ำหนักจะแสดงถึงรายละเอียดที่เน็ตเวิร์กใช้ในการแก้ปัญหา โดยนิวรอนเน็ตเวิร์กถูกใช้ในการแก้ปัญหาอย่างกว้างขวางเช่น การเก็บและการเรียกข้อมูล, การแยกประเภทของข้อมูล, การเปลี่ยนจากรูปแบบของอินพุทให้อยู่ในรูปแบบของเอาต์พุท, ความสามารถในการตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลที่คล้ายคลึงกับความคิดของมนุษย์ เป็นต้น ถึงแม้ว่านิวรอนเน็ตเวิร์กสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลายๆชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่นิวรอนเน็ตเวิร์กก็ยังมียข้อเสียอยู่บ้างดังนี้

ข้อเสียเปรียบของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

1. นิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นวิธีที่ยากต่อการทำความเข้าใจใน โมเดลที่ถูกผลิตออกมา
2. นิวรอนเน็ตเวิร์กมีคุณสมบัติที่ไวต่อรูปแบบของอินพุท ถ้าเราแทนข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันก็จะสามารถผลิตผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกมา ดังนั้นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับข้อมูลจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญส่วนหนึ่ง

2.4.4 จีเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithms : GA)

จีเนติก อัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่จำลองกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ คือการคัดเลือกทางธรรมชาติ และอาศัยพื้นฐานความคิดทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นถัดไป ที่สามารถนำมาพัฒนาใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัญหา (Optimal Solution)

จีเนติก อัลกอริทึมเป็นวิธีการหาคำตอบโดยการพิจารณา และดำเนินการจากกลุ่มของคำตอบของปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยการเข้ารหัส (Coding) คือการแปลงค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างของโครโมโซมที่กำหนด เพื่อคัดเลือกโครโมโซมคำตอบที่เหมาะสมสำหรับสร้างวิวัฒนาการของคำตอบให้ดีขึ้นตามกระบวนการทางพันธุศาสตร์ โดยการแลกเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ระหว่างโครโมโซมที่ถูกคัดเลือกอันจะทำให้คำตอบของปัญหาถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น

จีเนติก อัลกอริทึมจะใช้กระบวนการหลักๆ 3 กระบวนการในการหาคำตอบที่ใกล้เคียงหรือดีที่สุดที่สุดของปัญหาดังนี้

1. การคัดเลือก (Selection)
2. การครอสโอเวอร์ (Crossover)
3. การมิวเตชัน (Mutation)

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจีเนติก อัลกอริทึมยังเป็นวิธีการที่ยังไม่ได้แพร่หลายนัก แต่สาขาวิชาทางด้านจีเนติก อัลกอริทึมก็นับว่าเป็นสาขาวิชาที่น่าสนใจและน่าจะเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า เนื่องมาจากสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายๆปัญหารวมทั้งปัญหาทางด้าไมนิ่งอีกด้วย

โดยรายละเอียดต่างๆและขั้นตอนในการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม พร้อมทั้งตัวอย่างของปัญหาที่ใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาได้อธิบายไว้ในส่วนต่อไปของรายงานฉบับนี้

2.5 บทสรุป

ด้าไมนิ่งคือการค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบทั้งหมด ซึ่งมีอยู่จริงในฐานข้อมูล(Database) แต่ได้ถูกซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมากอย่างอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ โดยด้าไมนิ่งจะเหมาะกับการแก้ปัญหาบางชนิดเท่านั้น เช่น ปัญหาที่ต้องใช้เหตุผลในการแก้, ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐศาสตร์และการเงิน เป็นต้น

ด้าไมนิ่งมีเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการแก้ปัญหามีอยู่หลายเทคนิคเช่น เทคนิคการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมาการซื้อสินค้า, เมมโมรีเบสรีซันนิ่ง, นิวรอนเน็ตเวิร์ก, จีเนติก อัลกอริทึม เป็นต้น ซึ่งจะไม่มีเทคนิคใดเลยที่สามารถแก้ปัญหของด้าไมนิ่งได้ทุกปัญหา ดังนั้นความหลากหลายของเทคนิคเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหของด้าไมนิ่งที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ความรู้พื้นฐานทางด้านนิวรอลเน็ตเวิร์ค

หลายทศวรรษมาแล้วที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์และพัฒนาเครื่องจักรขึ้นมา เราจะเห็นว่าเครื่องจักรเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและเป็นงานที่ซ้ำๆ ซากๆ ซึ่งถ้าใช้คนทำอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ในสมัยแรกๆ อาจจะเริ่มจากเครื่องจักรที่มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเช่น กาน , รอก เป็นต้น และต่อมาได้ประดิษฐ์สิ่งที่มีความซับซ้อนขึ้นมาเรื่อยๆ เช่น เครื่องจักรกล , หุ่นยนต์ , และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น จนกระทั่งปัจจุบันวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ ได้พยายามที่จะพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มีความฉลาดยิ่งขึ้น โดยพยายามให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีการเรียนรู้และสามารถตัดสินใจได้เองหรือเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจในขั้นต้นได้ ระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Artificial Neural Network System: ANNS) เป็นตัวอย่างหนึ่งที่จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ มีศักยภาพเพิ่มขึ้น

เมื่อเราพิจารณาถึงมนุษย์และสัตว์จะเห็นว่าสามารถรู้จักภาพและวิเคราะห์แยกแยะเสียงได้ดีกว่าคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยที่สุด แม้จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่องานทางด้านนี้โดยเฉพาะก็ตาม และนักวิจัยในสาขานี้ได้คาดหวังกันว่าระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์ค จะเป็นคลื่นลูกใหม่ที่ใช้ในการประมวลผลข่าวสารสำหรับใช้แทนหรือสนับสนุนการคำนวณแบบเดิม ระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คจะช่วยเสริมความสามารถของคอมพิวเตอร์สำหรับการประมวลผลในระบบใหญ่ๆ ซึ่งระบบนี้สามารถเรียนรู้และตัดสินใจสำหรับกระบวนการของระบบนั้นๆ ได้

สำหรับการทำงานของระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอนเน็ตเวิร์ค จะถอดแบบมาจากการทำงานของระบบสมองของมนุษย์ คือจะมีการส่งผ่านข้อมูลกันโดยการเชื่อมต่อของโหนดกันเป็นโครงข่ายร่างแหอย่างหนาแน่น และมีการทำงานในลักษณะขนาน ซึ่งในหัวข้อถัดไปจะอธิบายลักษณะการทำงานของระบบเซลล์ประสาทของมนุษย์เพื่อจะได้เทียบเคียงการทำงานและทำให้สามารถเข้าใจการทำงานของระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คได้ดียิ่งขึ้น

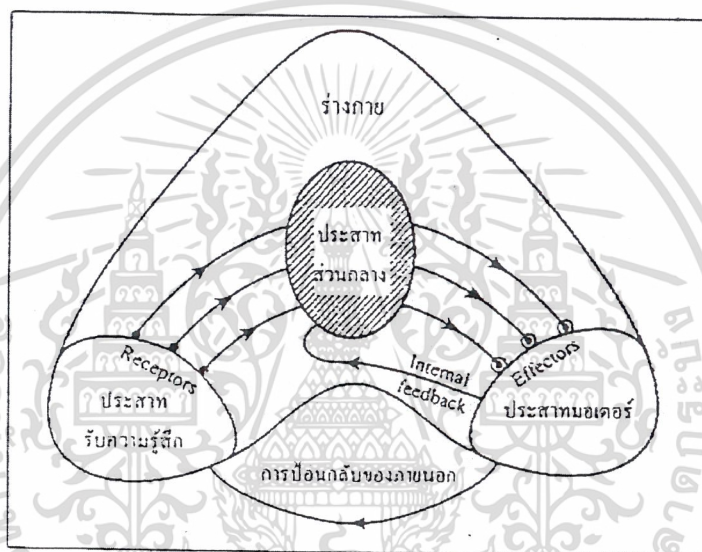
3.1. ความรู้พื้นฐานทางกายภาพของระบบเซลล์ประสาท

ระบบเซลล์ประสาทมีหน้าที่ควบคุมรักษาสมดุลภายในร่างกายให้คงที่ ระบบประสาทของมนุษย์เป็นระบบที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนซึ่งจะประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neurons) ประมาณ 10^{11} เซลล์ และเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์จะเชื่อมต่อกับเซลล์ประสาทตัวอื่นอีกประมาณ 10^4 เซลล์ ระบบประสาทมีย่อยด้วยกัน 3 ส่วน (รูปที่3-1) คือ

ไม่เอาใจเสีย... พึงสัน... พึงห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System)
2. ระบบประสาทรับความรู้สึก (Sensory Systems)
3. ระบบประสาทมอเตอร์ (Motor Systems)

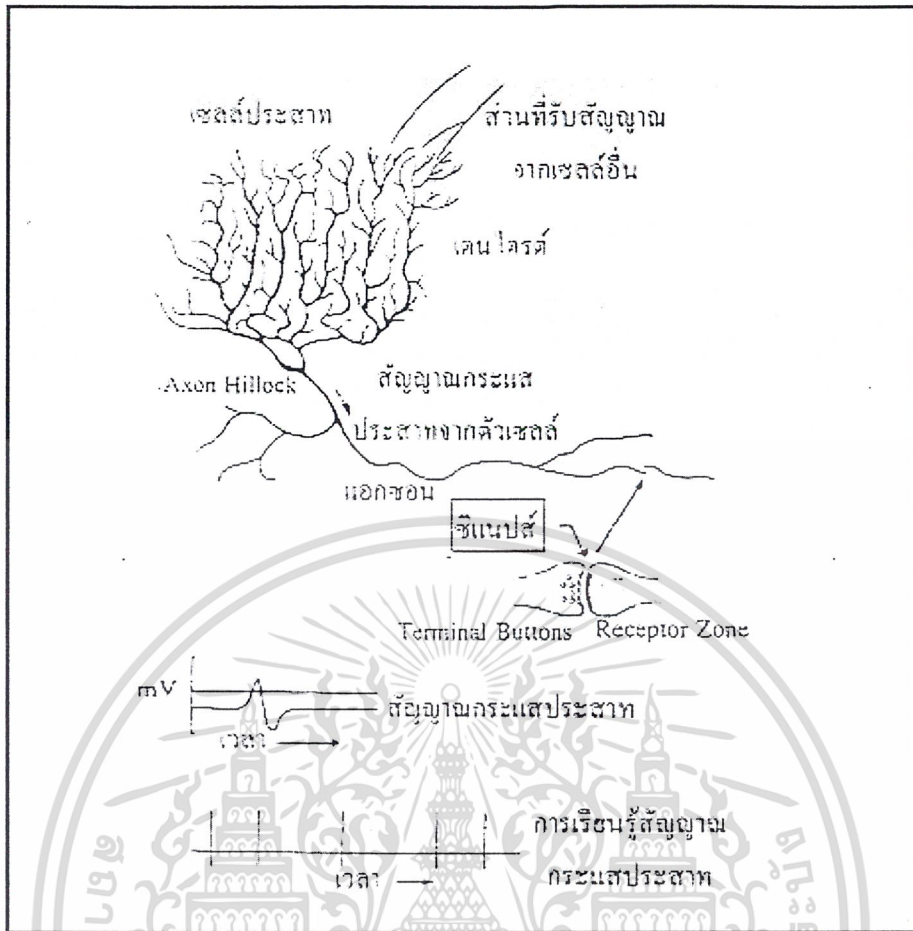
จากรูปที่3-ระบบประสาทส่วนกลางจะทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่รับมาจากระบบประสาทรับความรู้สึกที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (Sensory Receptor) ซึ่งจะรับรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัว และจะส่งข่าวสารไปยังระบบประสาทส่วนกลาง เมื่อประสาทส่วนกลางประมวลผลแล้วก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมสั่งการระบบประสาทมอเตอร์ของอวัยวะแสดงผล (Effector) ให้ทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอกร่างกาย



รูปที่ 3-1 การสื่อสารข้อมูลในระบบประสาท

เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์จะประกอบด้วยตัวเซลล์ (Cell Body) และแขนงที่แยกออกจากตัวเซลล์ ซึ่งได้แก่ แอกซอน (Axon) และเดนไดรต์ (Dendrite) (รูปที่ 3-2) แอกซอนมีจุดเริ่มต้นจากบริเวณส่วนที่หนาที่สุดของเซลล์ประสาทที่เรียกว่า Axon Hillock เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์จะมีแอกซอนเพียงหนึ่งอัน ปลายของแอกซอนจะแยกเป็นแขนงหลายเส้นและไปสิ้นสุดที่ปลาย (Terminal Bottoms) และที่จุดสิ้นสุดนี้จะมีตัวรับกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่เรียกว่ารีเซ็ปเตอร์โซน (Receptor Zone) ซึ่งต่ออยู่กับเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวอื่น กระแสประสาทหรือข้อมูลที่อยู่ในรูปของการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าเคมีจะไปกระตุ้นให้ตัวเซลล์ส่งสัญญาณไปตามแอกซอน ดังนั้นแอกซอนจะทำหน้าที่นำสัญญาณกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์ไปสู่เซลล์ประสาทตัวอื่น และเดนไดรต์จะทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากเซลล์อื่นเข้าสู่ตัวเซลล์

คุณสมบัติของเซลล์ประสาทโดยทั่วไปคือ จะมีความไวต่อการถูกกระตุ้น เมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลย์ของไอออนบริเวณรีเซ็ปเตอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไม่เท่ากันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คิดแปลผลเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



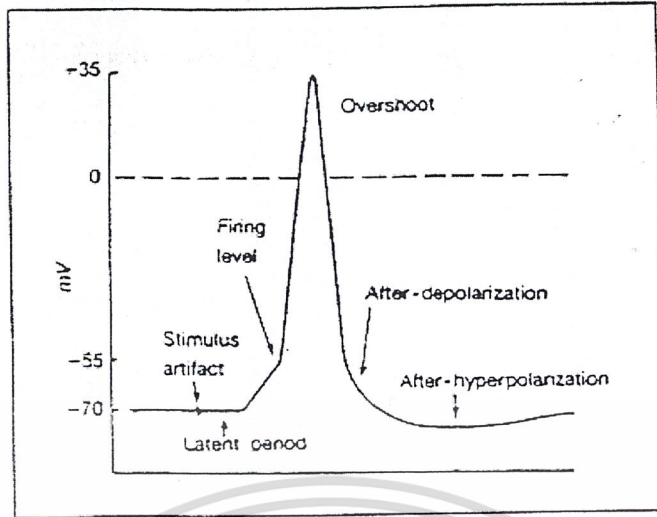
รูปที่ 3-2 โครงสร้างของเซลล์ประสาทและการส่งสัญญาณกระแสประสาท

ขึ้น และเมื่อความต่างศักย์ของจุดนี้สูงกว่าค่าเทรชโฮลด์ก็จะทำให้เกิดการส่งสัญญาณกระแสประสาทไปยังเซลล์อื่น

ความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทขณะพักประมาณ -60 ถึง -90 มิลลิโวลต์ ถ้ามีการกระตุ้นเซลล์ประสาทจะมีการแก้โพลาไรซ์ (Depolarization) ของเยื่อหุ้มเซลล์ และหลังการเกิดการแก้โพลาไรซ์จนความต่างศักย์เพิ่มขึ้นเป็น 15 มิลลิโวลต์แล้ว จะทำให้อัตราการแก้โพลาไรซ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจุดนี้จะเรียกว่า Firing Level (รูปที่ 3-3) เมื่อความต่างศักย์เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด (ประมาณ 35 มิลลิโวลต์) จะทำให้อัตราการแก้โพลาไรซ์ลดลงอย่างรวดเร็ว (ประมาณ 70%) และจะค่อยๆ ลดลงกลับเข้าสู่สภาวะปกติ หลังจากเข้าสู่สภาวะปกติแล้วความต่างศักย์จะลดลงต่ำกว่าระดับปกติ ซึ่งจะเรียกช่วงนี้ว่า “After Hyperpolarization” ลำดับของการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ทั้งหมดนี้เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (Action Potential)

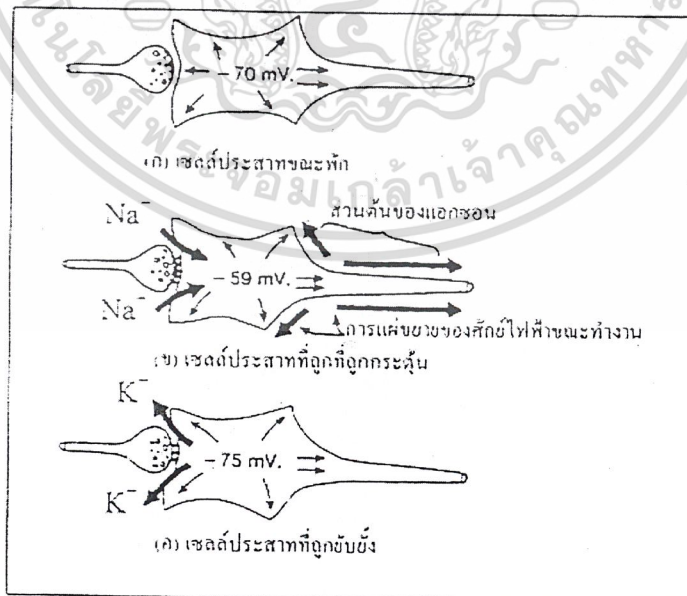
กระแสประสาทที่ส่งผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง จะต้องผ่านรอยต่อระหว่างปลายและบริเวณรีเซ็ปเตอร์ ซึ่งจะเรียกรอยต่อนี้ว่าซิแนปส์ (Synapse) การส่งผ่านกระแสประสาทกันระหว่างเซลล์ (Neurotransmission) ซิแนปส์จะปล่อยสารเคมีเพื่อไปกระตุ้นสำหรับบางกรณี และบางกรณีก็ปล่อยสาร

เอกสารเคมีเพื่อยับยั้ง (Inhibitory) ศักย์ และในขณะใดขณะหนึ่งซิแนปส์จะยอมให้เกิดขึ้นเพียงกรณีเดียวเท่านั้น คือ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

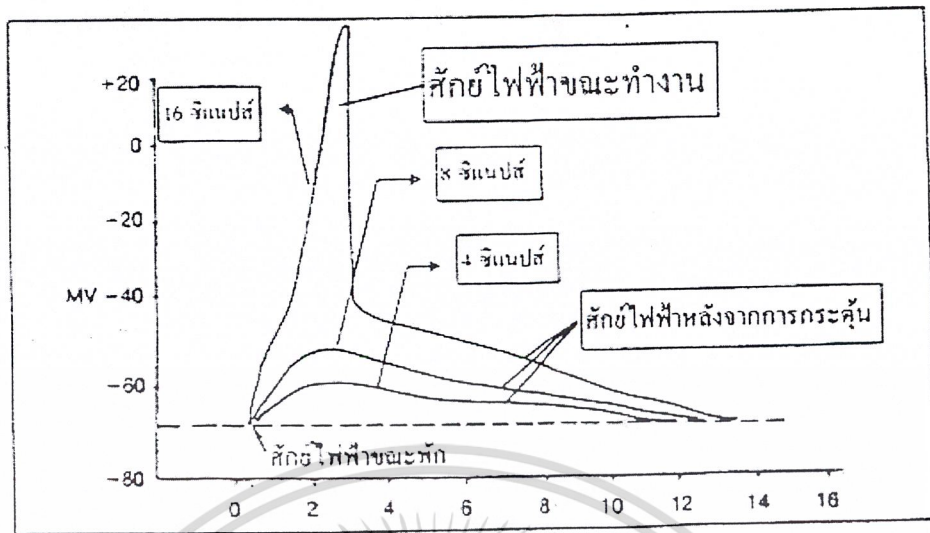


รูปที่ 3-3 แสดงลักษณะการเกิดศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน

ถ้าไม่กระตุ้นก็จะปล่อยสารเพื่อยับยั้งการส่งผ่านกระแสประสาท ในรูปที่3-4 แสดงสถานะต่างๆของเซลล์ประสาท ในกรณีที่ซีแนปส์เกิดสภาวะกระตุ้นความต่างศักย์ระหว่างผนังเซลล์จะลดลงเป็น -58 มิลลิโวลต์ จะทำให้เกิดการแกว่งโวลตาไรซ์ขึ้น ซึ่งถ้าสูงพอถึงภาวะ Firing Level ก็จะทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานขึ้น และการที่จะเกิดสภาวะเช่นนี้ขึ้นได้จะต้องอาศัยซีแนปส์ 10 ถึงหลายร้อยตัวในเวลาเดียวกันโดยขบวนการซั้มเมชัน(Summation) ซึ่งซีแนปส์เพียงตัวเดียวไม่สามารถกระตุ้นเซลล์ประสาทให้ถึงภาวะ Firing Level ได้ ในรูปที่ 3-5 แสดงศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานที่เกิดขึ้นจากการรวมกันของซีแนปส์จำนวนต่าง ๆ กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นการค้า
รูปที่ 3-4 แสดงภาวะต่างๆของเซลล์ประสาท (ก) ขณะพัก, (ข) ขณะกระตุ้น, และ (ค) ขณะถูกยับยั้ง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-5 แสดงศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานที่เกิดจากการรวมกันของซินแนปส์

ในสภาวะกระตุ้นจะทำให้เกิดการส่งผ่านกระแสประสาท ไอออนของโซเดียม (Na⁺) , โพแทสเซียม (K⁺) และคลอไรด์ (Cl⁻) จะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้มากขึ้น ส่วนในสภาวะยับยั้งโพแทสเซียมและคลอไรด์จะไหลออกจากเซลล์ และโซเดียมไม่มีการไหลเข้าเซลล์ ซึ่งเป็นเหตุให้ประจุบวกภายในเซลล์ลดลง ทำให้ความต่างศักย์ภายในเซลล์เป็นลบมากขึ้น (ประมาณ -75 มิลลิโวลต์) ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์ประสาทถูกกระตุ้นยากขึ้นกว่าปกติ คือต้องใช้ความต่างศักย์เพิ่มขึ้นเป็น 16 มิลลิโวลต์ จึงจะสามารถกระตุ้นเซลล์ประสาทให้ถึง Firing Level ได้ ซึ่งระยะนี้จะเรียกว่าระยะการคือ (Refractory Period)

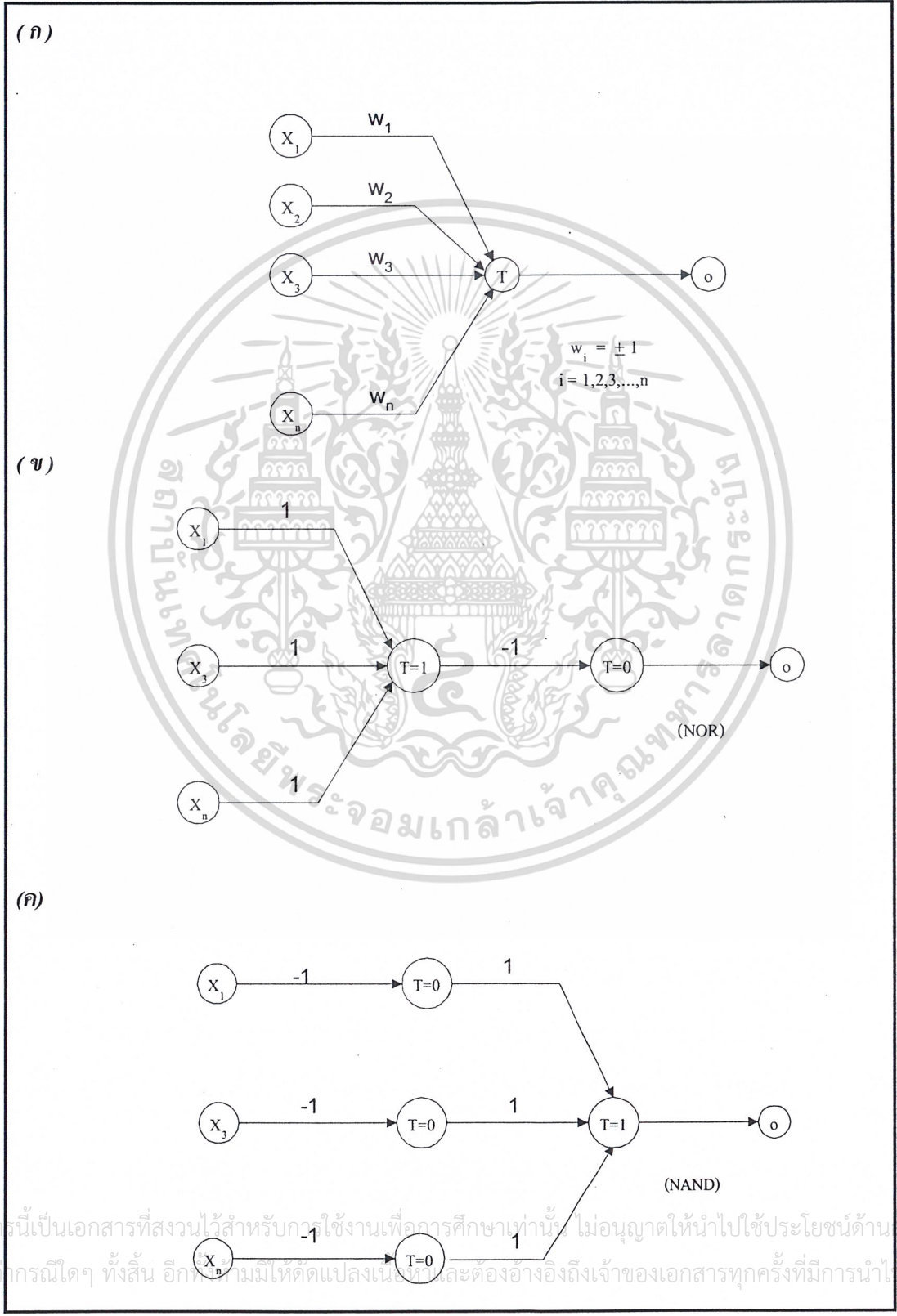
3.2. แบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาท

ในหัวข้อที่แล้วเราได้กล่าวถึงการทำงานของระบบประสาทโดยทั่วไปของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในหัวข้อนี้จะมาพิจารณากันถึงระบบการทำงานของแบบจำลองระบบประสาทที่จะใช้ในการประมวลผล โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้ควบคุม (รักษาสมดุล) ระบบต่างๆ แบบจำลองที่จะกล่าวมาเป็นแบบแรกในที่นี้ถูกเสนอ โดย McCulloch และ Pitts ในปีค.ศ.1943 ซึ่งแบบจำลองของเซลล์ประสาทแสดงในรูปที่ 3-6 อินพุต x_i (สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, n$) จะมีค่าเป็น $\{0, 1\}$ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสัญญาณอินพุต สัญญาณจากเซลล์อื่นในขณะนั้นว่าจะมีหรือไม่มีสัญญาณ ส่วนสัญญาณที่จะส่งต่อไปยังเซลล์ถัดไปซึ่งเป็นเซลล์ที่ส่งผล (เซลล์ของผลลัพธ์จะแทนด้วย o) และ Firing Level ของแบบจำลองนี้ถูกกำหนดโดย

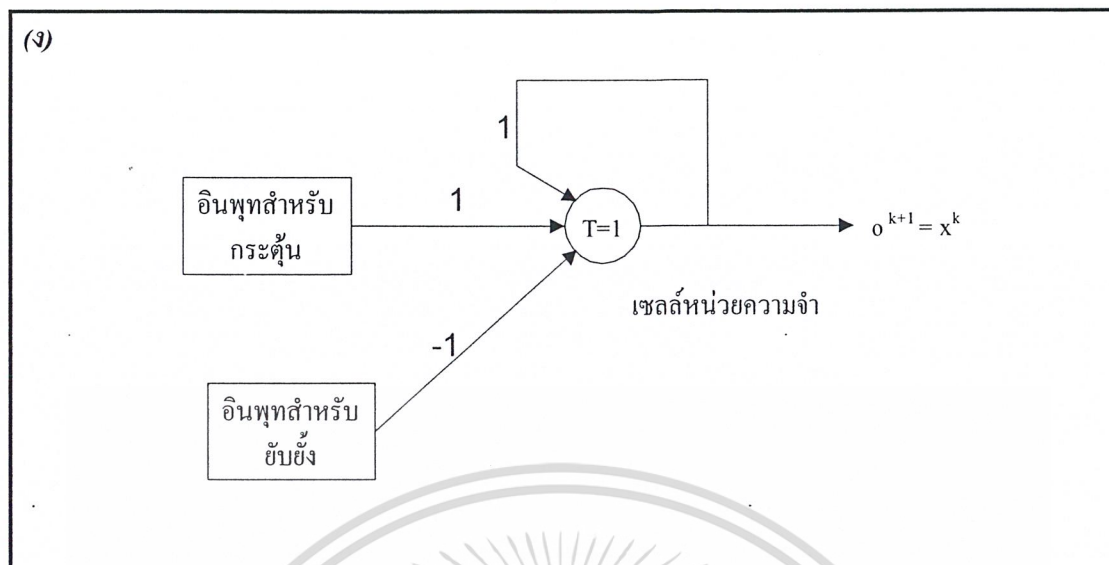
$$o^{k-1} = 1; \text{ ถ้า } \sum_{i=1}^n w_i x_i^k \geq T \quad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $k = 0, 1, 2, \dots$ เป็นช่วงเวลาแบบไม่ต่อเนื่อง w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมต่อกับอินพุตที่ i ซึ่งถ้า $w_i = +1$ แสดงถึงสถานะการกระตุ้นของซินแนปส์ และถ้า $w_i = -1$ ซินแนปส์จะมีการยับยั้งการส่งผ่านสัญญาณ และ T เป็นค่าความต่างศักย์เทรชโฮลด์หรือขีดเริ่มเปลี่ยน ซึ่งถ้าค่าผลรวมของผลคูณระหว่างค่าถ่วงน้ำหนักกับสัญญาณอินพุตจะต้องมากกว่า T จึงจะมีสัญญาณผ่านไปยังเซลล์อื่นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ทำกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-6 แบบจำลองเซลล์ประสาทของ McCulloch-Pitts และโครงข่ายลอจิกพื้นฐาน

(ก) ไดอะแกรมแบบจำลอง (ข) เกต NOR (ค) เกต NAND (ง) เซลล์หน่วยความจำ

แบบจำลองของ McCulloch-Pitts แม้จะเป็นโครงข่ายแบบง่าย ๆ แต่แบบจำลองนี้สามารถใช้แทนตัวดำเนินการทางลอจิกได้ คือตัวดำเนินการนอต (NOT) , ออร์ (OR) และแอนด์ (AND) เมื่อเรากำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมให้กับโครงข่าย ในรูปที่ 3-6ข และ ค เป็นแบบจำลองที่ใช้แทนตัวดำเนินการซึ่งเป็นเกต (Gates) ที่ใช้ในพีชคณิตบูลีนคือ นอร์ (NOR) และแนนด์ (NAND) ซึ่งมีอินพุตสามตัว และในรูปที่ 3-6ง เป็นเซลล์ที่ใช้แทนหน่วยความจำซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีการป้อนกลับจากเอาต์พุต

แบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์ค ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นแบบจำลองที่ใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาแบบจำลองและระบบการเรียนรู้ชนิดต่างๆที่จะกล่าวถึงต่อไป ซึ่งโครงข่ายนี้จะคล้ายกับแบบจำลองของ McCulloch-Pitts ส่วนที่ต่างกันคือค่าของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในแบบจำลอง เนื่องจากค่าของตัวแปรในแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์ค เป็นเลขจำนวนจริง และค่าถ่วงน้ำหนักได้จากการเรียนรู้ ซึ่งแบบจำลองนี้แสดงในรูปที่ 3-7

จากรูปที่ 3-7 แสดงโครงข่ายการเชื่อมต่อของแบบจำลองเซลล์ประสาทที่สามารถสอนให้โครงข่ายตัดสินใจได้ โดยมี x_i เป็นสัญญาณอินพุต และ w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการสอนโครงข่าย และแต่ละโหนดในโครงข่ายจะใช้แทนเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ ซึ่งบางครั้งจะเรียกว่าหน่วยประมวลผลพื้นฐาน (Process Element Unit) และมีซิแนปส์ซึ่งจะเชื่อมต่อโหนดเพื่อใช้ในการส่งผ่านสัญญาณการกระตุ้นหรือการยับยั้งสัญญาณจะขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนัก w_i และสำหรับสัญญาณเอาต์พุตสามารถคำนวณได้ดังนี้

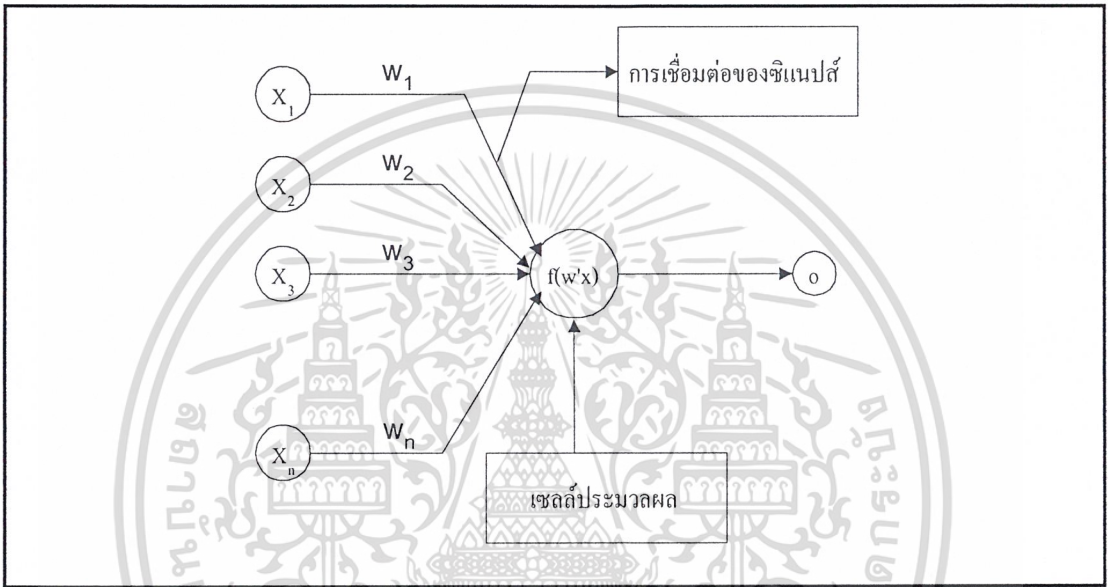
$$o = f(WX) \quad (3.2)$$

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ W เป็นเวกเตอร์ของค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

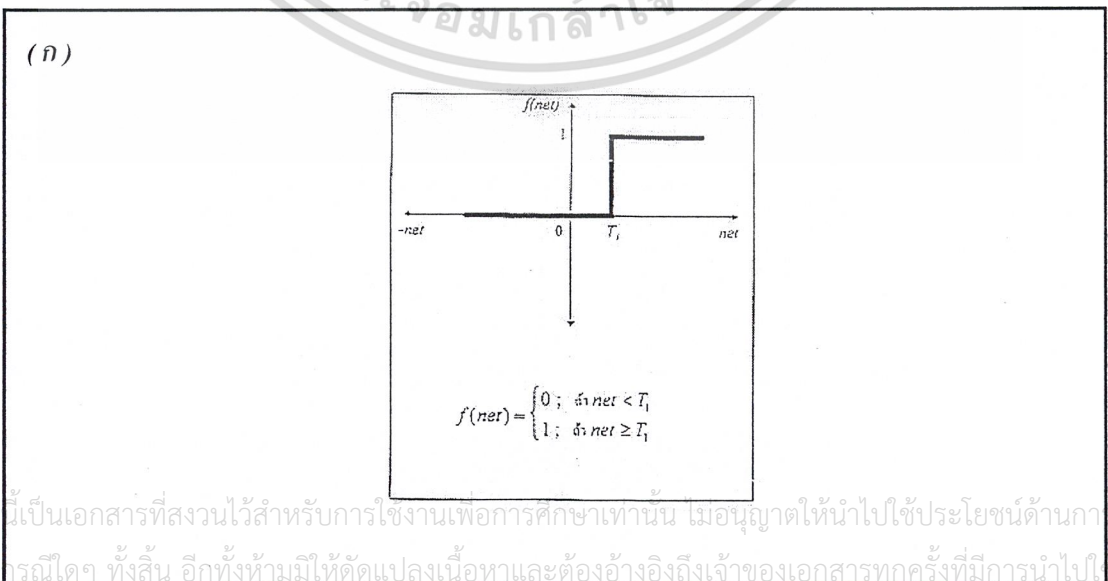
$$W = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]^t$$

และ X เป็นเวกเตอร์อินพุต $X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]^t$ เมื่อ t เป็นตัวดำเนินการทรานสโพสของเมตริกซ์ฟังก์ชันกำหนดสัญญาณเอาต์พุตในสมการที่ (3.2) ถูกเรียกว่าฟังก์ชันการเร่งเร็วหรือแอกติเวชันฟังก์ชัน ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับกราฟของศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานในรูปที่ 3-3 แอกติเวชันฟังก์ชันมีด้วยกันสองชนิดคือ ชนิดที่เป็นเชิงเส้นและชนิดที่ไม่เป็นเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 3-8

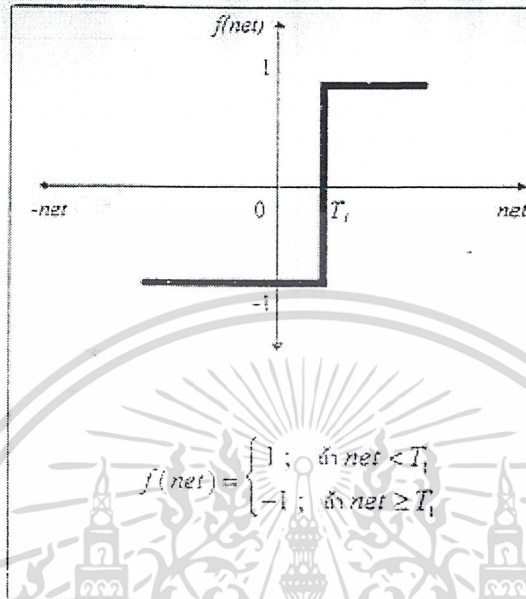


รูปที่ 3-7 แบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทเทียม

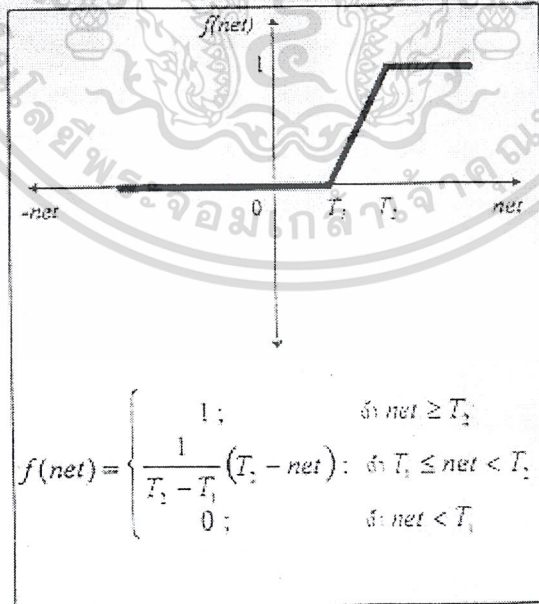
กำหนดให้โครงสร้าง = $WX = \Delta w_i x_i$ และ T_1, T_2 เป็นค่าเทรชโฮลด์



(ข)

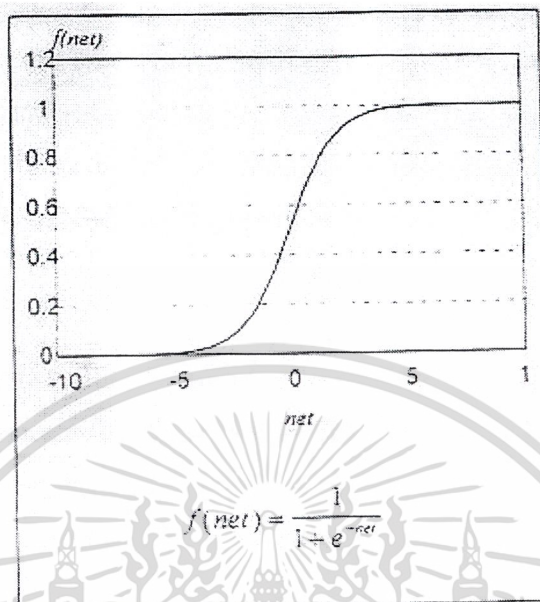


(ค)

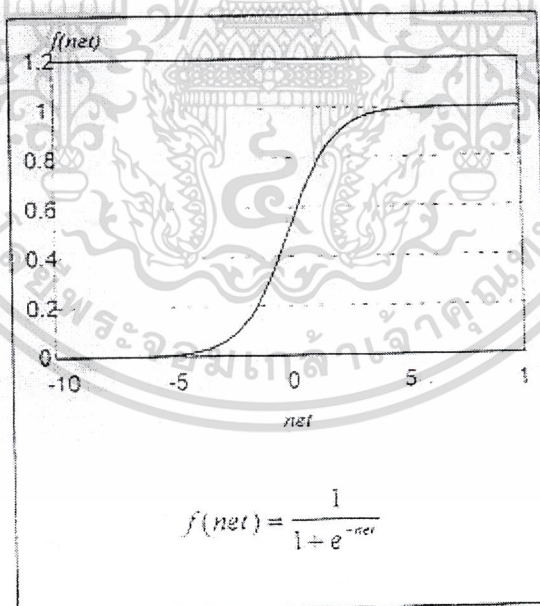


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ง)



(จ)



รูปที่ 3-8 ฟังก์ชันสร้างเอาต์พุต (Activation Function) แบบชนิดต่างๆ (ก) Threshold Logic
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 (ข) Bipolar Binary (ค) Linear Threshold (ง) Sigmoid (จ) Bipolar Continuous
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับฟังก์ชันที่ผลิตสัญญาณเอาต์พุต (Activation Function) ในรูปที่ 3-8 ที่เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (รูปที่ 3-8ก - ค) และแบบต่อเนื่อง (รูปที่ 3-8ง-จ) ค่าที่ได้จากฟังก์ชันเหล่านี้มีสองลักษณะ คือ สองสภาพขั้วหรือไบโพลาร์ (Bipolar) ซึ่งโดเมนของ $f(\text{net})$ จะอยู่ในช่วงปิด $[-1, 1]$ และหนึ่งสภาพขั้วหรือยูนิโพลาร์ (Unipolar) ซึ่งโดเมนของ $f(\text{net})$ จะอยู่ในช่วงปิด $[0, 1]$ การที่จะกำหนดว่าฟังก์ชันที่ผลิตสัญญาณเอาต์พุตใดมีคุณสมบัติที่สุดคงเป็นไปได้ เนื่องจากระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คไม่มีโครงข่ายที่แน่นอน นั่นคือโครงข่ายหนึ่งจะใช้ได้กับปัญหาใดปัญหาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นการเลือกฟังก์ชันที่ผลิตสัญญาณเอาต์พุตใดจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ

3.3. การเรียนรู้ของโครงข่าย

การเรียนรู้ของระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่าย ซึ่งการเรียนรู้ (Training) โครงข่ายก็คือการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายนั้นๆ วิธีการสอนระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คมีอยู่สองแบบด้วยกันคือ

1. การสอนแบบชี้แนะหรือดูแล (Supervised Learning) การสอนโดยวิธีนี้จะกำหนดเซตของการสอนให้กับโครงข่าย ซึ่งเซตนี้ประกอบด้วยอินพุตและเอาต์พุตที่ต้องการ (Output Desired) เมื่อป้อนอินพุตให้กับโครงข่ายก็จะทำการประมวลผลจนได้คำตอบและค่าถ่วงน้ำหนักออกมามาชุดหนึ่ง สำหรับคำตอบที่ได้จากโครงข่ายจะถูกนำมาคำนวณค่าความผิดพลาด โดยวัดเป็นระยะทางว่ามีความห่างจากคำตอบที่ต้องการของอินพุตที่ต้องการ ในชุดเดียวกันมากน้อยเพียงใด ถ้ายังมีความผิดพลาดสูงอยู่ก็จะมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก และทำการสอนต่อไปจนกว่าค่าความผิดพลาดระหว่างคำตอบของโครงข่ายกับเอาต์พุตที่ต้องการที่ค่าน้อยพอที่จะยอมรับได้จึงจะหยุดการสอน และค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ก็จะเป็นเหมือนฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงข้อมูล

2. การสอนแบบไม่มีการชี้แนะหรือไม่มีการดูแล (Unsupervised Learning) การสอนโดยวิธีนี้จะป้อนอินพุตเข้าสู่โครงข่าย และภายในโครงข่ายจะมีเอาต์พุตโหนดอยู่หลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนอินพุตเข้าสู่โครงข่ายจะคำนวณค่าความสัมพันธ์ที่มีอยู่ภายในเซตของอินพุต โดยอาศัยค่าถ่วงน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของอินพุตไปเก็บไว้ในโหนดเอาต์พุตของโครงข่าย การสอนโดยวิธีนี้จะไม่สามารถระบุได้ว่าเอาต์พุตโหนดใดเป็นของข้อมูลกลุ่มไหน ผู้ใช้จะต้องกำหนดเอง ซึ่งต่างจากการสอนแบบชี้แนะที่โครงข่ายสามารถระบุกลุ่มของเอาต์พุตได้อย่างแน่นอน

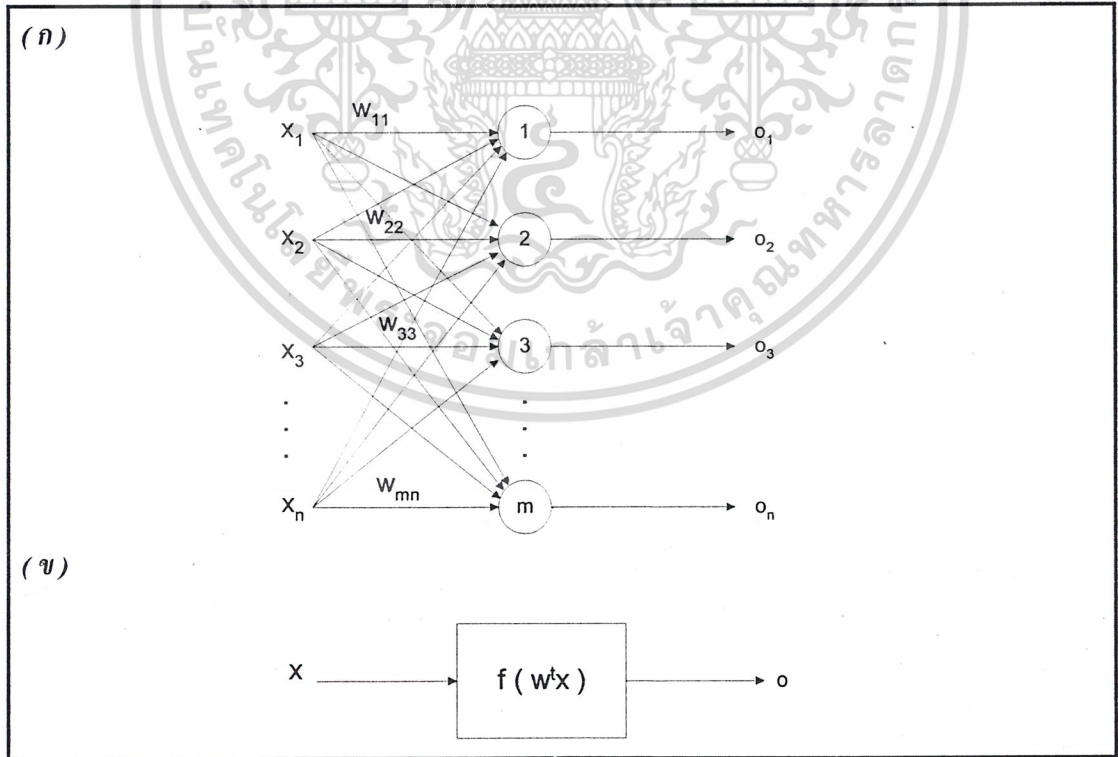
การสอนโครงข่ายเซลล์ประสาทแบบจำลอง เป็นการหาฟังก์ชันการแปลงและฟังก์ชันการแปลงที่ได้จะมีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งฟังก์ชันการแปลงของแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คในที่นี้คือ เซตของค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่าย ดังนั้นฟังก์ชันการแปลงจะมีศักยภาพมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายนั้นๆว่ามีเสถียรภาพมากน้อยเพียงใดหรือไม่ใครและค่าถ่วงน้ำหนักคำนวณได้จากการสอนโครงข่ายยังอยู่ ซึ่งการสอนโครงข่ายมีหลายแบบด้วยกันเช่น ใช้

กฎการสอนของเฮปป์(Hebb) , กฎการสอนแบบเพอร์เซปตรอน (Perceptron) ของโรเซนเบทท์ (Rosenblatt) , กฎการสอนแบบเคลด้า , กฎการสอนของวินโดว์ฮอฟฟ์ (Widrow-Hoff) , กฎการสอนโดยใช้สหสัมพันธ์ , กฎการสอนแบบวินเนอร์ เทคออร์(Winner-Take-All) , และกฎการสอนแบบเอาท์สตาร์(Outstar) ของกรอสเบิร์ก(Grossberg)

3.4. แบบจำลองของโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอนเน็ตเวิร์ก

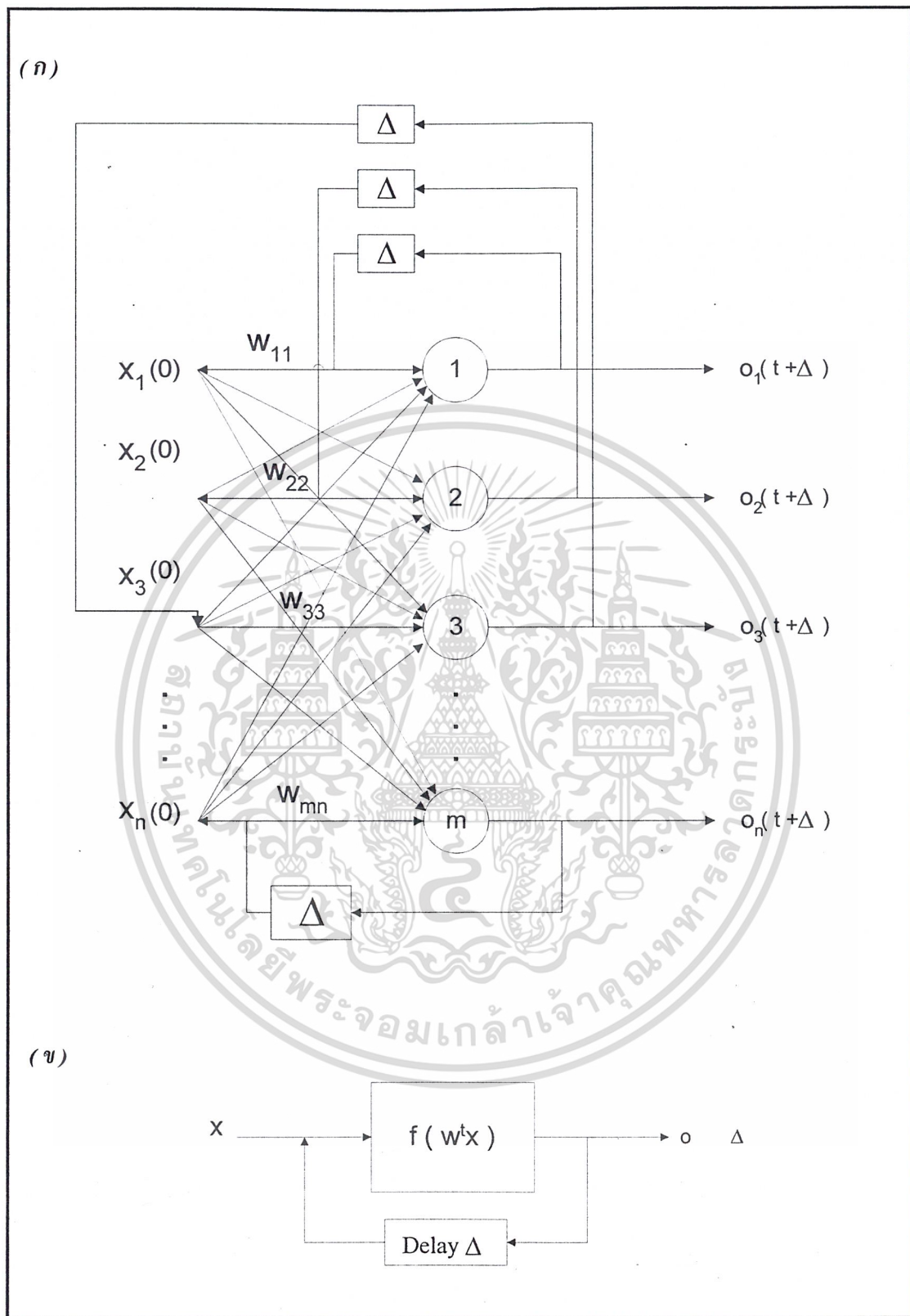
จากที่ได้กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับโครงข่ายเซลล์ประสาท ทั้งที่เป็นแบบจำลองและเป็นแบบโครงข่ายของเซลล์ประสาทจริงของมนุษย์ จะมีการเชื่อมต่อกันของโหนดในลักษณะของโครงข่ายอย่างหนาแน่น เพื่อให้โครงข่ายสามารถเรียนรู้และสามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ ซึ่งการเชื่อมโยงของโครงข่ายจะมีสองลักษณะด้วยกันคือ

1. โครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้า (Feedforward Networks) โครงข่ายชนิดนี้จะประกอบด้วยชั้นต่างๆของโครงข่าย โดยชั้นแรกจะเป็นอินพุตและชั้นสุดท้ายเป็นชั้นของเอาท์พุต ส่วนระหว่างชั้นอินพุตกับเอาท์พุตอาจจะมีหรือไม่มีชั้นที่แทรกอยู่ภายในอีกก็ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ อัลกอริทึมที่ใช้ในการสอนโครงข่ายเช่น ถ้าเป็นโครงข่ายเพอร์เซปตรอน(Multiplayer Perceptron) แบบหลายชั้น (Multiplayer Perceptron) ก็จะมีชั้นที่อยู่ระหว่างอินพุตกับเอาท์พุตอีก ซึ่งอาจจะมียากกว่าหนึ่งชั้นก็ได้ ส่วนโครงข่าย Self-Organizing Map ของ Kohonenจะมีเพียงชั้นของอินพุตกับเอาท์พุตเท่านั้น การเชื่อมต่อระหว่างชั้นของโครงข่ายแบบโครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้าจะมีค่าน้ำหนักเป็นตัวเชื่อม และสัญญาณอินพุตที่เข้ามาจะถูกส่งไปตามทิศทางของลูกศรจนถึงชั้นของเอาท์พุต โดยไม่มีการป้อนกลับดังรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9 โครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้า แบบชั้นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่สิ่งนี้ทางสื่อใดๆ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-10 โครงข่ายป้อนกลับแบบเวลาไม่ต่อเนื่องชั้นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ก) ลักษณะการเชื่อมโยง (ข) บล็อกไดอะแกรม ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงข่ายที่มีการป้อนกลับ (Feedback Networks) ในส่วนแรกของโครงข่ายนี้จะเป็นโครงข่ายโครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้าเหมือนกับแบบแรก และส่วนที่เพิ่มเข้ามาคือส่วนของการป้อนกลับดังแสดงในรูปที่ 3-10 และการป้อนกลับจะมีการหน่วงเวลาไปจากเวลาเดิมเท่ากับ ซึ่งโครงข่ายในรูปที่ 3-10 จะเรียกว่า โครงข่ายรีเคอร์เรนท์ (Recurrent Network)

3.5 บทสรุป

ระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คเป็นระบบที่พยายามพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีการเรียนรู้ และสามารถตัดสินใจได้เองหรือเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจในขั้นต้นได้เช่นเดียวกับมนุษย์ โดยการทำงานของระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คจะถอดแบบมาจากการทำงานของระบบสมองของมนุษย์ คือจะมีการส่งผ่านข้อมูลกันโดยการเชื่อมต่อของโหนดกันเป็นโครงข่ายร่างแหอย่างหนาแน่นและมีการทำงานในลักษณะขนาน โดยมีการคาดหวังกันว่าระบบแบบจำลองโครงข่ายเซลล์ประสาทหรือระบบแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์คจะเป็นวิธีที่ใช้ในการประมวลผลข่าวสารสำหรับใช้แทนหรือสนับสนุนการคำนวณแบบเดิม ซึ่งจะช่วยเสริมความสามารถของคอมพิวเตอร์ โดยระบบนี้สามารถเรียนรู้และตัดสินใจสำหรับกระบวนการของระบบนั้นๆ ได้เช่นเดียวกับมนุษย์ ดังนั้นจึงได้นำระบบนี้มาช่วยในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจีเนติก อัลกอริทึม

ลักษณะการวิเคราะห์ตามแบบจีเนติก อัลกอริทึม เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องการคำตอบที่ใกล้เคียงหรือเป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) ซึ่งในปัจจุบันปัญหาเหล่านี้มักจะถูกพบในทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือการทำงานต่างๆมากขึ้น และสามารถหาคำตอบได้ในหลายๆเทคนิควิธี โดยปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้เริ่มนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติมาช่วยในการศึกษาวิจัย จีเนติก อัลกอริทึมก็เป็นวิธีหนึ่งที่จำลองรูปแบบวิธีการทางชีววิทยา ในการกำหนดประชากรรุ่นใหม่และทำการขยายเผ่าพันธุ์ไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งอาศัยพื้นฐานทางความคิดของวิวัฒนาการทางธรรมชาติถ่ายทอดลักษณะต่างๆทางพันธุกรรม โดยปฏิบัติตามกระบวนการทางพันธุศาสตร์ เพื่อใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงที่สุดของแต่ละปัญหา

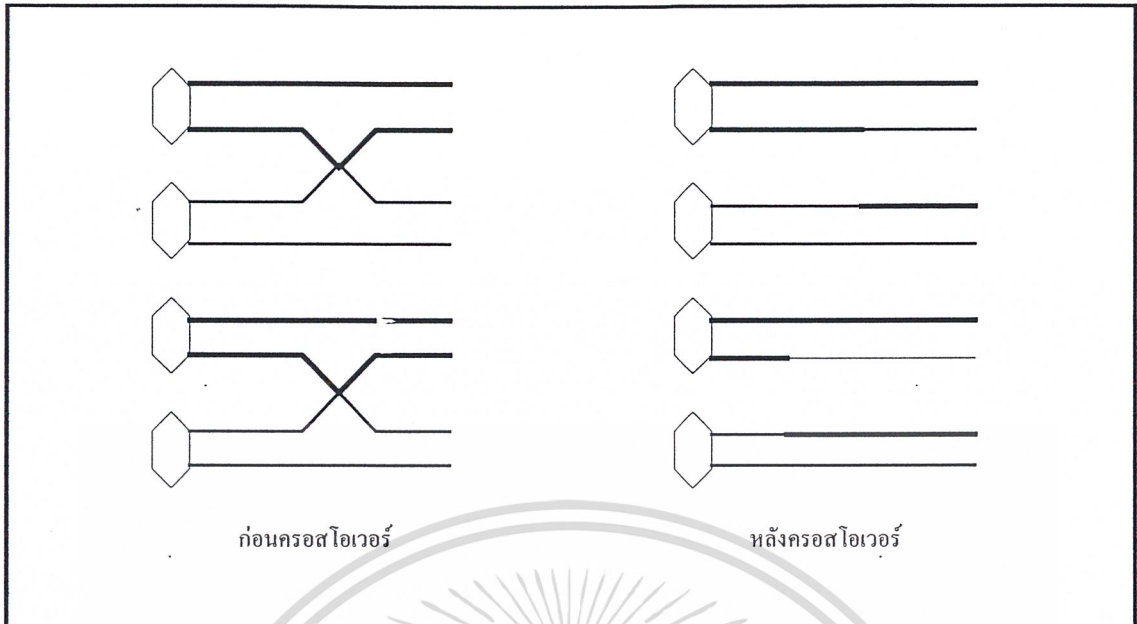
ในปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ของด้าไมนิ่งจะมุ่งเน้นไปที่การแยกประเภทหรือการจัดหมวดหมู่ และทำการทำนายล่วงหน้าแทนที่จะทำการออฟติไมซ์เซชัน (Optimization) เนื่องจากจีเนติก อัลกอริทึมเป็นวิธีการที่ใช้ในการออฟติไมซ์ ดังนั้นจีเนติก อัลกอริทึมจึงเป็นวิธีที่ยังไม่ถูกใช้ในการแก้ปัญหของด้าไมนิ่งอย่างแพร่หลายเหมือนกับเทคนิคอื่นๆ แต่ในอนาคตอันใกล้จีเนติก อัลกอริทึมจะเป็นวิธีที่มีบทบาทสำคัญมากขึ้นในด้าไมนิ่ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีอื่นๆได้อีกด้วย

4.1 พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา

เมนเดล (Mendel) ผู้ซึ่งเป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ค้นพบว่ายีนส์ (Gene) เป็นหน่วยที่ใช้เก็บลักษณะทางพันธุกรรมและเป็นตัวกำหนดลักษณะภายนอก ซึ่งยีนส์หลายๆยีนส์เรียงตัวกันอยู่บนเส้นโครโมโซม (Chromosome) อีกทีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยจะอยู่กันเป็นคู่ๆ แต่จะแตกต่างกันที่ค่าลักษณะต่างๆในแต่ละยีนส์เช่น สีผม , สีของดวงตา , สีผิว เป็นต้น เรียกว่าอัลลีล (Allele) ซึ่งแบบต่างๆของยีนส์ที่มีอัลลีลแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งยีนส์เดียวกันเรียกว่า ยีนไทป์ (Genotype) สำหรับลักษณะภายนอกที่ปรากฏออกมาให้เห็นเรียกว่า ฟีนไทป์ (Phenotype)

วิธีทางพันธุศาสตร์โครโมโซมจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนส่วนบางส่วนซึ่งกันและกัน อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า คrossover (Crossover) โดยการครอสโอเวอร์จะใช้ช่องว่างระหว่างยีนส์นี้เองที่เป็นตำแหน่งที่แตกออกมาในเวลาครอสโอเวอร์ และทำการแลกเปลี่ยนยีนส์ของโครโมโซมส่วนที่อยู่ด้านหลังของรอยแตกซึ่งกันและกัน ประโยชน์ที่ได้จากการทำครอสโอเวอร์ คือทำให้เกิดโอกาสที่จะได้ลักษณะต่างๆกันมาอยู่รวมกันได้หลายแบบมากขึ้น ทำให้รุ่นต่อไปมีความหลาย

หลากมากขึ้น
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-1 แสดงการครอสโอเวอร์ทางพันธุศาสตร์

การคัดเลือก (Selection) ทางพันธุศาสตร์จะมีการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อเลือกลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจะสามารถอยู่รอดได้ โดยการคัดเลือกโครโมโซมที่มีลักษณะที่ดี หรือเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมในการถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป

มิวเตชัน (Mutation) คือการเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีนส์ไปจากเดิมที่ควรจะเป็นไปตามการถ่ายทอด ซึ่งเท่ากับเป็นการให้โอกาสแก่ธรรมชาติในการที่จะเลือกลักษณะแปลกๆมากขึ้น โดยการมิวเตชันทุกๆยีนส์มีโอกาสที่จะเกิดเท่าๆกัน ถ้าผลลัพธ์ของการมิวเตชันเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น ก็จะคงอยู่ต่อไป

4.2 ความรู้เบื้องต้นของจีเนติก อัลกอริทึม

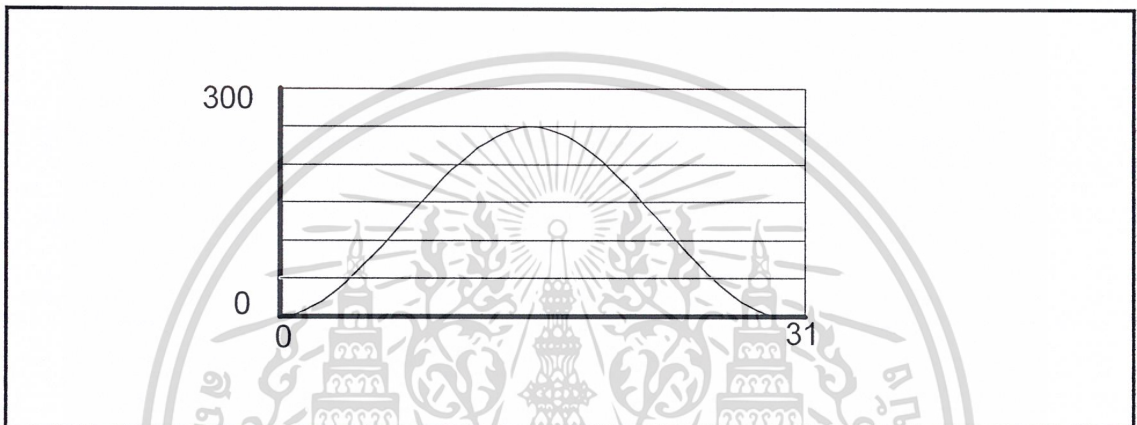
จีเนติก อัลกอริทึมเป็นทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติ (Natural Evolution) ในการกำเนิดประชากร (Population) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จะอยู่ในรุ่นต่อไป โดยจะยึดหลักกระบวนการธรรมชาติชีววิทยา ประกอบด้วย การคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection) หมายถึงการมีโครโมโซมซึ่งประกอบด้วย ยีนส์ต่างๆที่มีลักษณะที่ดี นั่นก็จะมีโอกาสมีชีวิตรอดในรุ่นถัดไปได้มากกว่า และใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์คือการให้กำเนิดโครโมโซมใหม่โดยการผสมพันธุ์ นั่นก็คือการครอสโอเวอร์หรือการกลายพันธุ์จากมิวเตชัน

การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากจีเนติก อัลกอริทึมว่าคำตอบนั้นดีหรือไม่ หรือเป็นคำตอบที่ดีหรือไม่ โดยจะวัดจากฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function : F) ฟังก์ชันความเหมาะสมจะใช้ในการกำหนดค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบว่าโครโมโซมตัวใดมีความเหมาะสมที่จะอยู่รอดในรุ่นถัดไป นั่นคือฟังก์ชันความเหมาะสมจะเป็นตัวแสดงถึงคำตอบที่เกิดขึ้นจากชุดตัวแปรของปัญหาของโครโมโซมว่าดีเพียงใด

ตัวอย่างที่ 4.1 ใช้จินตคณิต อัลกอริทึมในการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชันที่มีเพียงตัวแปรเดียว (p) และมีขอบเขตของค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 31 ดังนั้นฟังก์ชันความเหมาะสมคือ

$$F(t) = 31p - p^2$$

ดังแสดงที่รูป 4-2 ค่าตัวแปร (p) ที่ให้ค่าฟังก์ชันความเหมาะสมมากที่สุดก็คือคำตอบ โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีการวนทำไปเรื่อยจนกว่าจะไม่มีค่าตัวแปรค่าใดที่ทำให้ค่าฟังก์ชันดีขึ้น



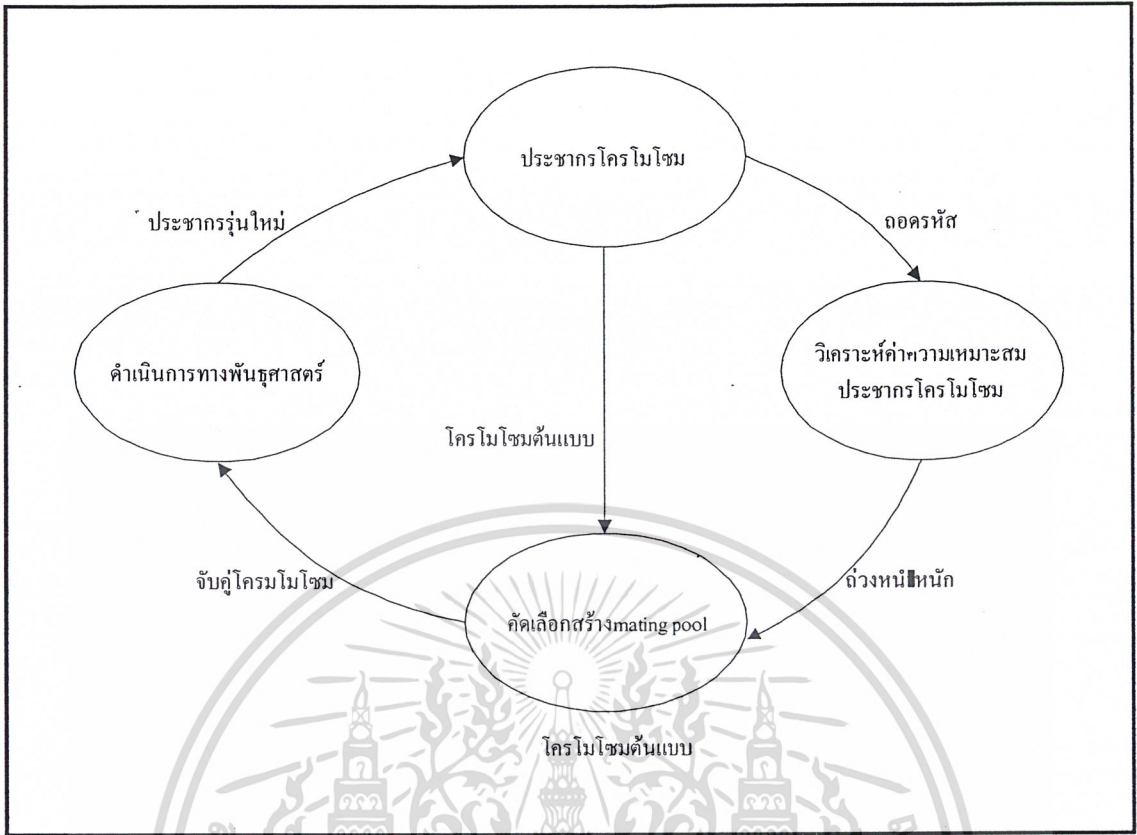
รูปที่ 4-2 ฟังก์ชันที่ใช้ในจินตคณิต อัลกอริทึม

รูปแบบโครโมโซม

จุดเริ่มต้นในการใช้จินตคณิต อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาคือ การกำหนดโครโมโซม ซึ่งในแต่ละโครโมโซมจะหมายถึงลำดับของข้อมูลต่างๆที่จะแปลความหมายแล้วให้ค่าคำตอบของปัญหา ดังนั้นรูปแบบของโครโมโซมจึงต้องมีความสอดคล้อง และมีความเข้าใจซึ่งกันและกันกับฟังก์ชันความเหมาะสม การกำหนดรูปแบบโครโมโซมของแต่ละปัญหาจะทำการแปลงตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่างๆให้อยู่ในรูปลำดับของยีนส์บนโครโมโซมหรือเรียกว่าสตริง (String) อันประกอบด้วยบิต (Bit) หรือเรียกว่าอักขระ (Character) ซึ่งค่าของบิตจะแสดงลักษณะต่างๆที่เป็นไปได้ หรือค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆที่เป็นไปได้ รูปแบบของบิตที่เรียงบนโครโมโซมเรียกว่า ยีนไทป์ (Genotype) ที่จะแสดงถึงค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆที่เป็นไปได้ชุดหนึ่งเรียกว่าฟีโนไทป์ (Phenotype)

4.3 วัฏจักรจินตคณิต อัลกอริทึม

เมื่อเรากำหนดโครโมโซมและฟังก์ชันความเหมาะสมแล้ว จินตคณิต อัลกอริทึมจะประมวลผลหาคำตอบของปัญหาได้ โดยผ่านวัฏจักรจินตคณิต อัลกอริทึมดังรูป 4-3 ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-3 แสดงวัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึม

1. สร้างประชากร โครโมโซมรุ่นเก่าตามรูปแบบของโครโมโซมที่กำหนดไว้ โดยประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) เกิดจากการสร้างสุ่มค่าแต่ละบิตในแต่ละโครโมโซม
2. วิเคราะห์ความเหมาะสมในแต่ละโครโมโซม โดยการถอดรหัสค่าตัวแปร พารามิเตอร์ต่างๆของแต่ละบิตในโครโมโซมออกมา และคำนวณค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชันความเหมาะสม
3. สร้างชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไป (Mating pool) โดยโครโมโซมที่มีค่าเหมาะสมมากก็มักมีโอกาสดำเนินการคัดเลือกให้อยู่รอดต่อไป
4. ดำเนินการทางพันธุกรรมโดยการสุ่มคู่ของโครโมโซมต้นแบบ ในบางครั้งเราอาจจะนำคู่โครโมโซมที่มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุดมาผ่านขบวนการทางพันธุกรรม เนื่องจากโครโมโซมเหล่านี้มีค่าความเหมาะสมน้อยเป็นที่ไม่ต้องการจึงควรเป็นตัวที่ควรกลายพันธุ์มากที่สุด ขบวนการทางพันธุกรรมคือ การทำครอสโอเวอร์ หรือการทำการมิวเตชันในบางบิตของโครโมโซม โดยขบวนการนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการสร้างประชากรโครโมโซมรุ่นใหม่ที่มีลักษณะแตกต่างออกจากประชากรรุ่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับของงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลซ้ำตามวัฏจักรของจีเนติก อัลกอริทึม
 ไม่มีการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ในสื่อใดๆ ทั้งสิ้น หากท่านใดต้องการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต กรุณาแจ้งผู้จัดทำก่อน

จินตริก อัลกอริทึม**BEGIN**

```

T := 0 ;
// สร้างประชากรโครโมโซมต้นกำเนิดโดยการสุ่ม
Inipopulation P(t) ;
// วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซมประชากรต้นกำเนิด
Evaluate P(t) ;
// ตรวจสอบเงื่อนไขความพอใจ ( เช่น เวลา , ค่าความเหมาะสม เป็นต้น )

```

While not terminate

Begin

```

t := t + 1 ;
// คัดเลือกโครโมโซมต้นแบบจากประชากรรุ่นก่อน
P'(t) := Select Parents P( t-1 ) ;
// ทำการครอสโอเวอร์
Recombination P'(t) ;
// มีวเตชันโครโมโซมต้นแบบ
Mutation P'(t) ;
// วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของประชากรรุ่นใหม่
Evaluate P'(t) ;
// ประชากรรุ่นใหม่กลายเป็นประชากรรุ่นถัดไป
P(t) := P'(t) ;

```

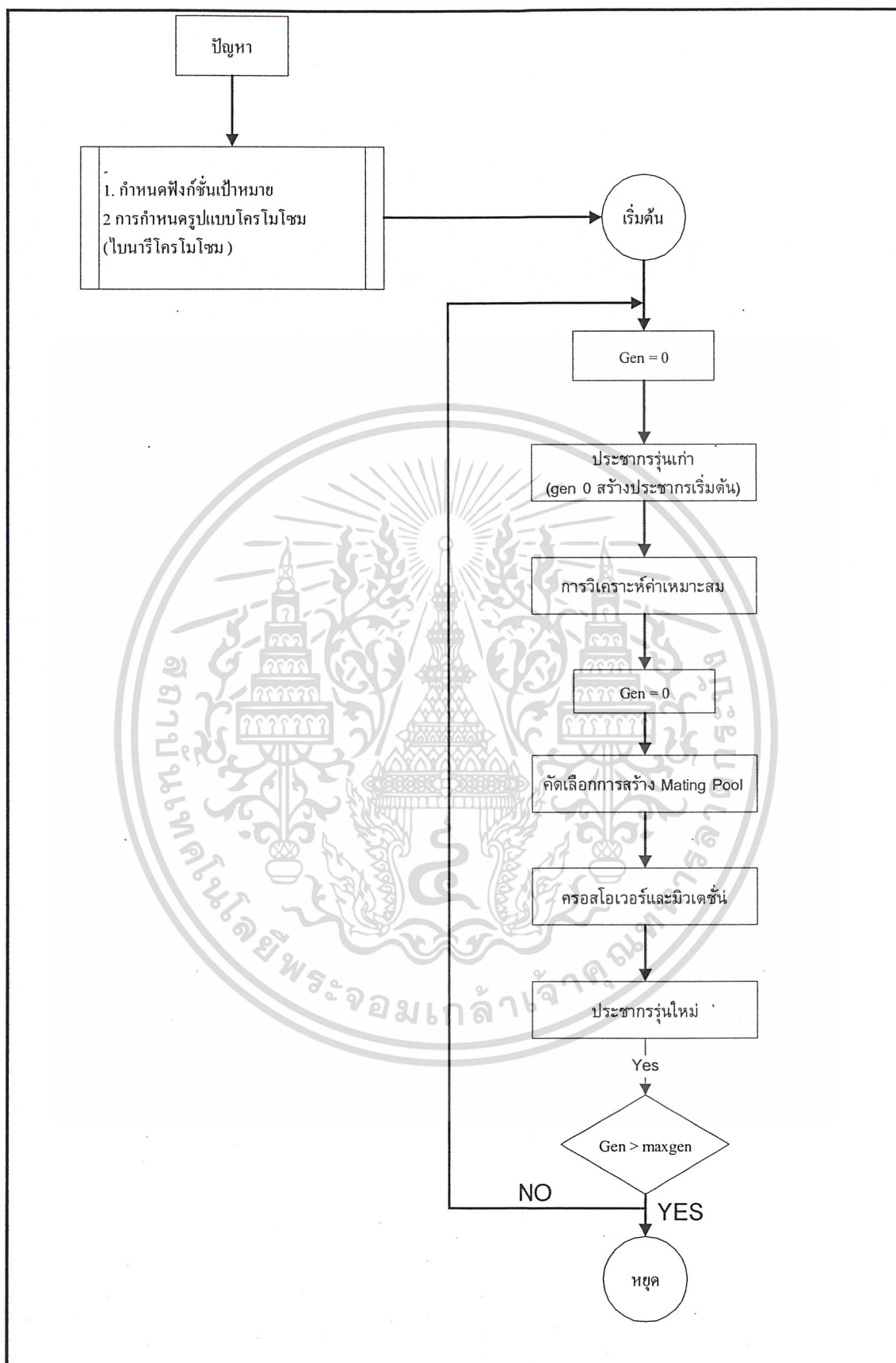
End ;

END.

รูปที่4-4 แสดงขั้นตอนการทำงานของจินตริก อัลกอริทึม

การ จากรูปที่4-4แสดงขั้นตอนการทำงานของจินตริก อัลกอริทึม และรูปที่4-5แสดงไดอะแกรมการทำงานของจินตริก อัลกอริทึมแบบง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูปที่ 4-5 แสดงไดอะแกรมการทำงานของจินตริก อัลกอริทึมแบบง่าย

4.4 ขั้นตอนการทำงานของจินตคณิต อัลกอริทึมแบบง่าย (Simple Genetic Algorithms : SGA)

ขั้นตอนการทำงานของจินตคณิต อัลกอริทึมแบบง่ายจะแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตอนการเตรียมการและขั้นตอนการทำงาน

1. ขั้นตอนการเตรียมการ จะเป็นส่วนของการปรับปรุงรูปแบบของปัญหาให้เหมาะสมกับการนำเสนอจินตคณิต อัลกอริทึมประกอบด้วย

1.1 กำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม คือทำการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม โดยค่าความเหมาะสมที่ต้องการอาจจะเป็นค่าสูงสุด(Max) หรือเป็นค่าทางด้านต่ำสุดก็ได้ (Min)

1.2 การกำหนดรูปแบบโครโมโซม รูปแบบของโครโมโซมในจินตคณิต อัลกอริทึมอย่างง่ายมักจะอยู่ในรูปไบนารี (Binary) ซึ่งค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ของปัญหาจะถูกแปลงให้อยู่ในไบนารีโครโมโซม คือจะประกอบด้วย 0 และ 1 เช่นจากตัวอย่างที่ 4.1 เราจะกำหนดโครโมโซมให้อยู่ในรูปไบนารี 5บิต คือ 00000 ถึง 11111 จะแทนค่า 0 - 31 เป็นต้น

2. ขั้นตอนการทำงาน จะเป็นขั้นตอนการทำงานพื้นฐานเบื้องต้นของจินตคณิต อัลกอริทึม

2.1 ประชากรรุ่นเก่า (Old Population) เป็นชุดของโครโมโซมสร้างขึ้นมาเพื่อที่จะถูกคัดเลือกเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New Population) ในวิวัฒนาการ (Generation :Gen)รุ่นถัดไป โดยส่วนมากประชากรรุ่นเก่าจะหาได้จากการสุ่ม

2.2 วิเคราะห์ค่าความเหมาะสม เป็นขั้นตอนการถอดรหัสจากโครโมโซมแล้วแทนค่าในฟังก์ชันความเหมาะสมของปัญหาในแต่ละโครโมโซม และผลลัพธ์ที่ได้คือค่าความเหมาะสม

2.3 การคัดเลือก (Selection) เป็นขั้นตอนในการจำลองแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อสร้างชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไป โดยจะคัดเลือกโครโมโซมรุ่นเก่าที่มีค่าความเหมาะสมดีจะถูกกำหนดน้ำหนักความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกในแต่ละครั้งให้สูง เพื่อสร้างโอกาสให้รอดไปเป็นต้นแบบให้กับรุ่นถัดไป การกำหนดความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกต่อการสุ่มแต่ละครั้ง (Probability of Selection Value : P_{select}) ของแต่ละโครโมโซม โดยจะกำหนดจากค่าความเหมาะสมเทียบกับผลรวมค่าความเหมาะสมทั้งหมดดังสมการที่ 4.1

$$P_{select_i} = F_i / \sum F \quad (4.1)$$

ซึ่งสามารถคำนวณค่าที่คาดหวังว่าจะสูงสุดได้เป็น (Expected Value : E)

$$E_i = p_{select_i} * \text{popsize} = F_i / \sum F \quad (4.2)$$

สำหรับการสุ่มโครโมโซมของจินตคณิต อัลกอริทึมแบบง่าย จะใช้แบบจำลองการหมุนวงล้อถ่วงน้ำหนัก (Roulette Wheel :RW) ซึ่งจะกำหนดขนาดของช่องวงล้อตามความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซมมีวิธีการดังนี้

- (1) หาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม
- (2) หาค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซม
- (3) หาค่าความถี่สะสม (q_i) ของความน่าจะเป็นของแต่ละโครโมโซมดังสมการที่ 4.3

$$q_i = \sum_{j=1}^i p_{select_j} \quad (4.3)$$

- (4) สร้างเลขสุ่มจำนวนจริง (r) ที่มีค่าอยู่ในช่วง $[0.0, 1.0]$
- (5) เลือกโครโมโซมลำดับที่ r ซึ่ง r มีค่าอยู่ระหว่าง q_{i-1} และ q_i

จากวิธีดังกล่าวจะเห็นได้ว่าโครโมโซมตัวใดที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกน้อยๆจะมีโอกาสที่ถูกเลือกน้อยลงเพราะช่วงว่างระหว่าง q_{i-1} และ q_i จะแคบทำให้โอกาสที่ r จะตกลงสู่บริเวณนั้นน้อย ในทางตรงกันข้ามโครโมโซมตัวใดที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกมากจะมีโอกาสที่ถูกเลือกมากขึ้นเพราะช่วงว่างระหว่าง q_{i-1} และ q_i จะกว้างตามค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก ทำให้โอกาสที่ r จะตกลงสู่บริเวณนั้นมาก ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ถ้าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกมีค่ามากก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกไปเป็นประชากรรุ่นใหม่อีก

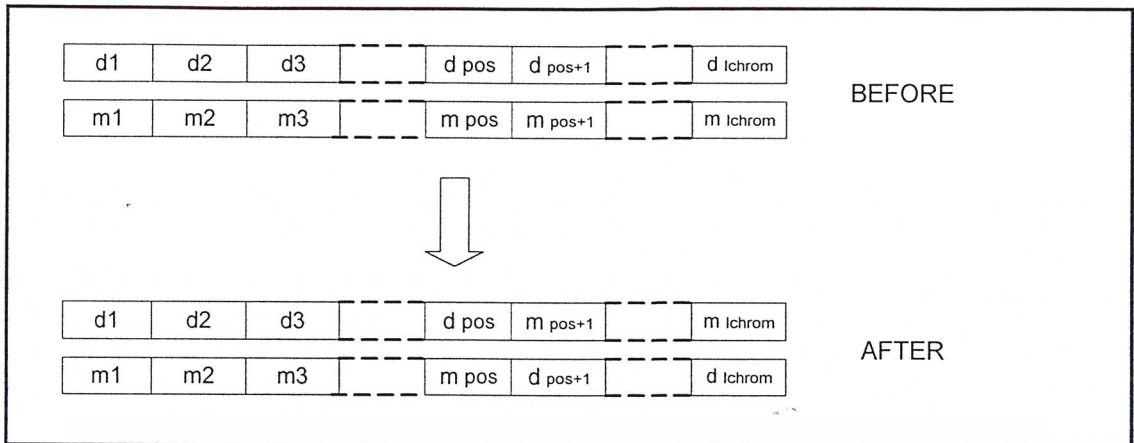
2.4 การดำเนินการทางพันธุกรรม เป็นขั้นตอนจำลองแบบธรรมชาติทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์ของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย คือการครอสโอเวอร์และการมิวเตชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- **การครอสโอเวอร์** เป็นตัวดำเนินการแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซมพ่อ-แม่ ตามการกำหนดอัตราความน่าจะเป็นที่จะเกิดของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover : P_c) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- (1) สุ่มในการจับคู่โครโมโซมของพ่อ - แม่ในชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไปที่ได้จากการคัดเลือก
- (2) สร้างเลขสุ่มจำนวนจริง (r) ที่มีค่าอยู่ในช่วง $[0.0, 1.0]$ โดยถ้า $r \leq P_c$ แล้วโครโมโซมพ่อ - แม่จะมีการครอสโอเวอร์
- (3) ทำการสุ่มตำแหน่ง (Pos) เป็นตำแหน่งที่จะใช้ในการครอสโอเวอร์ ซึ่งตำแหน่งในการครอสโอเวอร์จะอยู่ในช่วง $[1, lchrom-1]$
- (4) ทำการครอสโอเวอร์ โดยการแลกเปลี่ยนบิตของคู่โครโมโซมพ่อแม่ ตั้งแต่ตำแหน่งตำแหน่งถัดไปที่จะใช้ในการครอสโอเวอร์ถึงบิตสุดท้าย ซึ่งจะทำให้เกิดโครโมโซมลูกใหม่ขึ้น 2 โครโมโซม การครอสโอเวอร์แสดงดังรูป 4-6

ในการครอสโอเวอร์นั้นอาจจะมีตำแหน่งในการครอสโอเวอร์มากกว่า 1 ตำแหน่งและสามารถทำการครอสโอเวอร์ในแต่ละรุ่นได้มากกว่า 1 คู่ขึ้นกับอัตราความน่าจะเป็นที่จะเกิดของการครอสโอเวอร์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จำนวนของการครอสโอเวอร์ = $P_c * (popsize / 2)$
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



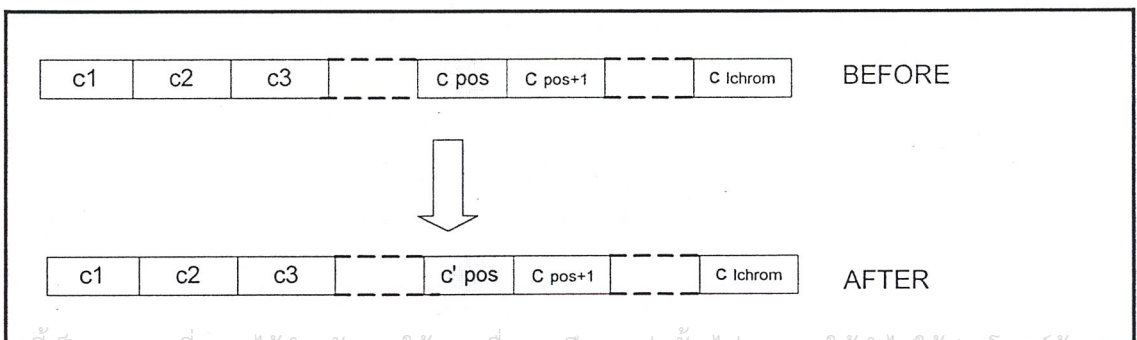
รูปที่ 4-6 การครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด

• **มิวเตชัน** เป็นตัวดำเนินการผ่าเหล่าตัวหนึ่งที่จะช่วยให้โครโมโซม มีค่าความเหมาะสมดีขึ้นหลังจากการครอสโอเวอร์ โดยทำการกลับค่าบิตเป็นค่าใหม่ในตำแหน่งบิตที่สามารถสุ่มได้ ตามอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชันในแต่ละบิต (Probability of Mutation : P_m) ที่กำหนด สำหรับจีเนติก อัลกอริทึมอย่างง่ายการมิวเตชันจะใช้วิธีการ กลับค่าบิตเป็นค่าคอมพลีเมนต์คือจาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 แสดงดังรูปที่ 4-7 โดยจำนวนบิตที่จะถูกทำการมิวเตชันสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{จำนวนของการมิวเตชัน} = P_m * \text{popsize} * \text{lchrom} \quad (4.5)$$

โดยการมิวเตชันจะทำการสุ่ม r ของในแต่ละตำแหน่งบิตในแต่ละโครโมโซม โดยถ้าค่าของ r ณ ตำแหน่งของบิตใดในแต่ละโครโมโซมใดที่มีค่า $r \leq P_m$ ค่าของบิต ณ ตำแหน่งนั้นจะถูกทำการมิวเตชัน

2.5 **ประชากรรุ่นใหม่** เป็นชุดของโครโมโซมลูกที่เกิดจากการขั้นตอนของการวิวัฒนาการต่างๆทั้งหมด ประชากรรุ่นใหม่จะถูกถ่ายทอดกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับวิวัฒนาการรุ่นถัดไปซึ่งเรียกววิวัฒนาการแบบนี้ว่า การถ่ายทอดแบบทั่วไปหรือรีโพรดักชันแบบทั่วไป (General Reproduction) กระบวนการต่างๆจะถูกปฏิบัติซ้ำๆจนกระทั่งถึงรุ่นที่มากที่สุด (Max Generation : Max_Ggen) ที่ต้องการ



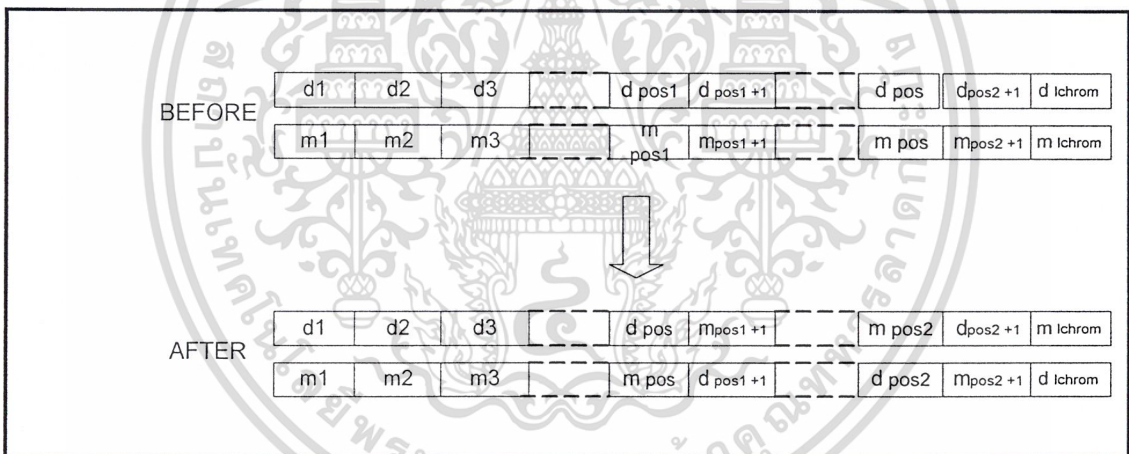
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดรูปที่ 4-7 แสดงใบนารีมิวเตชันเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การปรับปรุงการค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึม

1. รีโพรดักชันแบบรักษาค่าความเหมาะสมที่ดี เนื่องจากการค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่ายนั้น มีโอกาสที่จะสูญเสียโครโมโซมรุ่นเก่าที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีไปได้ โดยการรักษาโครโมโซมที่ดีไว้มีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดลำดับของโครโมโซมที่ดีที่สุดที่ประชากรรุ่นเก่าต้องการรักษาไว้ เป็น 1,2 ,4,.. และทำการกำหนดจำนวนโครโมโซมที่ต้องการรักษา
- ถ้าจำนวนโครโมโซมที่กำหนดเป็น 1 ให้คัดลอกโครโมโซมรุ่นเก่าที่เหมาะสมดีที่สุดมาแทนที่โครโมโซมรุ่นใหม่ที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
- ถ้าจำนวนโครโมโซมที่กำหนดเป็น 2, 4, ... ให้คัดลอกโครโมโซมรุ่นเก่าตามจำนวนที่กำหนดมาเป็นโครโมโซมรุ่นใหม่ แล้วจึงสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ส่วนที่เหลือต่อไป

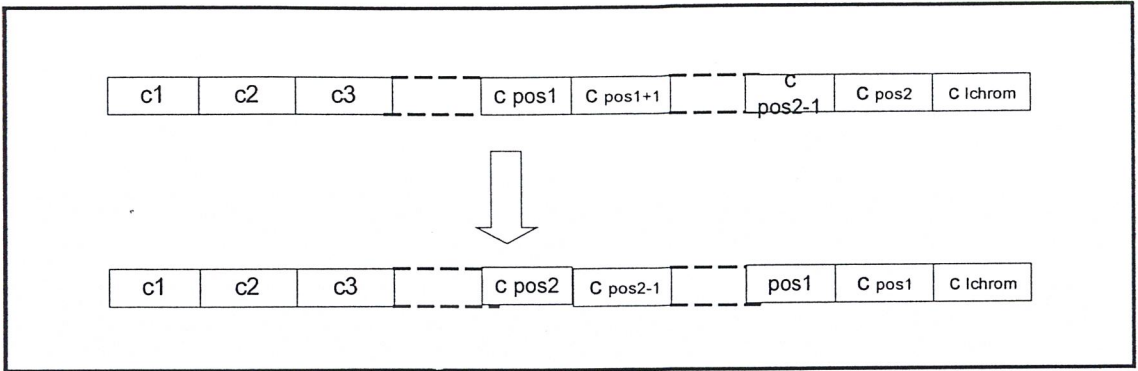
2. การครอสโอเวอร์แบบ 2 จุด เป็นการประยุกต์จีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย โดยจะมีการทำครอสโอเวอร์ 2 จุด (Two point crossover) ดังรูปที่4-8



รูปที่ 4-8 ครอสโอเวอร์แบบ 2 จุด

3. ไมนารีมิวเตชันแบบกำหนดค่าบิต เนื่องมาจากการทำมิวเตชันอาจจะทำให้ได้โครโมโซมที่ดีเพิ่มขึ้นหรืออาจจะเป็นการสูญเสียโครโมโซมที่ดีไป แต่ในบางครั้งจุดเด่นของปัญหาจะสามารถนำมาปรับให้เข้ากับการค้นหาคำตอบได้ดีขึ้น เช่นบางฟังก์ชันความเหมาะสม ค่าบิตของโครโมโซมจะทำให้ได้โครโมโซมที่ดีขึ้นเสมอ ดังนั้นเราสามารถประยุกต์ให้ทุกๆการมิวเตชันให้เซตค่าเป็น 1 เสมอจะทำให้การค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึมดีขึ้นในตัวอย่างที่2.1

4. อินเวอร์ชัน (Inversion) ลักษณะของการอินเวอร์ชันการกลับหัวกลับหางของบิตภายในเอกสารโครโมโซมรูปของการอินเวอร์ชันแสดงดังรูป4-9 การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-9 อินเวอร์ชัน

4.6 บทสรุป

จีเนติก อัลกอริทึม เป็นทฤษฎีที่เรียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาต่างๆ โดยสามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ จีเนติก อัลกอริทึมแบบง่ายจะมีรูปแบบโครโมโซมเป็นไบนารี และมีการดำเนินงานทางพันธุศาสตร์คือการครอสโอเวอร์และการทำมิวเตชันที่ไม่ซับซ้อน และสามารถนำไปปรับปรุงเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางดัดไม้หนึ่งได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

กระบวนการในการปรับปรุงสมรรถนะของจีเนติก อัลกอริทึม

ในปัจจุบันการประยุกต์เรื่องจีเนติก อัลกอริทึมมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ นั้น ประสิทธิภาพการค้นหาคำตอบสำหรับการใช้จีเนติก อัลกอริทึมแต่ละวิธีนั้นแตกต่างกัน ซึ่งในปัญหาที่ซับซ้อนมากๆแล้ว การดำเนินการของวิธีการจีเนติก อัลกอริทึมจะมีความลำบากและใช้เวลามากในการหาคำตอบสำหรับปัญหานั้นๆ ซึ่งในความเป็นจริงการใช้วิธีการของจีเนติก อัลกอริทึมอาจจะไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด ได้ภายในขอบเขตระยะเวลาการดำเนินการที่กำหนดได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม โดยอาศัยเทคนิคการปรับปรุงสมรรถนะของจีเนติก อัลกอริทึมในส่วนของการใช้โครโมโซมต้นแบบ การคัดเลือกซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบการคัดเลือกต้นแบบในการสร้าง (Mating Pool) และส่วนของการรีโพรดักชันด้วยการรักษาโครโมโซมที่ดีในแบบต่างๆไว้

5.1 การคัดเลือกต้นแบบ

ปัญหาต่างๆโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การหาคำตอบของปัญหาที่ให้ประโยชน์สูงสุด (Maximize Utility Function) และการหาคำตอบของปัญหาที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Minimize Cost Function) ซึ่งหากประยุกต์ใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการช่วยหาคำตอบนั้นจะเป็นการหาคำตอบที่ต้องการค่าฟังก์ชันความเหมาะสมมากที่สุด (Maximization Objective Function : MAX(f)) และการหาคำตอบที่ให้ค่าฟังก์ชันความเหมาะสมน้อยที่สุด (Minimization Objective Function : MIN(f)) โดยทั่วไปมักใช้ฟังก์ชันความเหมาะสมของปัญหาเป็นฟังก์ชันความเหมาะสมที่ให้ค่าข้อมูลดิบ (Raw fitness) เป็นค่าความเหมาะสม การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซมของจีเนติก อัลกอริทึมนั้น โครโมโซมที่ดีควรมีค่าความเหมาะสมสูง ส่วนโครโมโซมที่ไม่ดีควรมีค่าความเหมาะสมต่ำ เพื่อเป็นตัวตัดสินในการคัดเลือกโครโมโซมต้นแบบของ ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับคำตอบการหาค่าสูงสุดของปัญหา แต่สำหรับการหาค่าต่ำสุดของปัญหานั้นหากใช้ฟังก์ชันความเหมาะสมเป็นฟังก์ชันความเหมาะสมแล้ว โครโมโซมที่ดีจะเป็นโครโมโซมที่มีค่าข้อมูลดิบต่ำทำให้ค่าความเหมาะสมต่ำ และโครโมโซมที่ไม่ดีจะเป็นโครโมโซมที่มีค่าข้อมูลดิบสูงทำให้ค่าความเหมาะสมสูง ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงฟังก์ชันความเหมาะสมให้เป็นแบบที่ถูกต้องสำหรับการวัดประสิทธิภาพแต่ละโครโมโซมของจีเนติก อัลกอริทึม ซึ่งวิธีการปรับฟังก์ชันความเหมาะสมให้เป็นฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับการหาค่าต่ำสุดของปัญหาแสดงดังสมการที่ 5-1

$$F = \begin{cases} f & \text{สำหรับ MAX}(f) \\ 1/(1+f) & \text{สำหรับ MIN}(f) \end{cases} \quad (5-1)$$

ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมจะถูกพิจารณาในการคัดเลือกสร้างต้นแบบ ซึ่งวิธีการคัดเลือกต้นแบบโดยทั่วไปของ จีเนติก อัลกอริทึม มี 2 รูปแบบ คือ

5.1.1 แบบอ้างอิงค่าความเหมาะสม (Fitness - Based)

รูปแบบนี้เป็นรูปแบบการคัดเลือกโครโมโซมต้นแบบโดยวัดประสิทธิภาพของแต่ละโครโมโซมจากค่าความเหมาะสมโดยตรงคือ โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมสูง จะมีโอกาสถูกเลือกเป็นต้นแบบมากกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมต่ำ และเนื่องจากการดำเนินการของจีเนติก อัลกอริทึมนั้น โครโมโซมในรุ่นแรกๆส่วนใหญ่เป็นโครโมโซมที่ไม่ดี แต่บางครั้งอาจมีโครโมโซมที่ดีเกินไป (Superchromosome) เกิดขึ้น ซึ่งทำให้ค่าคาดหวังที่จะสุ่มได้ของโครโมโซมนั้นสูงมากกว่าโครโมโซมอื่นๆ มาก และทำให้โครโมโซมนั้นถูกสุ่มเป็นต้นแบบในจำนวนที่มากเกินไป อันเป็นสาเหตุให้เกิดจุดจบก่อน (Premature Convergence) คือ จีเนติก อัลกอริทึมจะหาคำตอบได้ก่อนซึ่งไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด หรือในกรณีการดำเนินการของจีเนติก อัลกอริทึมในรุ่นหลังๆโครโมโซมต่างๆเริ่มดีขึ้น ความแตกต่างของแต่ละโครโมโซมน้อยลงมาก จนทำให้ค่าคาดหวังที่จะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมใกล้เคียงกันมาก นั่นหมายถึงจำนวนโครโมโซมต้นแบบของแต่ละโครโมโซมก็จะใกล้เคียงกัน มีผลให้ความสามารถในการค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึมนั้นลดลงจนเหมือนกับการค้นหาคำตอบแบบสุ่ม ดังนั้นควรปรับปรุงฟังก์ชันความเหมาะสมโดยปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสม (Scaling Fitness) เพื่อปรับค่าความคาดหวังที่จะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมให้พอเหมาะมากขึ้น โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ

5.1.1.1 แบบหน้าต่าง (Windowing)

วิธีนี้เป็นวิธีการปรับค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมโดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสมที่ไม่ดี ดังสมการที่ 5-2

$$F = \begin{cases} f - f_{worst} & \text{สำหรับ } MAX(f) \\ f_{worst} - f & \text{สำหรับ } MIN(f) \end{cases} \quad (5-2)$$

โดยทั่วไปมักใช้ค่าต่ำสุดของการหาค่าสูงสุดหรือค่าสูงสุดของการหาค่าต่ำสุดของปัญหาเป็นค่า f_{worst} แต่ในการค้นหาคำตอบของ จีเนติก อัลกอริทึม นั้นจะไม่สามารถระบุค่าต่ำสุดของปัญหาได้ ดังนั้นวิธีการกำหนด f_{worst} ของ จีเนติก อัลกอริทึม โดยกำหนดให้

- f_{worst} = ค่าที่ไม่ดีที่สุดของไมโครโซมทั้งหมดในรุ่นนั้น
- w = ขนาดหน้าต่าง (window size) หรือจำนวนรุ่นที่ผ่านมาที่ต้องการ
- f_{worst} = f_{worst} ในรุ่นเริ่มต้นและจะเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดค่า f_{worst} ที่ดีขึ้น ถ้า w = 0
- f_{worst} ของ w รุ่นที่ผ่านมา ถ้า w > 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานของศูนย์วิจัยปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยส่วนมากแล้วขนาดหน้าต่างจะไม่อยู่ในช่วง 1 ถึง 10 รุ่นที่ผ่านมา ($1 \leq w \leq 10$) [10]

5.1.1.2 แบบเชิงซ้อน (Linear)

วิธีการนี้ เป็นวิธีการปรับค่าความเหมาะสม โดยกำหนดให้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยจะต้องมีจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้เป็นต้นแบบ เท่ากับจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของค่าข้อมูลดิบเฉลี่ย และควบคุมค่าคาดหวังที่จะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุดเป็นจำนวนเท่าของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ย แล้วปรับค่าความเหมาะสมของโครโมโซมอื่น ๆ ในลักษณะเชิงเส้นดังสมการที่ 5-3

$$F = af + b \quad (5-3)$$

โดยที่ a, b = ค่าคงที่คำนวณโดยกำหนดให้ $F_{avg} = f_{avg}$ และ $F_{best} = C_{mult} * f_{avg}$ ซึ่ง

f_{avg} คือค่าความข้อมูลดิบเฉลี่ย, f_{best} คือค่าข้อมูลดิบที่ดีที่สุด

F_{avg} คือค่าความเหมาะสมเฉลี่ย, F_{best} คือค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด และ

C_{mult} คือจำนวนเท่าของโครโมโซมที่มีความเหมาะสมเฉลี่ย

การปรับสัดส่วนแบบเชิงเส้นของจินตริก อัลกอริทึม สำหรับการหาค่าสูงสุดของปัญหานั้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินการในรุ่นแรก ๆ ถ้าเกิดโครโมโซมที่ดีที่สุดเกินไปแล้ว จะถูกปรับสัดส่วนให้มีค่าความเหมาะสมลดลง และโครโมโซมที่ไม่ดีจะถูกปรับค่าความเหมาะสมให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้ไม่เกิดจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้แต่ละโครโมโซม ไม่แตกต่างกันมากจนเกินไปดังตารางที่ 5-1 ซึ่งค่า a และ b คำนวณดังสมการ 5-4 และ 5-5

$$a = (C_{mult} - 1) * f_{avg} / (f_{best} - f_{avg}) \quad (5-4)$$

$$b = f_{avg} * (f_{best} - C_{mult} f_{avg}) / (f_{best} - f_{avg}) \quad (5-5)$$

ลำดับโครโมโซม	ไม่ปรับสัดส่วน			ปรับสัดส่วน		
	ค่าความเหมาะสม ($F = f$)	ค่าความน่าจะเป็น (p_{select})	จำนวนที่คาดหวัง (E_i)	ค่าความเหมาะสม ($F = af+b$)	ค่าความน่าจะเป็น (p_{select})	จำนวนที่คาดหวัง (E_i)
1	500	0.8000	3.2000	312.5000	0.5000	2.0000
2	15	0.0240	0.0960	92.0455	0.1473	0.5891
3	20	0.0320	0.1280	94.3182	0.1509	0.6036
4	90	0.1440	0.5760	126.1364	0.2018	0.8073
รวม	625					
f_{avg}	156.25			$a = 0.45$		
f_{best}	500			$b = 85.23$		

เอกสารนี้เป็นเอกสารตารางที่ 5-1 แสดงผลลัพธ์จากการปรับสัดส่วนแบบเชิงเส้น (สมการ 5-4 และ 5-5) โยชน์ด้านการคำนวณ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อการดำเนินการของจินตริก อัลกอริทึม ผ่านไปในรุ่นหลัง ๆ โครโมโซมที่ไม่ดีซึ่งแตกต่างจากโครโมโซมส่วนใหญ่มาก การปรับสัดส่วนอาจให้ค่าความเหมาะสมมีค่าเป็นลบได้ จึงต้องแก้ไขโดยการปรับให้ $F_{worst} = 0$ ก่อนจึงค่อยปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมของโครโมโซมอื่น ๆ ในลักษณะเชิงซ้อนเส้นต่อไป ซึ่งค่า a' และ b' คำนวณดังสมการ 5-6 และ 5-7

$$a' = f_{avg} / (f_{avg} - f_{min}) \tag{5-6}$$

$$b' = (-f_{min} * f_{avg}) / (f_{avg} - f_{min}) \tag{5-7}$$

จะเห็นว่าเมื่อปรับสัดส่วนแล้วโครโมโซมลำดับที่ 2 จะมีค่าความเหมาะสมเป็นค่าลบ จึงปรับให้มีค่าความเหมาะสมเป็น 0 และ ปรับสัดส่วนโครโมโซมอื่นแบบเชิงซ้อนต่อไป สำหรับการหาค่าต่ำสุดของปัญหาจะเป็นลักษณะเดียวกัน ซึ่งค่าคงที่สัมประสิทธิ์ a, b จะถูกคำนวณในการดำเนินการแต่ละรุ่น

ลำดับโครโมโซม	ไม่ปรับสัดส่วน			ปรับสัดส่วน				
	ค่าความเหมาะสม (F=f)	ค่าความน่าจะเป็น (pselect)	จำนวนที่คาดหวัง (E _i)	ค่าความเหมาะสม (F=af+b)	ค่าความน่าจะเป็น (pselect)	ค่าความเหมาะสม (F=a'*f+b')	ค่าความน่าจะเป็น (pselect)	จำนวนที่คาดหวัง (E _i)
1	900	0.3939	1.5755	1142.500	0.5000	1138.1887	0.4981	1.9925
2	240	0.1050	0.4201	-4.3441	-0.0019	0.0000	0.0000	0.0000
3	575	0.2516	1.0066	577.7662	0.2529	577.7170	0.2528	1.0113
4	570	0.2495	0.9978	569.0779	0.2490	569.0943	0.2491	0.9962
รวม	2285.00							
f_{avg}	571.25			$a = 1.74$		$a' = 1.72$		
f_{best}	900.00			$b = -421.38$		$b' = -413.89$		
f_{worst}	240.00							

ตารางที่ 5-2 แสดงผลลัพธ์จากการปรับสัดส่วนแบบเชิงซ้อน (สมการ 5-6 และ 5-7)

ส่วนค่า C_{mult} เป็นจำนวนเท่าของค่าความเหมาะสมเฉลี่ยที่ต้องการ โดยทั่วไปที่นิยมใช้ควรมีค่าอยู่ในช่วง [1.2 , 2.0] ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในแต่ละปัญหา

5.1.1.3 แบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sigma Truncation)

เนื่องจากปรับสัดส่วนแบบเชิงซ้อนนั้นอาจทำให้เกิดค่าความเหมาะสมที่เป็นลบในรุ่นหลังๆ ของเอกสากัรดำเนินการ ที่ดังนั้นสามารถแก้ไขโดยตัดโครโมโซมที่แตกต่างจากโครโมโซมส่วนใหญ่ทิ้งไป ซึ่งไม่พิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ดังสมการที่ 5-8 จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F = \begin{cases} f - (f_{avg} - c\sigma) & \text{สำหรับ } MAX(f) \text{ ถ้า } F < 0 \text{ กำหนดให้ } F = 0 \\ (f_{avg} + c\sigma) - f & \text{สำหรับ } MIN(f) \text{ ถ้า } F < 0 \text{ กำหนดให้ } F = 0 \end{cases} \quad (5-8)$$

โดยที่ C = จำนวนเท่าของสัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนด

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรในรุ่นนั้น ๆ

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^{popsize} (f_i - f_{avg})^2 / popsize}$$

ลำดับ โครโมโซม	ไม่ปรับสัดส่วน			ปรับสัดส่วน				
	ค่าความ เหมาะสม ($F=f$)	ค่าความน่าจะเป็น (p_{select})	จำนวนที่ คาดหวัง (E_i)	ค่าความเหมาะสม ($F=f - (f_{avg} - c\sigma)$)	ค่าความน่าจะเป็น (p_{select})	ค่าความเหมาะสม ($F=f - (f_{avg} - c\sigma)$)	ค่าความน่าจะเป็น (p_{select})	จำนวนที่ คาดหวัง (E_i)
1	900	0.3704	1.4815	576.8308	0.5072	576.8308	0.5058	2.0231
2	615	0.2531	1.0123	291.8308	0.2566	291.8308	0.2559	1.0235
3	320	0.1317	0.5267	-3.1692	-0.0028	0.0000	0.0000	0.0000
4	595	0.2449	0.9794	271.8308	0.2390	271.8308	0.2383	0.9534
รวม	2430.00					1140.4924		
f_{avg}	607.50							
σ	236.9423							

ตารางที่ 5-3 แสดงผลลัพธ์จากการปรับสัดส่วนแบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีการปรับสัดส่วนแบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นการปรับค่าความเหมาะสมให้ลดลงเป็นระยะ C เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากค่าความเหมาะสมเฉลี่ย ดังนั้นจึงเป็นการพิจารณาโครโมโซมที่ไม่ดีเฉพาะโครโมโซมที่ไม่แตกต่างจากโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเกินกว่าระยะ C เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งโครโมโซมที่ไม่ดีที่เบี่ยงเบนไปจากค่าความเหมาะสมเฉลี่ยมากเกินไปหรือแตกต่างจากโครโมโซมส่วนใหญ่มาก ๆ จะถูกตัดทิ้งโดยกำหนดให้มีค่าความเหมาะสมเป็น 0 ซึ่งจะทำให้การปรับค่าความเหมาะสมไม่มีค่าเป็นลบเกิดขึ้น

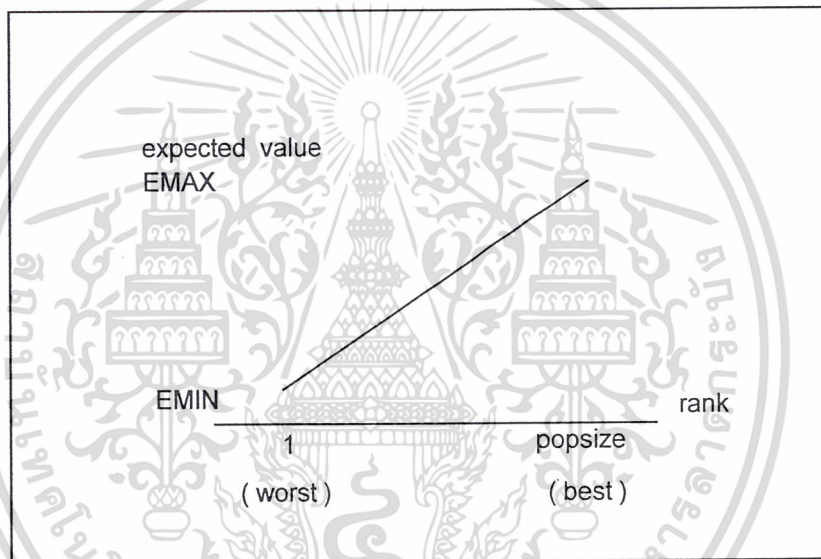
5.1.2 การคัดเลือกแบบอ้างอิงลำดับ (Ranking - based)

วิธีการนี้ เป็นอีกวิธีในการคัดเลือกโครโมโซมต้นแบบเพื่อสร้างต้นแบบ ที่จะช่วยลดการเกิดจุดจบก่อนที่เป็นสาเหตุจากโครโมโซมที่ดีเกินไปโดยการควบคุมการจัดสรรจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ในจำนวนที่มากขึ้นไป วิธีการของการคัดเลือกแบบอ้างอิงลำดับนั้น จะไม่พิจารณาค่าความเหมาะสมโดยตรง แต่จะทำการกำหนดให้แต่ละโครโมโซมมีจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้จากการพิจารณาลำดับความ

สำคัญ (Rank) ของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละรุ่น หลักการกำหนดจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ควรจัดสรรในลักษณะจำนวนที่เพิ่มขึ้นตามประสิทธิภาพของค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม และผลรวมจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ควรเท่ากับจำนวนโครโมโซมที่จะเกิดขึ้นในรุ่นถัดไป ซึ่งโดยทั่วไปวิธีการคัดเลือกแบบอ้างอิงลำดับมี 2 วิธี คือ

5.1.2.1 แบบเชิงเส้น (Linear)

วิธีการนี้เป็นวิธีการกำหนดจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมที่กำหนดสัดส่วนจากการอ้างอิงลำดับค่าความเหมาะสมวิธีการโดยเรียงลำดับความสำคัญของโครโมโซมที่ไม่ดีที่สุดให้เป็นลำดับที่ 1 (Rank = 1) โครโมโซมที่ดีขึ้นกำหนดให้มีลำดับที่สูงขึ้น และกำหนดจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุดที่ต้องการ ซึ่งควรมีค่าอยู่ในช่วง [1.0, 2.0]



รูปที่ 5-1 การอ้างอิงลำดับแบบเชิงเส้น

ดังนั้นจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมคำนวณได้ดังสมการที่ 5-9

$$E_i = EMIN + (EMAX - EMIN) * \frac{rank_i - 1}{popsize - 1} \quad (5-9)$$

โดยที่ $EMAX$ = จำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุด ($1 \leq EMAX \leq 2$)

$EMIN$ = $2 - EMAX$

$Rank_i$ = ลำดับความสำคัญของโครโมโซมที่ i

จะเห็นว่าโครโมโซมลำดับที่ 1 จะมีจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ลดลงจาก 3.2 เป็น 1.5 หากอ้างอิงลำดับความสำคัญของค่าความเหมาะสมแทนซึ่งช่วยลดจำนวนต้นแบบลงได้
ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear)

วิธีการนี้เป็นวิธีการกำหนดจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมจากการกำหนดค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุดมีค่าอยู่ในช่วง [0.0 , 1.0] โดยเรียงลำดับความสำคัญของโครโมโซมที่ดีที่สุดลำดับที่ 1 และโครโมโซมที่ไม่ดีมีลำดับสูงขึ้น ซึ่งจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้แต่ละโครโมโซมคำนวณได้ดังสมการที่ 5-10

$$E_i = \text{popsize} * q * (1 - q)^{\text{rank}_i - 1} \tag{5-10}$$

โดยที่ rank_i = ลำดับความสำคัญของโครโมโซมที่ I

q = ค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุดในแต่ละครั้ง

ค่า q เป็นค่าที่กำหนดความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้โครโมโซมที่ดีที่สุดในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในแต่ละปัญหา

ลำดับโครโมโซม	อ้างอิงค่าความเหมาะสม			อ้างอิงลำดับค่าความเหมาะสม	
	ค่าความเหมาะสม (F = f)	ค่าความน่าจะเป็น (pselect _i)	จำนวนที่คาดหวัง (E _i)	ลำดับความสำคัญ (rank)	จำนวนที่คาดหวัง (E _i)
1	500	0.8000	3.2000	4	1.5000
2	20	0.0320	0.1280	2	0.8333
3	90	0.1440	0.5760	3	1.1667
4	15	0.0240	0.0960	1	0.5000
รวม	625				

ตารางที่ 5-4 แสดงผลลัพธ์จากการปรับสัดส่วนแบบไม่เชิงเส้น

5.2 วิธีการสุ่มต้นแบบ

ในการสร้างชุดโครโมโซมต้นแบบ โดยทำการสุ่มเลือกโครโมโซมต้นแบบตามค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซม ซึ่งในการสุ่มควรสุ่มให้ได้จำนวนโครโมโซมต้นแบบให้ถูกต้องตามจำนวนที่คาดหวังไว้ว่าจะสุ่มได้แต่ละโครโมโซม โดยทั่วไปจะมี 3 วิธีดังนี้

5.2.1 การสุ่มจากการจำลองแบบการหมุนวงล้อ

ในยุคแรกๆ วิธีการสุ่มของจินตึก อัลกอริทึมมักจะใช้วิธีการนี้ ซึ่งจะพบว่าวิธีการนี้อาจทำให้จำนวนโครโมโซมต้นแบบของแต่ละโครโมโซมที่เกิดขึ้นในการสร้างโครโมโซมต้นแบบ นั้นเกิดคลาดเคลื่อนจากจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมที่ต้องการ ซึ่งอาจมีผลทำให้โอกาสในการสร้างโครโมโซมที่ดีขึ้นกว่ารุ่นเก่าลดลงได้

5.2.2 การสุ่มทศนิยมแบบคืนกลับ(Stochastic Remainder Sampling with Replacement: SR)

เนื่องจากค่าจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ที่ต้องการมักจะมีค่าไม่เป็นจำนวนเต็ม ด้วยเหตุนี้การเพิ่มความถูกต้องของการสุ่มในการสร้างโครโมโซมต้นแบบ สามารถปรับปรุงด้วยวิธีการสุ่มทศนิยมแบบคืนกลับ

5.2.3 การสุ่มทศนิยมแบบไม่คืนกลับ

(Stochastic Remainder Sampling without Replacement : SRW/O)

วิธีการนี้มีลักษณะคล้ายกับการสุ่มแบบคืนกลับ คือ กำหนดให้แต่ละโครโมโซมในรุ่นเก่าถูกจัดให้เป็นโครโมโซมต้นแบบเป็นจำนวนเท่ากับค่าจำนวนเต็มของค่าจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้แต่ละโครโมโซม แต่โครโมโซมต้นแบบส่วนที่เหลือจะได้รับการสุ่มโครโมโซม ที่กำหนดให้อัตราค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้แต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซม เท่ากับค่าทศนิยมของค่าจำนวนที่คาดหวังของแต่ละโครโมโซม

โดยทำการสุ่มค่าทศนิยมของค่าจำนวนที่คาดหวังของแต่ละโครโมโซมอีก 2 โครโมโซมจากอัตราความน่าจะเป็นในการสุ่มเท่ากับค่าทศนิยมของค่าที่คาดหวัง

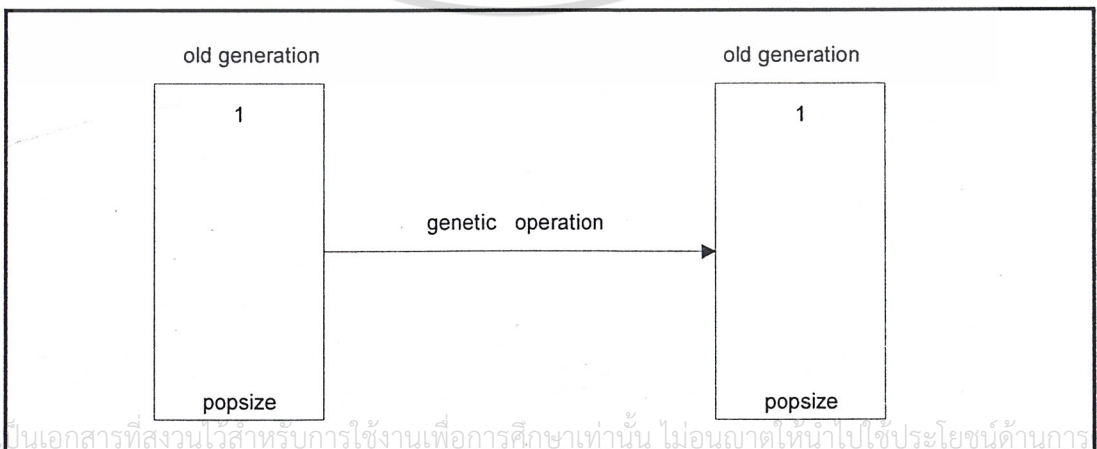
จะพบว่าจำนวนโครโมโซมต้นแบบในโครโมโซมต้นแบบที่เหลือ โดยสุ่มค่าทศนิยมแบบไม่คืนกลับทำให้จำนวนโครโมโซมต้นแบบทั้งหมดเป็นลำดับละ 1 โครโมโซม

5.3 เทคนิคการรีโพรดักชัน

การรีโพรดักชันเป็นกระบวนการทำให้เกิดประชากรรุ่นใหม่ จากการถ่ายทอดโครโมโซมรุ่นเก่าที่ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ มีหลายวิธี คือ

5.3.1 รีโพรดักชันแบบทั่วไป

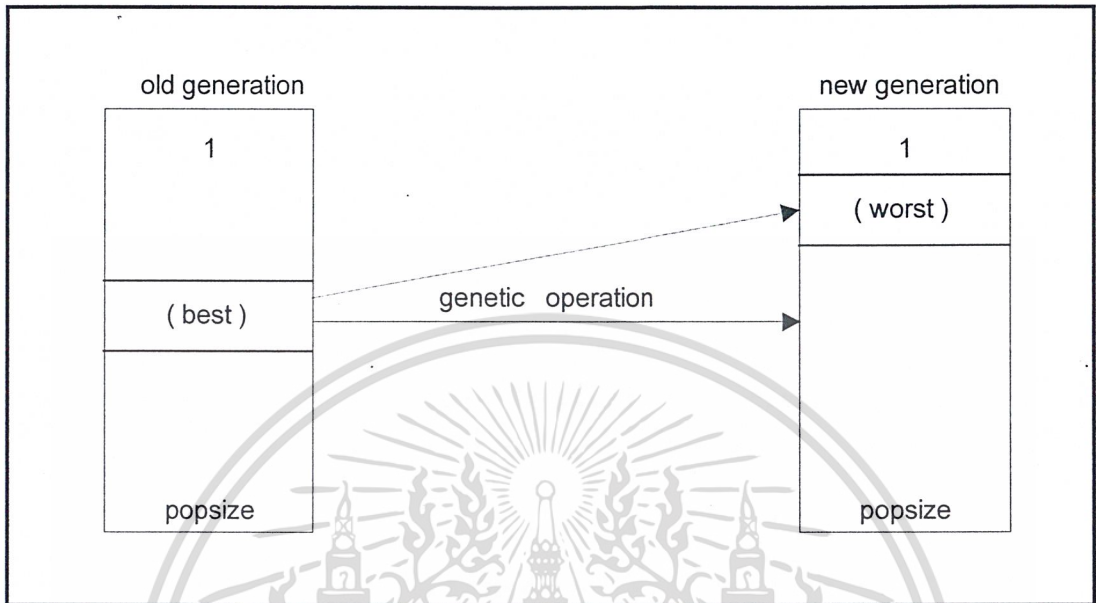
การรีโพรดักชันของ จีเนติก อัลกอริทึม ในยุคแรกมีขั้นตอน โดยการถ่ายทอดโครโมโซมรุ่นเก่าที่ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ทั้งหมดกลายเป็นประชากรรุ่นใหม่ตามจำนวนประชากรแต่ละรุ่นที่กำหนดคั้งรูปที่ 5-2 ซึ่งชุดโครโมโซมรุ่นใหม่อาจมีค่าตอบ ไม่ดีเท่าชุดโครโมโซมรุ่นเก่าเนื่องจากการดำเนินการของจีเนติก อัลกอริทึม ไม่มีการบันทึกโครโมโซมที่ดีไว้ ดังนั้นอาจทำให้สูญเสียโครโมโซมที่ดีที่สามารถใช้เป็นต้นแบบในการสร้างโครโมโซมที่ดีขึ้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดรูปที่ 5-2 อีโพรดักชันแบบทั่วไป ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 รีโพรดักชันโดยการรักษาโครโมโซมที่ดีที่สุด (Elitism)

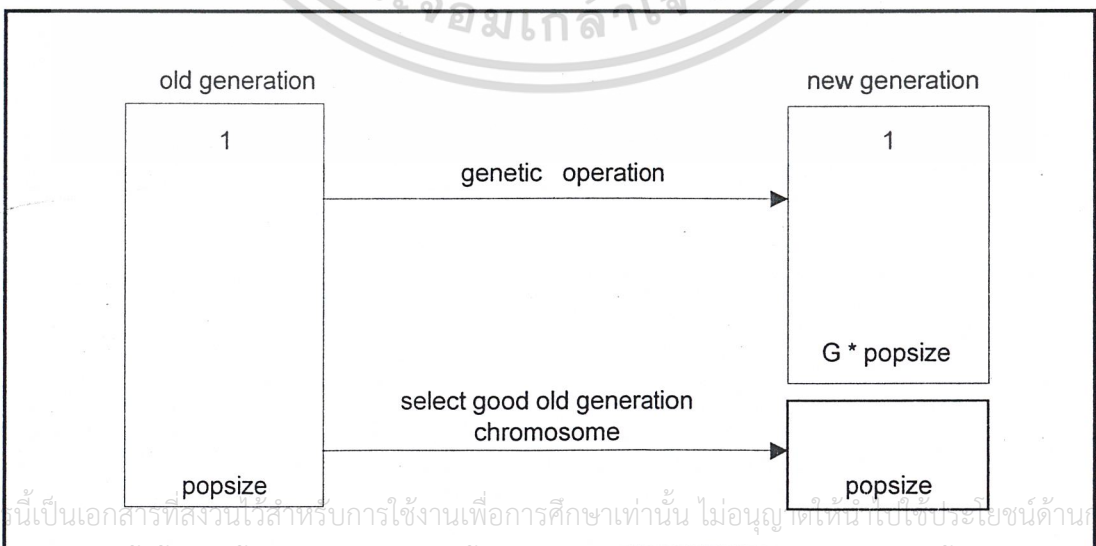
วิธีการนี้เป็นการปรับปรุงรีโพรดักชันแบบทั่วไปด้วยการรักษาโครโมโซมที่ดีที่สุดของรุ่นเก่ามาไว้ในรุ่นใหม่ด้วยการแทนที่โครโมโซมที่ไม่ดีที่สุดของรุ่นใหม่ที่ตั้งรูปที่ 5-3



รูปที่ 5-3 รีโพรดักชันโดยรักษาโครโมโซมที่ดีที่สุด

5.3.3 รีโพรดักชันรักษาสถานะคงที่แบบซ้ำ (Steady State with Duplicate Reproduction:SS)

มีวิธีการ โดยการกำหนดอัตราการสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ (Generation Gap : G) ซึ่งจำนวนโครโมโซมที่จะถูกสร้างขึ้นใหม่โดยผ่านขั้นตอนต่าง ๆ จะเท่ากับ $popsize * G$ (ถ้า $G = 1$ คือการรีโพรดักชันแบบทั่วไป) และโครโมโซมส่วนที่เหลือเกิดจากการคัดลอกกลุ่มโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่าตามลำดับความสำคัญของโครโมโซม ซึ่งจะทำให้โครโมโซมต่าง ๆ ที่ดีในรุ่นเก่ามีโอกาสอยู่รอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งเพื่อเป็นโครโมโซมต้นแบบได้มากขึ้นดังรูปที่ 5-4

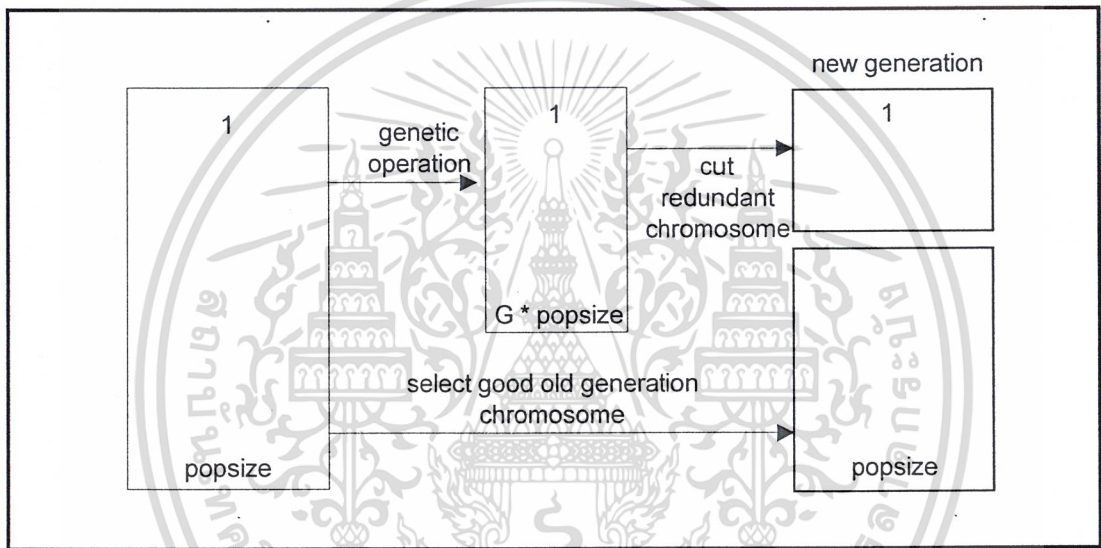


รูปที่ 5-4 รีโพรดักชันโดยรักษาสถานะแบบซ้ำ

5.3.4 รีโพรดักชันโดยการรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ

(Steady State without Duplicate Reproduction : SS W/O)

เนื่องจากการดำเนินการของ จีเนติก อัลกอริทึม นั้น โครโมโซมรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนต่าง ๆ แต่ละโครโมโซมนั้นมีโอกาสเป็นโครโมโซมที่เหมือนกันหรือซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าได้นั้นคือจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของโครโมโซมนั้นจะเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามจำนวนที่เหมือนกันหรือซ้ำกันซึ่งทำให้ จีเนติก อัลกอริทึม จะต้องใช้เวลาดำเนินการกับโครโมโซมที่ซ้ำกันเหล่านี้ตลอด ดังนั้นการรีโพรดักชันโดยการรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำจะช่วยให้การค้นหาคำตอบของ จีเนติก อัลกอริทึม เกิดรูปแบบโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่าและตัดโครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่ที่ซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าที่คัดลอกมา ดังนั้นโครโมโซมในแต่ละรุ่นที่สร้างขึ้นจะไม่ซ้ำกันเลยดังรูปที่ 5-5



รูปที่ 5-5 รีโพรดักชันโดยรักษาสถานะแบบไม่ซ้ำ

5.4 บทสรุป

การพัฒนาจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย โดยเพิ่มเทคนิคต่างๆที่กล่าวมาในบทนี้ สามารถปรับปรุงสมรรถภาพการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากการค้นคว้าและการทดลองกับจีเนติก อัลกอริทึมกับปัญหาต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วการรีโพรดักชันจะทำให้การค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึมดีขึ้นโดยส่วนมาก เพราะจำนวนโครโมโซมที่ถูกสร้างขึ้นใหม่และจำนวนโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่าที่รักษาไว้เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับปัญหาเหล่านี้ สำหรับการปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมไม่ว่าจะโดยวิธีใดก็ตามแล้ว โดยเฉลี่ยจะช่วยให้การทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม ดีขึ้นกว่าการไม่ปรับสัดส่วน โดยในบทถัดๆไปจะกล่าวถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างทางนิเวศวิทยา เพื่อใช้ในการทำนายค่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราประเทศ ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การปรับปรุงสมรรถนะจินตคณิต อัลกอริทึม สำหรับทาว์นเวอร์ออฟฮานอย (Tower of Hanoi Problem :THP)

ปัญหาทาว์นเวอร์ออฟฮานอยเป็นการเล่นเกมสัจชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยแกนหลัก 3 แกน และกลุ่มของวงแหวนวงกลมขนาดต่างกัน โดยวงแหวนทั้งหมดอยู่ในหลักเริ่มต้นจากขนาดเล็กถึงใหญ่ วิธีการเล่นจะทำการเคลื่อนย้ายวงแหวนทั้งหมดไปยังแกนเป้าหมาย โดยเคลื่อนย้ายครั้งละ 1 วงแหวน และวงแหวนที่ใหญ่กว่าห้ามวางบนวงแหวนที่มีขนาดเล็กกว่า การเล่นที่ดีที่สุดคือ จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายต้องน้อยที่สุด

6.1 โครโมโซมของทาว์นเวอร์ออฟฮานอย

ลักษณะ โครโมโซมประกอบด้วยบิตที่แสดงถึงวิธีการเคลื่อนย้ายวงแหวนแต่ละครั้งโดยพิจารณาจากวงแหวนที่อยู่บนสุด ขนาดใหญ่ (M) ขนาดกลาง (=) ขนาดเล็ก (m) หากแกนใดไม่มีวงแหวนเลยจะถือว่าเป็นวงแหวนใหญ่สุด และจำนวนบิตของโครโมโซมของทาว์นเวอร์ออฟฮานอยเท่ากับ $2^r - 1$ โดยใช้เลข 1 ถึงเลข 4 แทนขนาดของวงแหวน ดังนั้นลักษณะของโครโมโซมดังรูปที่ 6-1

step 1	step 2	step 3	step 2 ^r - 1
3	2	3	1

รูปที่ 6-1 ลักษณะของโครโมโซมของทาว์นเวอร์ออฟฮานอย

6.2 ฟังก์ชันความเหมาะสมของทาว์นเวอร์ออฟฮานอย

ฟังก์ชันความเหมาะสมจะพิจารณาจำนวนวงแหวนที่อยู่ในแกนเป้าหมาย รวมถึงพิจารณารูปแบบหลังการเคลื่อนย้ายแต่ละครั้งไม่ควรซ้ำกัน

$$F = I + r_p + \sum_{s=1}^{2^r} \text{dim}(p) + \sum_{l=1}^s \text{notred} (\sum \text{dup} (\text{patt}[s], \text{patt}[l])) \quad (6.1)$$

- โดยที่ p = แกนเป้าหมายที่ต้องการ
- r = จำนวนวงแหวนทั้งหมด
- r_p = จำนวนวงแหวนที่อยู่ในแกน p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานขนาดของวงแหวนลำดับที่ I ในแกน x ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก ลำดับที่เคลื่อนย้าย อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{patt}[x] &= \text{รูปแบบหลังการเคลื่อนย้ายลำดับที่ } x \\ \text{dup}(\text{patt}[x1], \text{patt}[x2]) &= 1 \text{ ถ้า } \text{patt}[x1] = \text{patt}[x2] \\ &= 0 \text{ ถ้า } \text{patt}[x1] \text{ ไม่เท่ากับ } \text{patt}[x2] \\ \text{notred}(x) &= 1 \text{ ถ้า } x=1 \\ &= 0 \text{ ถ้า } x \text{ ไม่เท่ากับ } 1 \end{aligned}$$

ดังนั้นจะหาค่ามากที่สุดของฟังก์ชันความเหมาะสมคือการหาค่าความเหมาะสมมากที่สุด $\text{MAX}(f)$

6.3 การดำเนินการทางพันธุศาสตร์สำหรับทาว์นเวอร์ออฟชานอย

โดยทั่วไปจะทำการครอสโอเวอร์แบบหลายจุด มีเวกซ์แบบตัวเลข และอินเวอร์ชัน และนอกจากนี้ ในการทดสอบการปรับปรุงสมรรถนะจินดิก อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอย โดยทดสอบกับวงแหวนจำนวน 5 วง ซึ่งคำตอบที่ดีที่สุดคือ 92 ที่ กำหนดประชากร (Popsizе = 80), $P_c = 0.6$ ครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด $P_m = 0.03$, $P_i = 0.8$ และเปรียบเทียบภายในการดำเนินการ 2000 รุ่น ซึ่งผลลัพธ์รายละเอียดการดำเนินการแต่ละรุ่นแสดงเปรียบเทียบดังกราฟ โดยคัดเลือกต้นแบบที่อ้างอิงค่าความเหมาะสมแบบไม่มีการปรับสัดส่วนและกลุ่มแบบจำลองการหมุนวงล้อและรีโพรดักชันแบบทั่วไป แล้วภายในการดำเนินการ 2000 รุ่นจะหาคำตอบได้เพียง 81 แต่หากปรับปรุงสมรรถนะโดยใช้วิธีการกลุ่มแบบทศนิยมคืนกลับแล้วจะทำให้หาคำตอบได้ดีขึ้นเป็น 85 แต่ยังไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด สำหรับวิธีการกลุ่มแบบทศนิยมไม่คืนกลับนั้น จะหาคำตอบได้เท่ากับแบบจำลองการหมุนวงล้อแต่ได้คำตอบเร็วกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกลุ่มแบบทศนิยมคืนกลับในการรีโพรดักชันโดยกำหนดค่า G ต่าง ๆ แล้ว จะเห็นว่าการกลุ่มแบบทศนิยมไม่คืนกลับให้ผลที่น่าพอใจมากกว่า และ แสดงให้เห็นว่าเมื่อปรับสัดส่วนแบบเชิงเส้นและรีโพรดักชันแบบรักษาสถานะคงที่แบบช้า ที่ $G = 0.5$ แล้วจะสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ โดยหากกำหนด $C_{\text{mult}} = 2.0$ จะหาคำตอบได้เร็วกว่า $C_{\text{mult}} = 1.75$ แสดงการปรับสัดส่วนแบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและรีโพรดักชันแบบรักษาสถานะคงที่แบบไม่ช้าที่ $G = 0.7$ นั้นการค้นหาคำตอบยังมีสมรรถนะมากขึ้นคือ ที่ $G = 2.5$ สามารถหาคำตอบได้ในการดำเนินการงานเพียง 153 รุ่นเท่านั้น สำหรับผลลัพธ์แผนการเคลื่อนย้ายวงแหวนที่ดีที่สุดนั้น

6.4 บทสรุป

การประยุกต์ใช้จินดิก อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอย โดยการพัฒนาจินดิก อัลกอริทึมจะประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบของโครโมโซมของปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอยให้กับจินดิก อัลกอริทึม โดยพิจารณาจากตัวแปรต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของปัญหา และกำหนดฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมให้กับจินดิก อัลกอริทึม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทาว์นเวอร์ออฟชานอย ก็ปรากฏว่าสามารถหาคำตอบที่ต้องการจากการประมวลผลของจินดิก อัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การจัดตารางสอนโรงเรียนแบบอัตโนมัติของจินตริก อัลกอริทึม

การจัดตารางสอนเป็นงานที่ต้องใช้ความชำนาญพอสมควร เพื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งงานการจัดตารางสอนสามารถประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยจัด โดยจะอาศัยกระบวนการและวิธีการทางจินตริก อัลกอริทึมในการสร้างตารางสอนแบบต่างๆ พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบความถูกต้องในการจัดตารางสอนพร้อมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเองอย่างอัตโนมัติ

7.1 การจัดตารางสอนของจินตริก อัลกอริทึม

การจัดตารางสอนหมายถึง การจัดการกำหนดการนัดหมายระหว่างครูและนักเรียน หรือทำการกำหนดวัน เวลา วิชา และกลุ่มของผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขต่างๆ จากรูปที่ 7-1 แสดงขั้นตอนการประยุกต์ใช้จินตริก อัลกอริทึม กับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการจัดตารางสอนอัตโนมัติ โดยจะต้องทำการกำหนดรูปแบบของโครโมโซมตารางสอน ตามรูปแบบตารางสอนรายวิชาของแต่ละชั้นเรียน และทำการกำหนดฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบตารางสอนว่าถูกต้องของขอบเขตเงื่อนไข

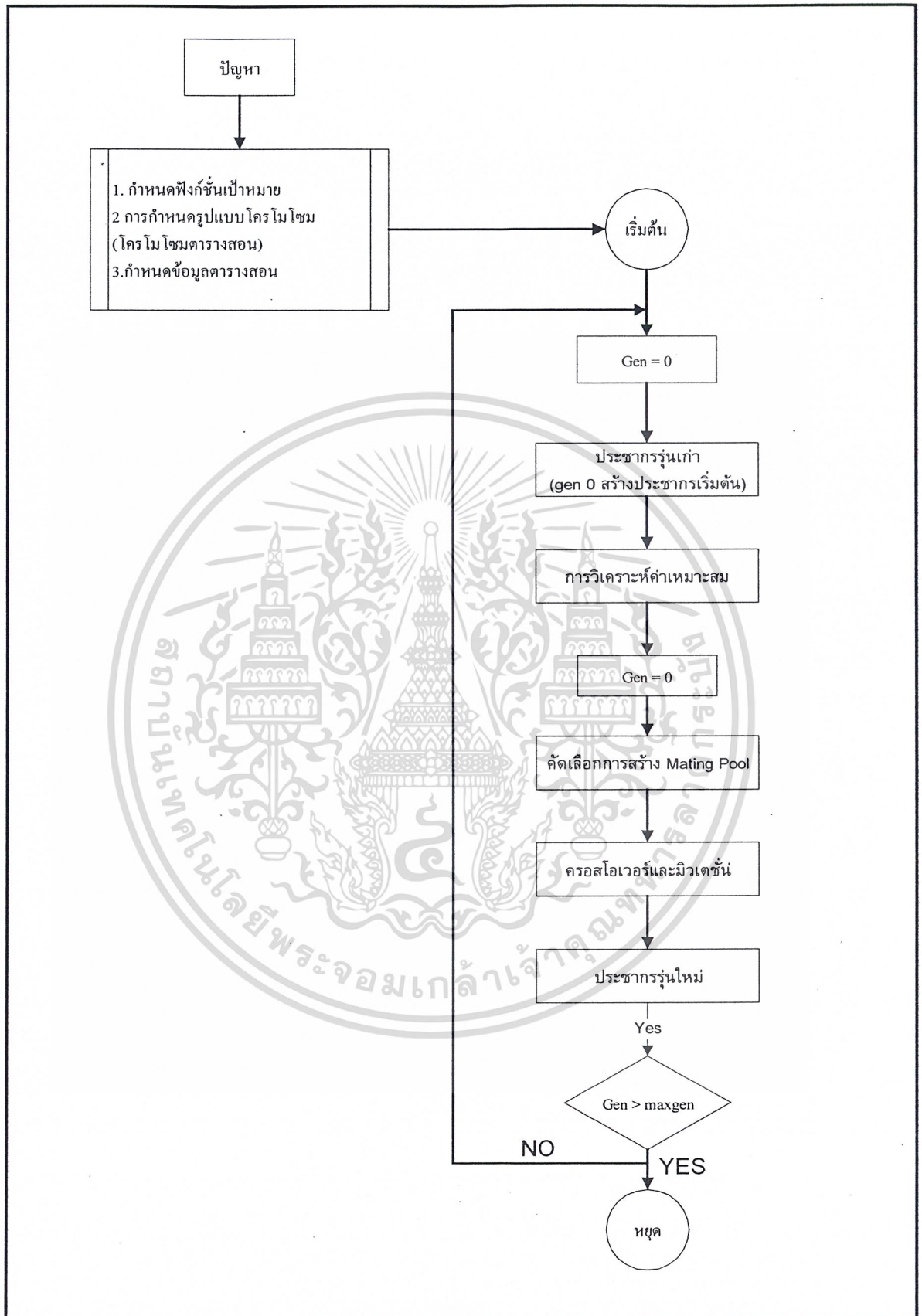
7.2 การกำหนดโครงสร้างโครโมโซมตารางสอน

รูปแบบของโครโมโซมตารางสอนกำหนดโดยพิจารณาจากรายวิชาที่จัดสอนในแต่ละชั้นเรียน ซึ่งการประยุกต์ใช้จินตริก อัลกอริทึม จัดตารางสอนจะกำหนดให้ลักษณะของวิชาต่างมี 2 แบบคือ

1. วิชาที่เรียนแยกตามชั้นเรียน ประกอบด้วยวิชาบังคับและวิชาเลือก แต่การเรียนรวมกันในแต่ละชั้นเรียน และจัดครูสอนจะระบุเป็นชั้นเรียนที่จะจัดสอนของครูแต่ละวิชา
2. วิชากลุ่ม ส่วนใหญ่เป็นวิชาเลือก ซึ่งนักเรียนแต่ละวิชากลุ่มนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเดียวกันจะย้ายมาเรียนกับชั้นอื่นๆ

ดังนั้น โครงสร้างของโครโมโซมตารางสอนนี้มีลักษณะเป็นบิตของเลขฐานสิบเรียงต่อกัน ซึ่งไม่ได้เป็นในลักษณะของไบนารีบิต (Binary Bit) เหมือนกับการกำหนดโครโมโซมของจินตริก อัลกอริทึมแบบง่ายที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 4 โดยแต่ละบิตจะจัดเรียงตามกลุ่มของชั้นเรียนของแต่ละแผนกของการเรียน เรียงตามห้องเรียนตั้งแต่ห้องเรียนที่ 1 จนถึง ห้องสุดท้ายที่มีข้อมูล และในแต่ละห้องเรียนก็จะมี การจัดเรียงตามวิชาที่มีเรียนใน 1 สัปดาห์สำหรับห้องเรียนนั้นๆ โดยจะมีหลักการจัดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 7-1 แสดงไดอะแกรมการจัดการตารางสอนแบบอัตโนมัติโดยยีนติก อัลกอริทึม
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แต่ละตำแหน่งแทนการเรียน 1 คาบเรียนของแต่ละวิชาในแต่ละชั้นเรียน ถ้ามีวิชาใดต้องการเรียนครั้งละ 1 คาบเรียน และวิชานั้นต้องเรียน 2 คาบเรียนต่อสัปดาห์ในแต่ละชั้นเรียนจะต้องใช้จำนวนตำแหน่งในโครโมโซมเท่ากับ $2 * \text{จำนวนห้องเรียน}$
- แต่ละตำแหน่งแทนการเรียน 2 คาบเรียนของแต่ละวิชาในแต่ละชั้นเรียน ถ้ามีวิชาใดต้องการเรียนครั้งละ 2 คาบเรียนติดกัน และวิชานั้นต้องเรียน 2 คาบเรียนต่อสัปดาห์ในแต่ละชั้นเรียนจะต้องใช้จำนวนตำแหน่งในโครโมโซมเท่ากับ จำนวนห้องเรียน
- ส่วนวิชากลุ่ม ซึ่งทุกห้องจะต้องเรียนในคาบเดียวกันหมดเพราะเป็นวิชาที่จะต้องเข้าเรียนพร้อมกัน เช่น วิชาประชุม และวิชากิจกรรม เป็นต้น นั่นคือเรียนห้องเดียวกันและมีครูสอนคนเดียวกันจะมีการแทนค่าเป็นบิตเดียวกันในทุกชั้นเรียน โดยตำแหน่งโครโมโซมของวิชากลุ่มนั้นจะแทนตำแหน่งโครโมโซม 1 ตำแหน่งเท่านั้น (ถ้ามี 1 คาบใน 1 สัปดาห์) ในห้องเรียนห้องแรกเพียงห้องเดียว ส่วนในห้องที่เหลือไม่ต้องแทนวิชากลุ่มนั้น ๆ แล้ว นั่นคือใน 1 โครโมโซมจะมีการแทนตำแหน่งของวิชากลุ่มเพียงตำแหน่งเดียวบนโครโมโซมนั้นๆ ซึ่งจะต่างกับวิชาอื่นซึ่งจะแทนโครโมโซม 1 ตำแหน่งสำหรับ 1 คาบวิชาเรียนที่มีเรียนใน 1 สัปดาห์สำหรับ 1 ห้องเรียน (ดังแสดงในตารางที่ 7-1)

ชั้นเรียน	วิชา	จำนวนคาบ	การจัดคาบ	โครโมโซม	ตำแหน่งบิต	ค่าบิต
ม. 4/1	ส401	2	1-1	ส401_1	1	[1 , 40]
				ส401_2	2	[1 , 40]
	ว421	4	2-2	ว421_1	3	[1 , 30]
				ว421_2	4	[1 , 30]
	พ401	1	1	พ401	5	[1 , 40]
	พอ.	2	2	พอ.	6	[1 , 30]
ม. 4/2	ส401	2	1-1	ส401_1	7	[1 , 40]
				ส401_2	8	[1 , 40]
	ว421	4	2-2	ว421_1	9	[1 , 30]
				ว421_2	10	[1 , 30]
	พ401	1	1	พ401	11	[1 , 40]
	พอ.	2	2	พอ.	6	[1 , 30]

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างโครงสร้างโครโมโซมตารางสอนของจินตนิทัศน์ อัครกสิกริทธิ์ โยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา ส.401 มีเรียน 2 คาบต่อสัปดาห์ในห้องเรียนที่ ม.4/1และห้องเรียน ม.4/2 ดังนั้นจะมีการแทนเป็นตำแหน่งบิตดังนี้

- ตำแหน่งบิตที่ 1 แทนคาบเรียนที่ 1 ของวิชา ส401 ในห้องม.4/1
- ตำแหน่งบิตที่ 2 แทนคาบเรียนที่ 2 ของวิชา ส401 ในห้องม.4/1
- ตำแหน่งบิตที่ 7 แทนคาบเรียนที่ 1 ของวิชา ส401 ในห้องม.4/2
- ตำแหน่งบิตที่ 8 แทนคาบเรียนที่ 2 ของวิชา ส401 ในห้องม.4/2

วิชา ว.421 มีเรียน 4 คาบต่อสัปดาห์ในห้องเรียนที่ ม.4/1และห้องเรียน ม.4/2 โดยจะเรียนครั้งละ 2คาบติดกัน ดังนั้นจะมีการแทนเป็นตำแหน่งบิตดังนี้

- ตำแหน่งบิตที่ 3 แทนคาบเรียนที่ 1 และคาบเรียนที่2 ของวิชา ว421 ในห้องม.4/1
- ตำแหน่งบิตที่ 4 แทนคาบเรียนที่ 3 และคาบเรียนที่4 ของวิชา ว421 ในห้องม.4/1
- ตำแหน่งบิตที่ 9 แทนคาบเรียนที่ 1 และคาบเรียนที่2 ของวิชา ว421 ในห้องม.4/2
- ตำแหน่งบิตที่ 10 แทนคาบเรียนที่ 3 และคาบเรียนที่4 ของวิชา ว421 ในห้องม.4/2

วิชา พ.401 มีเรียน 1 คาบต่อสัปดาห์ในห้องเรียนที่ ม.4/1และห้องเรียน ม.4/2 ดังนั้นจะมีการแทนเป็นตำแหน่งบิตดังนี้

- ตำแหน่งบิตที่ 5 แทนคาบเรียนที่ 1 ของวิชา พ401 ในห้องม.4/1
- ตำแหน่งบิตที่ 11 แทนคาบเรียนที่ 1 ของวิชา พ401 ในห้องม.4/2

วิชาพื้นฐานอาชีพ (พอ.)เป็นวิชาเลือกเสรี ที่ซึ่งนักเรียนแต่ละวิชากลุ่มนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเดียวกันจะย้ายมาเรียนกับนักเรียนในชั้นอื่นได้ จึงมีความจำเป็นต้องให้คำบิตของวิชานี้เป็นตำแหน่งเดียวกัน เพื่อเป็นการรับประกันว่าวิชาพื้นฐานอาชีพนี้ทุกๆห้องต้องเรียนจะได้เรียนในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจะมีการแทนเป็นตำแหน่งบิตดังนี้

- ตำแหน่งบิตที่ 6 แทนคาบเรียนที่ 1และคาบเรียนที่ 2 ของวิชา พอ. ในห้องม.4/1 และ ม.4/2

7.3 การกำหนดค่าให้แต่ละตำแหน่งโครโมโซม

สำหรับค่าของแต่ละตำแหน่งโครโมโซมนั้น ดังกล่าวข้างต้นไว้แล้วว่า จะแทนแต่ละตำแหน่งโครโมโซมด้วยเลขฐาน 10 ซึ่งแต่ละค่าของเลขฐาน 10 สามารถจะกำหนดได้ดังนี้

- จะแทนด้วยค่าในช่วง 1 ถึง 30 หากเป็นค่าของวิชาซึ่งต้องเรียนครั้งละ 2 คาบติดกัน
- จะแทนด้วยค่าในช่วง 1ถึง40 หากเป็นค่าของวิชาซึ่งเรียนครั้งละ 1 คาบ

ซึ่งค่าตัวเลขของตำแหน่งโครโมโซมดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ในการเข้ารหัส (Encode)และถอดรหัส (Decode) หากคาบเรียนนั้น ๆ ครอบอยู่ ณ. เวลาใด หรือคาบเรียนที่เท่าใดของวันอะไร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม

ในแต่ละโครโมโซมจะมีค่าความเหมาะสม ที่ใช้เป็นตัวบ่งบอกว่าโครโมโซมนั้นดีหรือไม่ดี ซึ่งค่าความเหมาะสมนั้นก็จะกำหนดได้จากฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม โดยฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมคือของการจัดตารางสอนอัตโนมัติโดยใช้วิธีจินตริก อัลกอริทึม

เงื่อนไขของการจัดตารางสอนอัตโนมัติ

โดยเงื่อนไขสำหรับการจัดตารางสอนแบบอัตโนมัติของจินตริก อัลกอริทึม จะมีเงื่อนไขหลักเกี่ยวกับการจัดห้องเรียนแบ่งเป็น 6 เงื่อนไขหลักคือ

1. แต่ละชั้นเรียนไม่มีเรียนวิชาใดชนกันในแต่ละชั้นเรียน
2. แต่ละชั้นเรียนไม่มีเรียนวิชาเดียวกันในคาบเรียนติดกัน
3. แต่ละชั้นเรียนไม่มีเรียนวิชาเดียวกันในวันเดียวกัน
4. ไม่มีชั้นเรียนใดในวิชากลุ่มเรียนในคาบเรียนที่ต่างกัน
5. ครูแต่ละคนไม่มีสอนวิชาใดชนกันในแต่ละคาบสอน
6. ครูแต่ละคนไม่มีสอนติดต่อกันเกิน 2 คาบ

จากเงื่อนไขสามารถสร้างฟังก์ชันเป้าหมายสำหรับการจัดตารางสอนของจินตริก อัลกอริทึมนี้

$$\begin{aligned}
 F = & w_1 \sum_{C=1}^{Nc} \sum_{P=1}^{Np} \text{bound} \left[\sum_{S=1}^{Nsc} \text{count}(s,p) \right] + w_2 \sum_{C=1}^{Nc} \sum_{P=1}^{Np} \sum_{S=1}^{Nsc} \text{Adj}(s,p) \\
 & w_3 \sum_{C=1}^{Nc} \sum_{S=1}^{Nsc} \text{bound} \left[\sum_{P=1}^{Np} \text{sameday}(s,p) \right] + w_4 \sum_{G=1}^{Ng} \sum_{C=1}^{Nc} \text{bound} \left[\sum_{P=1}^{Np} \text{group}(s,p) \right] \\
 & w_5 \sum_{T=1}^{Nt} \sum_{P=1}^{Np} \text{bound} \left[\sum_{S=1}^{Nsc} \text{count}(s,p) \right] + w_6 \sum_{T=1}^{Nt} \sum_{P=1}^{Np} \sum_{S=1}^{Nsc} \text{Adj}(s,p)
 \end{aligned}$$

- $w_1 - w_6$ แสดงค่าน้ำหนักของทั้ง 6 เงื่อนไขตามลำดับ
- p = ลำดับคาบเรียน c = ลำดับชั้นเรียน
- t = ลำดับครู s = ลำดับวิชา
- g = ลำดับวิชากลุ่ม
- Np = จำนวนคาบเรียน Nc = จำนวนชั้นเรียน
- Nt = จำนวนครู Ns = จำนวนวิชา
- Ng = จำนวนวิชากลุ่ม

- NSc = จำนวนวิชาเรียนแต่ละชั้นเรียน

- NSt = จำนวนวิชาสอนของครูแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมจะมีการทำงานดังนี้

- โดยฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมนี้จะมีการตรวจสอบว่ามีการจัดคาบเรียนซ้ำกันหรือไม่ ซึ่งโครโมโซมที่มีคาบเรียนซ้ำกันจะมีค่าความเหมาะสมมากกว่า โครโมโซมที่มีคาบเรียนไม่ซ้ำกัน โดยตรวจสอบจากค่า bound ถ้าซ้ำ Bound (x) = 1 ถ้าไม่ซ้ำ Bound(x) = 0

- ฟังก์ชันตรวจสอบวัน(Sameday) เป็นฟังก์ชันที่ตรวจสอบว่าในแต่ละวิชาที่เรียนในวันเดียวกันหรือไม่ ซึ่งในแต่ละวิชาไม่ควรถูกจัดให้มาเรียนในวันเดียวกัน (Sameday(x,p) =1 ถ้า x เกิดใน p ในวันเดียวกัน นอกนั้น Sameday(x,p)=0)

- ฟังก์ชันนับวัน(Count(x)) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการทดสอบว่าไม่มีวิชาใดอยู่ในคาบเดียวกัน โดยถ้าเกิดซ้ำคาบเดียวกัน Count(x) =1 นอกเหนือจากนั้น Count(x) =0

- ฟังก์ชันตรวจสอบคาบเรียนติดกัน(Adj(x,p)) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการทดสอบว่าไม่มีครูคนใดที่สอนในคาบที่ติดกัน โดยถ้าสอนติดกัน 3 คาบเรียนค่า Adj(x,p) = 2 ,ถ้าสอนติดกัน 2 คาบเรียนค่า Adj(x,p) = 1 นอกเหนือจากนั้น Adj(x,p) = 0

- ฟังก์ชันตรวจสอบกลุ่มวิชาเรียน(Group(x,p)) เป็นฟังก์ชันในการตรวจสอบว่าไม่มีชั้นเรียนใดในวิชากลุ่มเรียน เรียนในคาบเรียนที่ต่างกัน โดยถ้าเรียนต่างคาบกันค่า Group(x,p) = 1 นอกจากนั้นค่า Group(x,p)=0

ดังนั้นถ้าความเหมาะสม สำหรับโครโมโซมที่ดีที่สามารถรอดชีวิตไปยังรุ่นถัดไปจะมีค่าความเหมาะสมต่ำๆ และจะมีการหาโครโมโซมที่มีค่าใกล้เคียงหรือเป็นค่าที่น้อยที่สุด ที่หาได้จากฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม MIN F (t)

จากผลการทดลองการจัดตารางสอนแบบอัตโนมัติของจินตอัคริทีมกับข้อมูลของโรงเรียนตัวอย่าง โดยการทดสอบกับจินตอัคริทีมพารามิเตอร์ต่างๆ พบว่าการกำหนดจินตอัคริทีมพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดังนี้

- จำนวนประชากร(Popsize) = 70
- อัตราการครอสโอเวอร์ Pc = 0.7
- อัตราการมิวเตชัน Pm = 0.005
- วิธีการคัดเลือกโดยอ้างอิงลำดับไม่เชิงเส้น q = 0.4
- การสุ่มแบบทศนิยมไม่คืนกลับ
- รีโพรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำที่ G=0.9

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะใช้ w1= 0.4, w2 = 0.1, w3=0.5, w4=1.0, w5 =

0.4, w6= 0.1จะได้คำตอบที่ดีที่สุดในรุ่นที่ 4000 จะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 บทสรุป

การจัดการรายสอนเป็นปัญหาที่สามารถประยุกต์ใช้จินตคณิต อัลกอริทึม กับคอมพิวเตอร์ช่วยหาคำตอบ โดยปรับปรุงรูปแบบของโครโมโซมซึ่งเป็นค่าของคำตอบ และรูปแบบของข้อมูลที่สัมพันธ์กับการจัดการรายสอนคือ แผนการเรียน วิชา คาบเรียน เป็นต้นให้เป็นรูปแบบของโครโมโซมที่เหมาะสมกับการประมวลผลของจินตคณิต อัลกอริทึม พร้อมกำหนดฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมตามขอบเขตเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดการรายสอน ซึ่งจะทำให้จินตคณิต อัลกอริทึม ดำเนินการสร้างวิวัฒนาการรายสอน โดยจะมีการปรับปรุงข้อบกพร่องที่ขัดต่อเงื่อนไขที่กำหนดอยู่ในฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม และก็จะสามารถสร้างรายสอนที่ดีขึ้นได้โดยอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การทำนายปริมาณเงินฝากโดยจีเนติก อัลกอริทึม (Genetic Forecasting Of Commercial Banks Deposit)

8.1. บทนำ

เนื่องจากเงินฝากเป็นแหล่งเงินทุนที่สำคัญที่สุดสำหรับธนาคารพาณิชย์ และเป็นส่วนหนึ่งของเงินทุนหลักของประเทศ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ในปัจจุบันเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยได้มีจำนวนเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นการทำนายปริมาณเงินฝากที่แม่นยำสำหรับธนาคารพาณิชย์ จึงมีความจำเป็นต่อรัฐบาลและธนาคารพาณิชย์ในการวางแผนนโยบายที่มีประสิทธิภาพต่อการพัฒนาประเทศ โดยจะมีตัวแปรหรือปัจจัยที่สำคัญในการศึกษาถึงปริมาณเงินฝากในประเทศไทยปัจจุบันปัจจัยคือผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ(Gross Domestic Product :GDP), ปริมาณสินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ที่อยู่ในมือของรัฐบาล) , อัตราดอกเบี้ย , จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ และปริมาณเงินกู้

การทำนายปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้จีเนติก อัลกอริทึม โดยใช้ข้อมูลจากในอดีตมาประกอบ ซึ่งจะใช้ข้อมูลของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ , ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ(ที่อยู่ในมือของรัฐบาล) , อัตราดอกเบี้ย , จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ และปริมาณเงินกู้ในปัจจุบันเป็นข้อมูลอินพุต และปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในปีถัดมาเป็นเป้าหมายของการทำนาย โดยมีการใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการกำหนดค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์ ของตัวแปรในโมเดลของปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์และฟังก์ชันค่าความเหมาะสม (Fitness Function) เกิดจากการหาค่าน้อยสุดของค่าความผิดพลาดระหว่างค่าที่ได้จากการทำนายและค่าที่เกิดขึ้นจริงของปริมาณเงินฝากในธนาคารพาณิชย์ และจะมีการวนลูป (Loop) หาค่าน้อยที่สุดจนกระทั่งได้ค่าที่พึงพอใจ สำหรับกระบวนการคัดเลือก(Selection)ของจีเนติก อัลกอริทึมนั้น จะมีการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุด และข้อมูลอินพุตของปีปัจจุบัน เพื่อใช้ในการทำนายปริมาณเงินฝากของปีถัดมา

และเนื่องจากกระบวนการหลักๆของการใช้จีเนติก อัลกอริทึมมาทำนายจะมีอยู่ 2 กระบวนการ คือ การวนลูปของการทำนายโดยจีเนติก อัลกอริทึม (Genetic Forecasting Loop) และการวนลูปของการเรียนรู้แบบ (Pattern Learning Loop) ซึ่งกระบวนการหลักมีการกล่าวไปแล้วข้างต้น ดังนั้นต่อมาในกระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบ ข้อมูลอินพุตประกอบด้วยผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ, ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในมือของรัฐบาล) , อัตราดอกเบี้ย , จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์และปริมาณเงินกู้ ส่วนข้อมูลเอาต์พุต คือ ปริมาณเงินฝากซึ่งถูกเลือกสำหรับจำนวนของปี (m) เป็นข้อมูลการเรียนรู้ (Learning data) และจะมีการวนลูปจนกระทั่งได้จำนวนรอบที่เหมาะสม (Round) นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขอขณาด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีเนติก อัลกอริทึมจะลดค่าความผิดพลาดระหว่างค่าจริงและค่าที่ใช้ทำนายแล้ว ยังลดค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Average Error) ของรูปแบบการเรียนรู้ทั้งหมด (Learning Patterns)

ประสิทธิภาพของจีเนติก อัลกอริทึมจะขึ้นกับประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงปริมาณของชุดข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด (Population Size : Popsizе) , ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา (Pattern Data Peroid) , จำนวนรอบในลูบของการเรียนรู้ เป็นต้น

8.2. โมเดลของปัญหาที่ใช้ในการวิเคราะห์

เนื่องจากหน้าที่หลักของธนาคารพาณิชย์คือ การสะสมและการลงทุนจากเงินออม เมื่อมีการใช้เงินออมในการลงทุนจะเป็นการเพิ่มความสามารถทางการผลิตและความเจริญทางเศรษฐกิจ และปริมาณเงินฝากที่ธนาคารพาณิชย์หาได้ จะเป็นส่วนหนึ่งของเงินทุนหลักที่ต้องการในการพัฒนาประเทศ ดังนั้นการทำนายปริมาณเงินฝากที่แม่นยำจึงเป็นส่วนที่จำเป็นสำหรับการวางแผนนโยบายสำคัญทางเศรษฐกิจต่างๆ

โดยทั่วไปในการทำนายปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ มักจะใช้วิธีการของสมการการถดถอย (Regression) ซึ่งมีกระบวนการเลือกตัวแปรที่มีความเหมาะสม โดยตัวแปรนั้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณเงินฝากของธนาคาร และจากนั้นทำการสร้างโมเดลโครงสร้างทางลอจิก (Logical Structural Model) จากการศึกษาพบว่าตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยคือ ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ , ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ) , อัตราดอกเบี้ย , จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ , และปริมาณเงินกู้ โมเดลโครงสร้างทางลอจิกสำหรับปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ คือ

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \quad (8.1)$$

โดย y คือ ปริมาณเงินฝากของธนาคาร

b_0 คือ ค่าคงที่

b_1, \dots, b_5 คือ พารามิเตอร์ของโมเดล

x_1 คือ ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ

x_2 คือ ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ)

x_3 คือ อัตราดอกเบี้ย

x_4 คือ จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์

x_5 คือ ปริมาณเงินกู้

จากสมการที่ 8.1 ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ที่ทำนายได้จะขึ้นอยู่กับพื้นฐานจากข้อมูล

ทางสถิติของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ, ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ) , อัตราดอกเบี้ย, จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ และปริมาณเงินกู้ ซึ่งข้อมูลของตัวแปรทั้ง 5 ชนิดนี้ ไม่มีการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องเป็นข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันกับปริมาณเงินฝากที่ได้ทำนาย (ในปีเดียวกันกับปริมาณเงินฝากที่ทำนาย) ส่วนความแม่นยำของการทำนายสำหรับแต่ละวิธี จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำของตัวแปรทั้ง 5

8.3. รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณเงินฝาก

ในวิชาเศรษฐศาสตร์มหภาค ตัวแปรทั้ง 5 ในสมการ 8.1 มีความหมายดังนี้

ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ (y) : โดยทั่วไปธนาคารพาณิชย์ต่างๆจะมีรูปแบบของเงินฝากต่างๆแตกต่างกันไป ซึ่งจะถูกจัดประเภทได้ดังนี้คือ เงินฝากเผื่อเรียก เงินฝากออมทรัพย์ และเงินฝากประจำ

ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ :GDP (x_1) : เป็นมูลค่าของสินค้าและบริการทั้งหมดที่ผลิตขึ้นภายในประเทศในระหว่างปีนั้นๆ และมูลค่านี้จะวัดโดยวัดจากราคาในปัจจุบัน ซึ่งมูลค่านี้ได้รวมถึงมูลค่าของสินค้าและบริการที่ได้จากบริษัทชาวต่างชาติที่อยู่ในประเทศด้วย แต่ไม่รวมถึงมูลค่าของสินค้าและบริการที่ได้จากบริษัทของประเทศนั้นที่อยู่ในต่างประเทศ ซึ่งผลผลิตมวลรวมภายในประเทศเป็นตัวชี้ถึงพฤติกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศ และปริมาณที่เพิ่มขึ้นของมูลค่าต่างๆจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของรายได้ต่อ ... (Per capita) ดังนั้นประชากรที่มีปริมาณเงินมากขึ้นก็จะทำการฝากเงินไว้ในธนาคารพาณิชย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งของปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์

ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (x_2) : เป็นผลรวมปริมาณเงินทั้งหมดที่อยู่ในระบบเศรษฐกิจนั้นในโมเดลนี้ ปริมาณเงินที่จะใช้ในที่นี้คือ ปริมาณเงินตามความหมายแคบ (M) ซึ่งก็คือปริมาณเงินจริงๆและเงินฝากเผื่อเรียกที่อยู่ในภาครัฐ ปริมาณเงินฝากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของปริมาณเงินที่หมุนเวียนในเศรษฐกิจขณะนั้น ดังนั้นการเคลื่อนย้ายปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจจะมีผลต่อปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์และลักษณะของเศรษฐกิจของประเทศ

อัตราดอกเบี้ย (x_3) : เป็นมูลค่าของการกู้ยืมเงินทุน ซึ่งจะแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ต่อปี อัตราดอกเบี้ยมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจโดยรวม รวมทั้งมีผลต่อการตัดสินใจในการลงทุนด้วย

จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ (x_4) : ระบบธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยเป็นระบบธนาคารสาขาเป็นส่วนใหญ่ ด้วยจำนวนที่เพิ่มขึ้นของสาขาของธนาคารก็จะมีผลกระทบต่อปริมาณเงินฝาก รวมถึงปริมาณเงินกู้ของธนาคารพาณิชย์ด้วย

ปริมาณเงินกู้ (x_5) : ธนาคารพาณิชย์จะมีส่วนของเงินสดสำรองตามกฎหมายอยู่และส่วนที่เหลือจากการหักส่วนของเงินสดสำรองออกจากเงินฝากจะเป็นส่วนที่ให้กู้นั่นเอง และเงินส่วนนั้นจะกลับมาหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นเงินกู้จึงเป็นส่วนที่ขยายปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ และเงินกู้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการสร้างและการดำรงอยู่ของระดับปริมาณเงินฝากของระบบธนาคาร

เอก 8.4 มีขั้นตอนการประยุกต์ใช้จินตนิมิต อัลกอริทึมในการทำนายปริมาณเงินฝากภายใต้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีขั้นตอนหลักของการใช้จินตนิมิต อัลกอริทึมในการทำนายค่าปริมาณเงินฝากโดยมีการปรับใช้สมการ (8.1) โดยมี 5 ตัวแปรผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ, ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ ,

อัตราดอกเบี้ย, จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ และปริมาณเงินกู้ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลอินพุต ดังแสดงในสมการ

$$y(k+1) = b_0 + b_1x_1(k) + b_2x_2(k) + b_3x_3(k) + b_4x_4(k) + b_5x_5(k) + \omega e(k) \quad (8.2)$$

โดย	y	คือ ปริมาณเงินฝาก
	x_1	คือ ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ
	x_2	คือ ปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ)
	x_3	คือ อัตราดอกเบี้ย
	x_4	คือ จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์
	x_5	คือ ปริมาณเงินกู้
	e	คือ ค่าความผิดพลาด
	b_0	คือ ค่าคงที่ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ
	b_1	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ
	b_2	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปริมาณเงินที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ)
	b_3	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราดอกเบี้ย
	b_4	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของจำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์
	b_5	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปริมาณเงินกู้
	ω	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผิดพลาด
	k	คือ ปีปัจจุบัน

ณ ปีปัจจุบันใดๆ (k), ส่วนของอินพุต $x_1(k)$, $x_2(k)$, $x_3(k)$, $x_4(k)$, $x_5(k)$ และค่าความผิดพลาด $e(k)$ จะถูกใช้ในการทำนายปริมาณเงินฝากของปีถัดไป $y(k+1)$ ตามสมการ

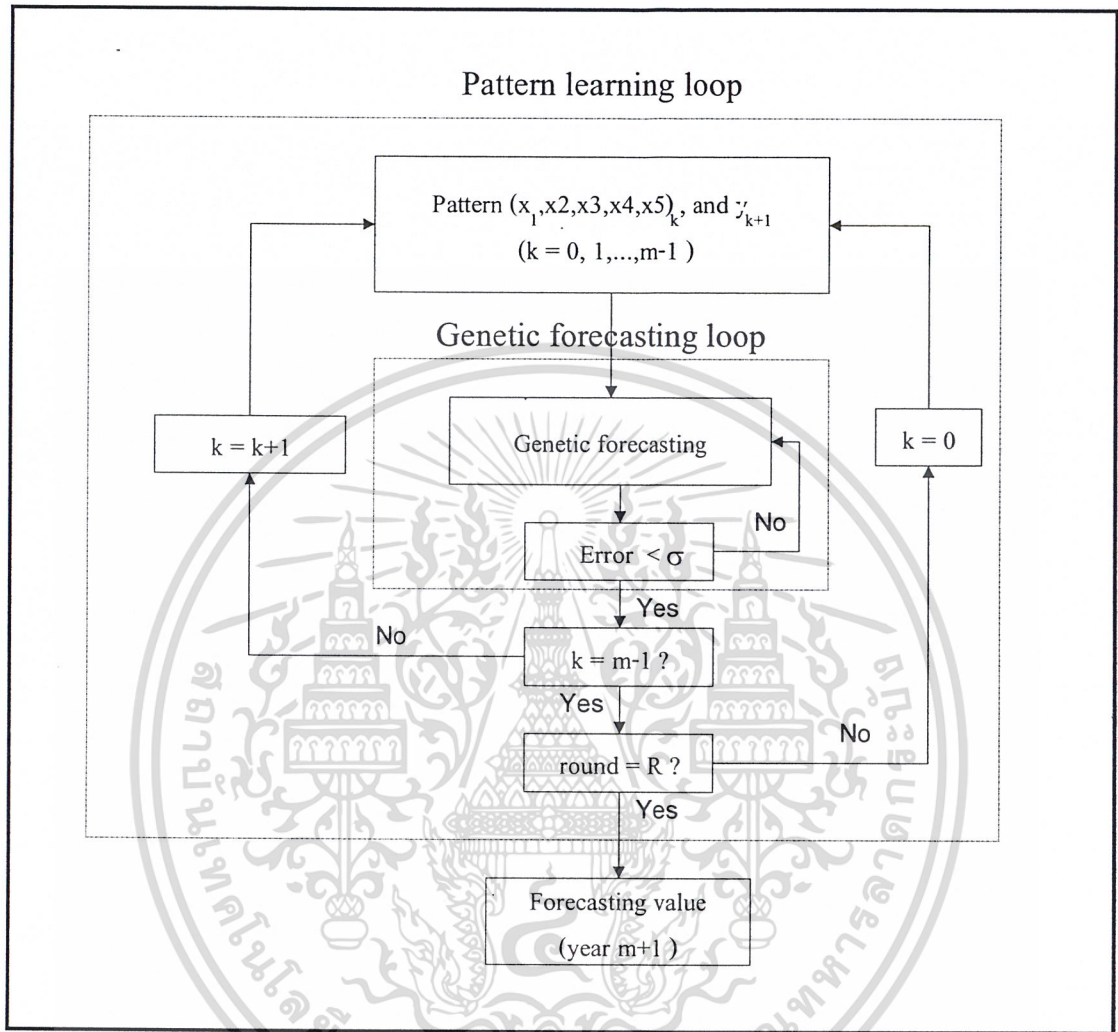
$$y(k+1) = b_0 + b_1x_1(k) + b_2x_2(k) + b_3x_3(k) + b_4x_4(k) + b_5x_5(k) + \omega e(k) \quad (8.3)$$

โดย	b_0	คือ ค่าคงที่ที่ประมาณค่า
	b_1, \dots, b_5	คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าของ x_1, \dots, x_5
	ω	คือ ค่าพารามิเตอร์ $e(k)$

ในการใช้จินตคณิต อัลกอริทึมประกอบด้วย 2 รูป คือ รูปของการทำนายด้วยจินตคณิต อัลกอริทึม และรูปของการเรียนรู้รูปแบบ ซึ่งในรูปของการทำนายด้วยจินตคณิต อัลกอริทึมมีเป้าหมายในการหาค่า

ของพารามิเตอร์ $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, \omega$ ของโมเดลในสมการ (8.3) โดยมีการลดค่าความผิดพลาดระหว่างค่าปริมาณเงินฝากที่แท้จริงและปริมาณเงินฝากที่ทำนายได้ ส่วนในรูปของการเรียนรู้รูปแบบจะไม่ทำการค้นหาค่าพารามิเตอร์ แต่จะหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการหาพารามิเตอร์เหล่านี้

หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) และค่าปริมาณเงินฝาก (y) สำหรับจำนวน m ปี เพื่อที่ใช้ความสัมพันธ์นั้นเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ

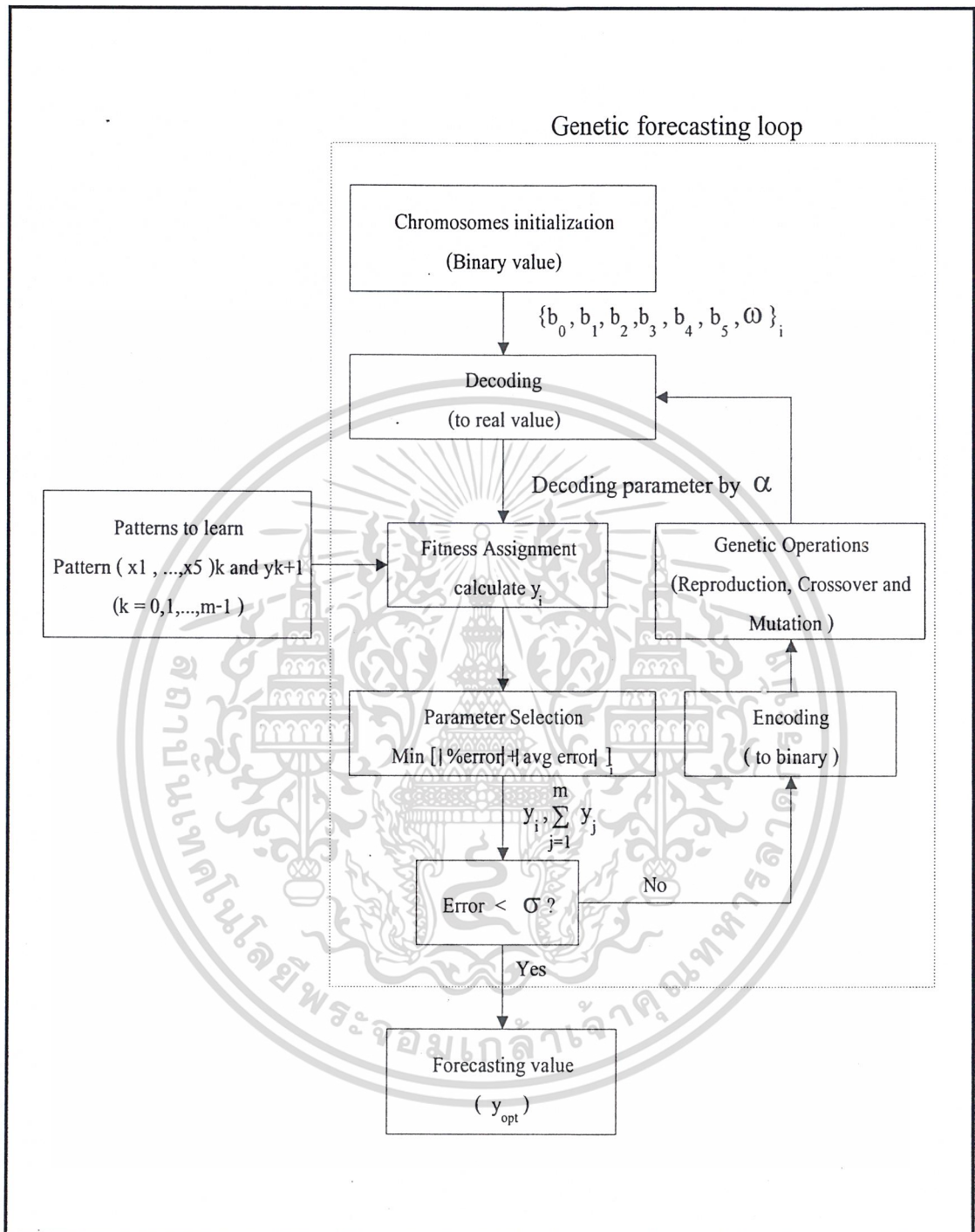


รูปที่ 8-1 ขั้นตอนการทำงานของจenetik อัลกอริทึม

8.4.1 ลูปของการทำนายด้วยจenetik อัลกอริทึม (Genetic Forecasting Loop)

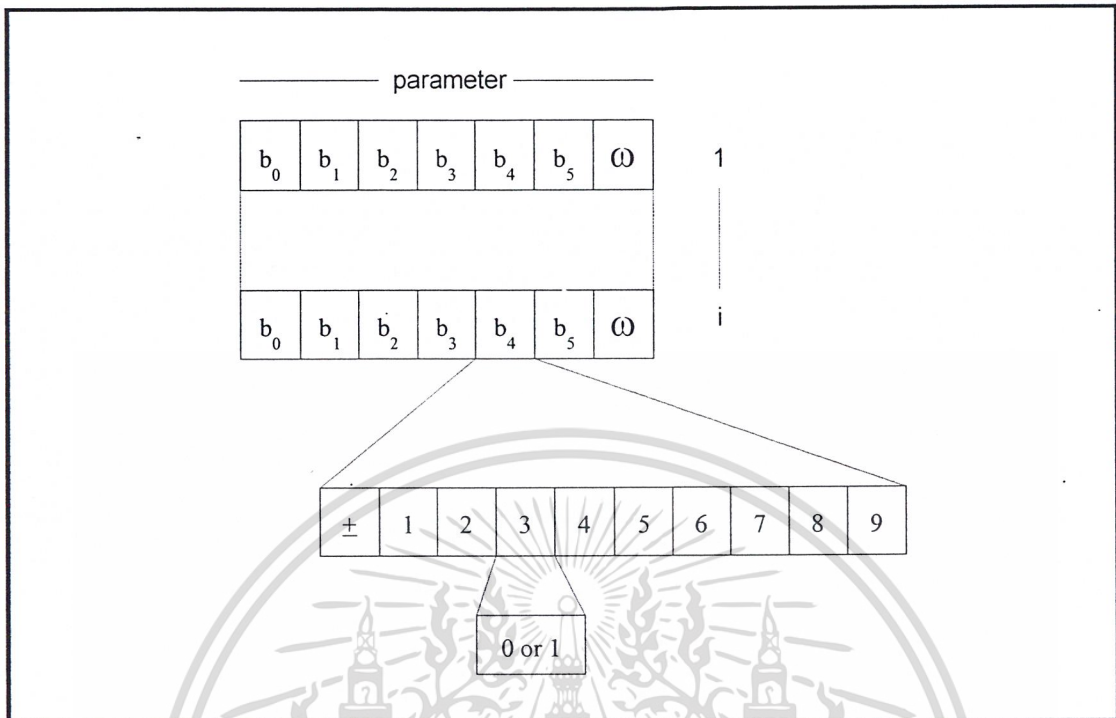
ในขั้นตอนนี้มีเป้าหมายในการหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมที่สุดของตัวแปรต่างๆ ในโมเดลการหาค่าปริมาณเงินฝาก ($b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ และ ω) ซึ่งรูปที่ 8.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของลูปของการทำนายด้วยจenetik อัลกอริทึม (Genetic Algorithms) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ(ดังรูปที่ 8-2) ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างโครโมโซม (Chromosome Initialization) ในโมเดลนี้โครโมโซมจะถูกใช้แสดงค่าพารามิเตอร์ของ 5 ตัวแปร ค่าคงที่ และค่าความผิดพลาด ($b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ และ ω) แต่ละโครโมโซมจะประกอบด้วย 7 ส่วนดังกล่าวรวมกันเป็นสตริง (String) ดังนั้นจำนวนพารามิเตอร์จะถูกกำหนดเป็น 7 แต่ละพารามิเตอร์จะแทนด้วยค่า 10 บิต บิตแรกจะแสดงเครื่องหมายบวกหรือลบ (Positive/Negative Sign) ในขณะที่ 9 บิตที่เหลือแสดงค่าของพารามิเตอร์ดังแสดงในรูป 8-3 และจำนวนไม่ว่าจะจริงหรือจินตเชิงซ้อน อีกทั้งห้ามมิให้ค่าเฉลี่ยและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ของประชากรทั้งหมดจะถูกกำหนดในขั้นตอนนี้ด้วย



รูปที่ 8-2 แสดงขั้นตอนการทำงานในลูปีเนติก อัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8-3 แสดงลักษณะของโครโมโซม

ขั้นตอนการแปลงค่า (Decoding) จะมีการแปลงค่าเลขฐานสอง 9 บิตเป็นค่าจำนวนจริงของ b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , b_5 และ ω โดยมีการใช้แฟกเตอร์ α ซึ่งเป็นแฟกเตอร์ในการแปลง (Decoding Factor)

ขั้นตอนการหาค่าความเหมาะสม (Fitness assignment) ค่าความเหมาะสมจะหาจากค่าความผิดพลาด 2 ชนิด คือ

1. ค่าความผิดพลาดในป็นั้นๆ ระหว่างค่าปริมาณเงินฝากที่แท้จริงและค่าที่ทำนายได้
2. ค่าที่สะสมของการเรียนรู้รูปแบบทั้งหมด

ขั้นตอนการเลือกค่าพารามิเตอร์ (Parameters selection) ในลูปนี้จะเลือกค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดสำหรับ $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ และ $\omega)$ ณ ปีที่ k จากจุดของโครโมโซมในประชากรทั้งหมด ในกลไกการคัดเลือกนี้จะมีหลักจากการพิจารณาในการหาค่าความเหมาะสมที่น้อยที่สุด ซึ่งจะมีการวนลูปจนกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความผิดพลาดจากการทำนายมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ (σ)

ขั้นตอนการแปลงค่าเป็นค่าไบนารี (Encoding To Binary) หากค่าความผิดพลาดจากการทำนายมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ (σ) จะมีการแปลงค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นเป็นค่าไบนารีอีกครั้งเหมือนเดิมเพื่อที่จะใช้ในขบวนการของจินตคณิต อัลกอริทึมต่อไป (Genetic Operation Process)

ขั้นตอนการดำเนินการของจินตคณิต อัลกอริทึม ค่าพารามิเตอร์ที่แปลงได้ของแต่ละตัวแปรต่างๆจะถูกปรับปรุงโดยใช้การดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึมนั้นคือ การรีโพรดักชัน การครอสโอเวอร์และการมิวเตชัน ซึ่งในการครอสโอเวอร์จะมีความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ เพื่อกำหนดโอกาสที่จะเกิดมิวตาชันแต่ละครั้งขึ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้กระบวนการนี้

8.4.2. ลูปของการเรียนรู้รูปแบบ (Pattern Learning Loop)

ในลูปนี้จะมีเป้าหมายในการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปร $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ ณ ปีที่ k และค่าปริมาณเงินฝาก Y ณ ปีที่ $k+1$ และจะมีการวนลูปจนกระทั่งค่าจำนวนรอบมีค่าเท่ากับค่าคงที่ R ดังที่ได้กำหนดค่าของ R ไว้ในตอนต้น ณ จุดนี้ค่าพารามิเตอร์จะมีค่าเป็น $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ และ ω

ค่าที่ได้จากการทำนาย (Forecasting value) ค่าพารามิเตอร์ $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ และ ω ปีที่ m และค่าของ $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ ณ ปีที่ m จะถูกใช้ในการทำนายค่าปริมาณเงินฝาก y สำหรับปีที่ $m+1$ ซึ่งในกระบวนการทำนายทางจินตคณิต อัลกอริทึมเป็นการหาค่าปริมาณเงินฝาก $y(m+1)$ ณ ปีที่ $m+1$

$$y(m+1) = b_0 + b_1x_1(m) + b_2x_2(m) + b_3x_3(m) + b_4x_4(m) + b_5x_5(m) + \omega e(m) \quad (8.4)$$

โดย y คือ ค่าปริมาณเงินฝากที่ดีที่สุด
 b_0 คือ ค่าคงที่ที่ประมาณค่าไว้
 b_1, \dots, b_5 คือ ค่าพารามิเตอร์ของ x_1, \dots, x_5
 ω คือ ค่าความผิดพลาดของพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าไว้
 m คือ จำนวนของรูปแบบที่ถูกแสดงในรูปการทำนายด้วยจินตคณิต อัลกอริทึม

8.4.3 กระบวนการคัดเลือก

ในการคัดเลือกจะพิจารณาจากฟังก์ชันความเหมาะสมที่ได้จากค่าความผิดพลาด 2 ชนิด ดังนี้

- (1) ค่าความผิดพลาดระหว่างค่าเงินฝากค่าจริง และค่าเงินฝากที่ได้จากการทำนาย ณ ปีปัจจุบัน (k) ดังสมการ

$$Error [instance] = \frac{Y(Actual) - Y(forecast)}{Y(Actual)}$$

- (2) ค่าความผิดพลาดจากลูปการเรียนรู้

$$Error [patterns] = \frac{\sum_{j=1}^m Error}{m}$$

โดย m คือ จำนวนของรูปแบบ (Patterns) ที่ถูกแสดงในรูปของการทำนายด้วยจินตคณิต อัลกอริทึม (Genetic Forecasting Loop)

กระบวนการคัดเลือกจะเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสม ณ ปีที่ k จากจุดของโครโมโซมในประชากรทั้งหมด และจะทำการหาค่าที่น้อยที่สุดจากฟังก์ชันค่าความเหมาะสมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น $Fitness = Error[Instance] + Error[Patterns]$ หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ i คือ ขนาดของประชากรทั้งหมด และค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมจะเป็น $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ และ $\omega)$ และค่าอินพุต $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ ณ ปีที่ k จะถูกใช้เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณเงินฝากที่ต้องการ ณ ปีที่ $k+1$

8.4.4 ผลจากการประยุกต์ใช้

ประสิทธิภาพจากการประยุกต์ใช้กระบวนการนี้มีพารามิเตอร์หลายอย่างเช่น เงื่อนไขในการจบกระบวนการ จำนวนของรอบในรูปการเรียนรู้รูปแบบ ขนาดของประชากรแพ็คเกจในการแปลง และการถ่วงน้ำหนักของฟังก์ชันค่าความเหมาะสม ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ กระบวนการทางจินตคณิต อัลกอริทึมในการทำนายปริมาณเงินฝาก

8.5. ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต่างๆ

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักๆที่มีผล คือ

1. ผลกระทบจากจำนวนของปีที่ใช้เรียนรู้

โดยทั่วไป ในการทำนายค่าต่างๆ จะต้องใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีตมาช่วยในการพิจารณา ซึ่งมีการใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปีและข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี มาทดสอบเปรียบเทียบกัน และเมื่อทดสอบแล้ว พบว่า การใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี จะดีกว่าการใช้ข้อมูล 10 ปีย้อนหลัง

2. ผลกระทบจากจำนวนรอบในการเรียนรู้รูปแบบ

ในกระบวนการ จำนวนรอบจะเป็นตัวกำหนดจำนวนการวนลูป ซึ่งจำนวนรอบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนของรูปแบบการเรียนรู้ จากการทดลองพบว่าจำนวนรอบที่เป็น 10 และ 15 เพียงพอสำหรับข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี และ 10 ปี

3. ผลกระทบจากจำนวนประชากร

จำนวนประชากรควรจะกำหนดอย่างเพียงพอ เพราะว่าถ้าจำนวนน้อยเกินไปจะทำให้เกิดความขาดแคลนการกระจายของข้อมูลที่ถูกลีเลือก ในขณะที่เดียวกันขนาดจำนวนมากเกินไป จะพบว่ามีกรวนลูปจำนวนมากเกินไป โดยมีการปรับค่าน้อยเกินไป จากการทดลองจำนวนประชากรที่เหมาะสม คือ 30 และ 50

4. ผลกระทบจากแพ็คเกจการแปลงค่า α

แพ็คเกจการแปลงค่ามีบทบาทสำคัญในกระบวนการจินตคณิต อัลกอริทึม เนื่องจากเป็นปัจจัยในการจำกัดขอบเขตของข้อมูลที่ถูกลีเลือก ขอบเขตของข้อมูลจะจำกัดอยู่ระหว่าง $-2^i \alpha$ ถึง $+2^i \alpha$ โดย i คือ จำนวนบิต จากการทดลองพบว่า แพ็คเกจการแปลงค่า (α) ควรมีค่าเป็น 0.002

จากการทดสอบพบว่า ผลที่ได้จากการใช้กระบวนการจินตคณิต อัลกอริทึม จะได้ค่าแม่นยำกว่าการใช้กระบวนการทางสมการการถดถอย และในกระบวนการจินตคณิต อัลกอริทึมจะมีการกำหนดโครโมโซมในขั้นเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว โดยไม่จำเป็นต้องมีหลายรูปแบบเพิ่มในระหว่างกระบวนการ เอกสารเหมือนการใช้นิวรัลเน็ตเวิร์ก (Neural Network) ที่ต้องมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักทุกครั้งที่มีรูปแบบใหม่ๆ ไม่ว่างใหม่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.6 บทสรุป

เนื่องจากในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการจีเนติก อัลกอริทึมมาทำนายปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ โดยมีชุดข้อมูลของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ, ปริมาณเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ (ในภาครัฐ), อัตราดอกเบี้ย, จำนวนสาขาของธนาคารพาณิชย์ และปริมาณเงินกู้ของปีนั้นๆ เพื่อทำนายปริมาณเงินฝากของปีถัดไป และกลไกการคัดเลือกจะพิจารณาจากการหาค่าที่น้อยที่สุดจากฟังก์ชันค่าความเหมาะสม ซึ่งได้จากการหาค่าความผิดพลาดระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการทำนาย ผลที่ได้ก็จะสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ และค่าเอาท์พุทที่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

การประยุกต์ใช้จินตคณิต อัลกอริทึม ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ

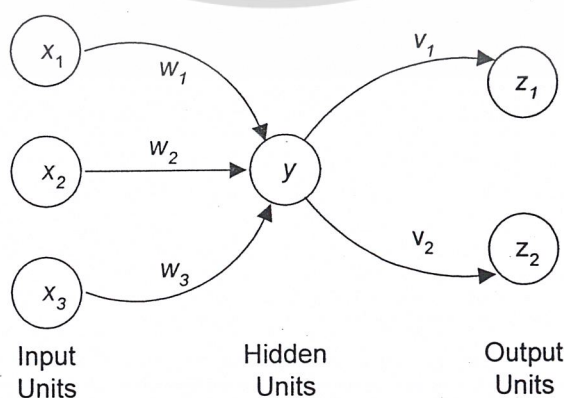
การทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ ถือเป็นกิจกรรมหลักที่ธนาคารพาณิชย์ทั่วไปต้องปฏิบัติเป็นประจำ เนื่องจากรายรับส่วนหนึ่งของธนาคารพาณิชย์ได้มาจากผลกำไรที่ธนาคารพาณิชย์ได้ทำกิจกรรมค้าขายเงินตราต่างประเทศกับลูกค้า โดยการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของธนาคารพาณิชย์ส่วนใหญ่จะจัดให้มีฝ่ายวิเคราะห์แนวโน้มเงินตราต่างประเทศขึ้นเป็นฝ่ายเฉพาะ เนื่องมาจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศต้องใช้เวลา , ความพยายาม และความเชี่ยวชาญมากพอสมควร

ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการทำนาย ตลอดจนการวิเคราะห์แนวโน้มของค่าเงินจึงได้ประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มาทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ซึ่งในที่นี้การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการทำนายเงินบาทเมื่อเทียบกับเงินสกุลดอลลาร์ของประเทศสหรัฐ (1 ดอลลาร์สหรัฐ) โดยการทำนายจะใช้โครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค และจะประยุกต์ใช้จินตคณิต อัลกอริทึมเพื่อมาหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดภายในโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คนี้

9.1 โครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค

หากพิจารณาโครงสร้างนิวรอนเน็ตเวิร์คดังรูป 9-1 จะเห็นว่าโครงสร้างนิวรอนเน็ตเวิร์คแบ่งออกเป็น 3 เลเยอร์ดังนี้

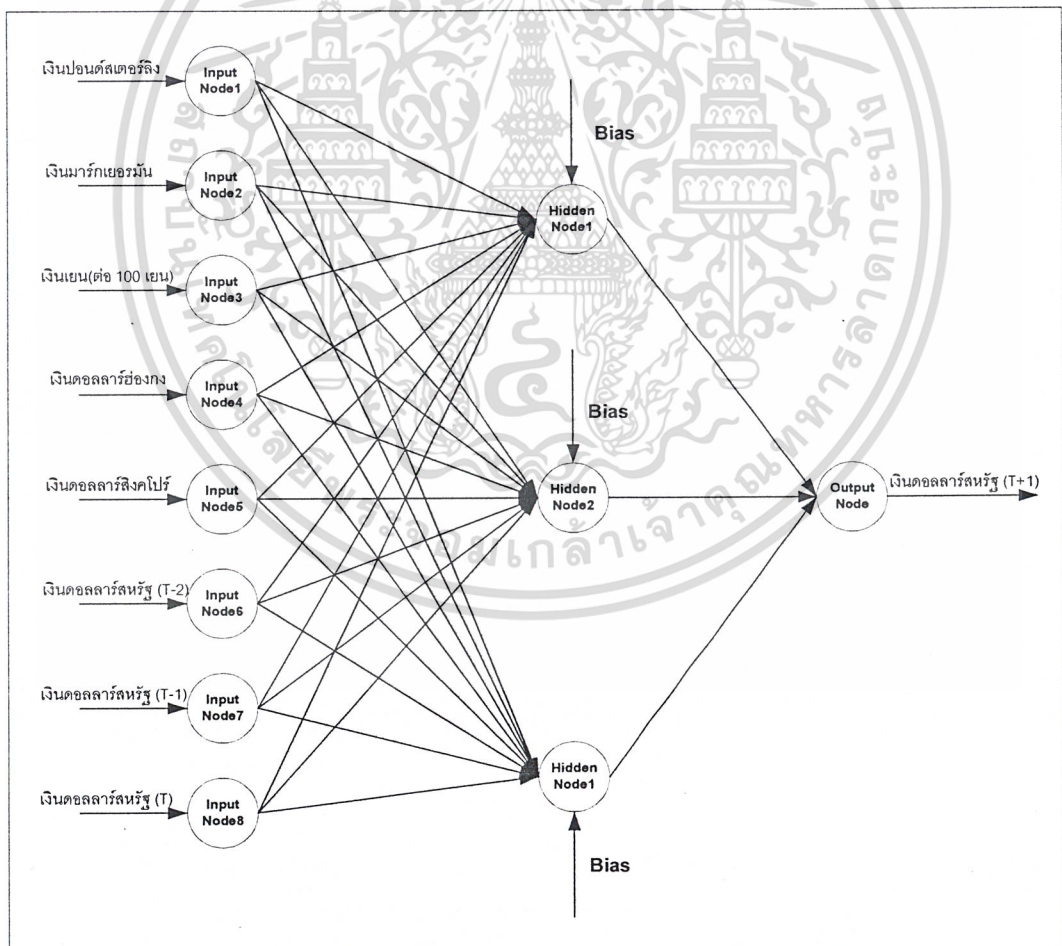
1. อินพุทเลเยอร์ (Input Layer)
2. ฮิดเดนเลเยอร์ (Hidden Layer)
3. เอาท์พุทเลเยอร์ (Output Layer)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 9-1 โครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คแบบง่าย เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คที่ใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศนี้ ได้ทดลองใช้โครงสร้างนิวรอนเน็ตเวิร์ค 4 โครงสร้างในแต่ละการทดลอง โดยใช้การปรับจำนวนโหนดในฮิดเดนเลเยอร์ โครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- อินพุทเลเยอร์ จะใช้อินพุทโหนด 8 โหนดโดยจะป้อนข้อมูลเงินบาทเมื่อเทียบกับเงินสกุลต่างๆในแต่ละอินพุทโหนดต่อไปนี้
 1. เงินปอนด์สเตอร์ลิง ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน
 2. เงินมาร์กเยอรมัน ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน
 3. เงินเยน(ต่อ 100 เยน) ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน
 4. เงินดอลลาร์ฮ่องกง ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน
 5. เงินดอลลาร์สิงคโปร์ ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน
 6. เงินดอลลาร์สหรัฐ (T-2) ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 3 วัน
 7. เงินดอลลาร์สหรัฐ (T-1) ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 2 วัน
 8. เงินดอลลาร์สหรัฐ (T) ณ.วันก่อนวันที่จะทำนาย 1 วัน



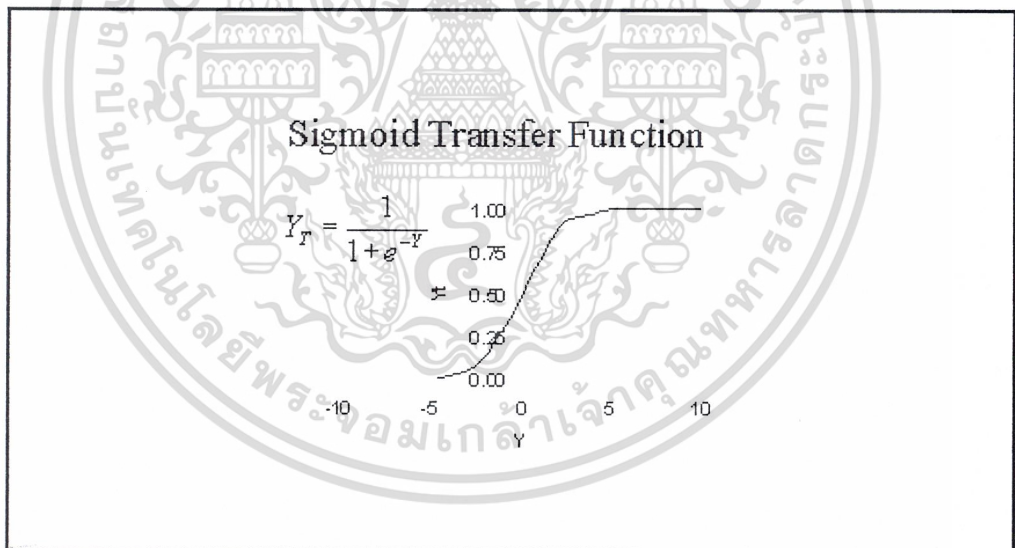
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ **รูปที่ 9-2 แสดงโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คแบบ 3 ฮิดเดนยูนิต** ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิที่ใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ ซึ่งที่มีการนำไปใช้

- ฮิดเดนเลเยอร์ จำนวนของใช้ฮิดเดนโหนดแตกต่างกันไปตามโครงสร้างของทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คที่กำหนด ในการทดลองที่ 1 ใช้จำนวนฮิดเดนโหนดคือ 3, 6, 10 และ 14 ส่วนในการทดลองที่ 2 ใช้ฮิดเดนโหนดคือ 6, 8, 10 และ 14 ตามลำดับ
- เอาท์พุทเลเยอร์ มีจำนวนเอาท์พุทโหนด 1 โหนดใช้ในการแสดงค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับเงิน 1 ดอลลาร์สหรัฐของวันถัดไปที่ทำนายได้

จากรูปที่ 9-2 แสดงโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คที่มี 8 อินพุทโหนด , 3 ฮิดเดนโหนด และ 1 เอาท์พุทโหนด

การคำนวณทางนิเวรอนเน็ตเวิร์ค

เนื่องจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศนั้นใช้โครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์ค ดังนั้นการคำนวณผลลัพธ์ของการทำนายก็ต้องอาศัยหลักการคำนวณทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คเช่นเดียวกัน ซึ่งการคำนวณจะรับอินพุทจากอินพุทโหนดและผลลัพธ์จะออกทางเอาท์พุทเลเยอร์ โดยการคำนวณจะต้องอาศัยทรานเฟอร์ฟังก์ชัน(Transfer Function)แบบลอจิสติกมอยด์ฟังก์ชัน (Logistic Sigmoid Function) ซึ่งลอจิสติกมอยด์ฟังก์ชันจะแปลงค่าอินพุทที่รับมาให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังรูปที่ 9-3



รูปที่ 9-3 Sigmoid Transfer Function

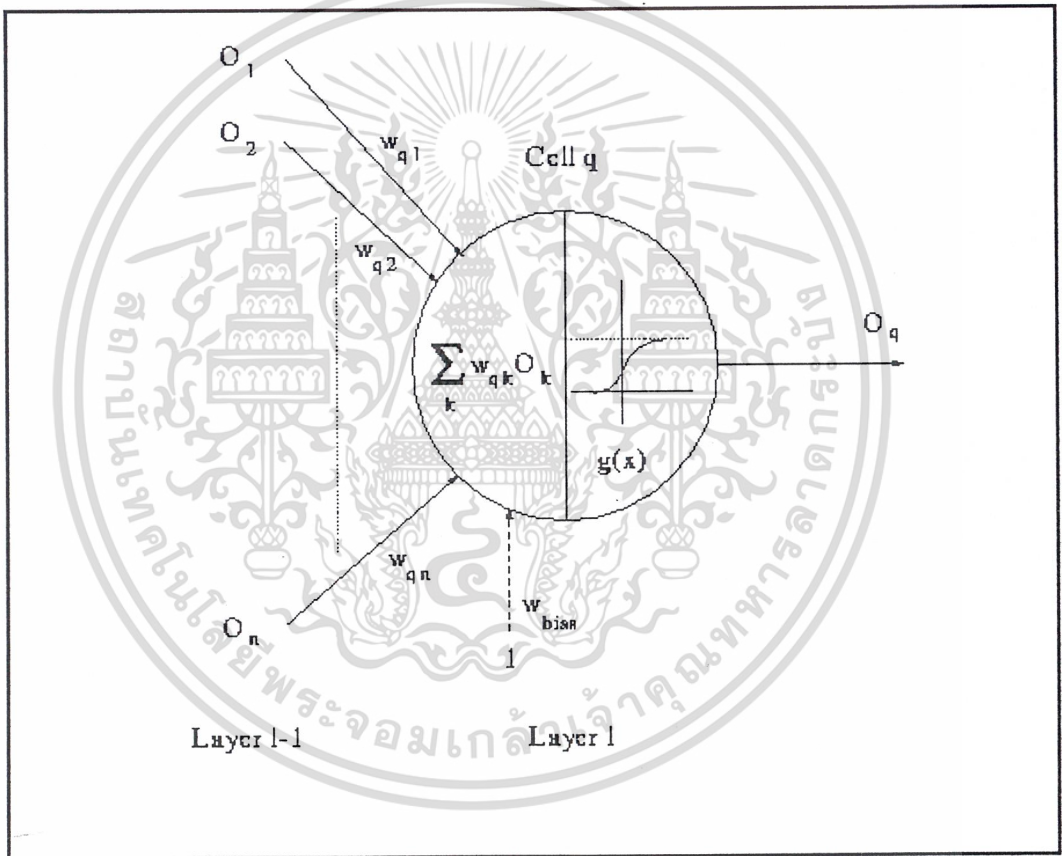
โดยในการคำนวณอินพุทเลเยอร์จะเป็นตัวรับอินพุทจากนิเวรอน $O_1 \dots O_n$ ดังรูป 9-4 โดยแต่ละอินพุทนิเวรอนจะมีอินพุทจะมีค่าน้ำหนัก(Weights)ของตัวเองเรียงตามลำดับ ดังนั้นสัญญาณเอาท์พุท (Activation) ของนิเวรอน O ซึ่งจะเป็นอินพุทของนิเวรอน Q มีค่าดังนี้

$$Q_{in} = \sum (w_{qk} * O_k) \quad \text{โดย } k = 1 \dots n \quad (9-1)$$

ส่วนค่าสัญญาณเอาต์พุตของนิวรอน Y ที่จะส่งไปให้เอาต์พุตเลเยอร์ จะหาได้โดยใช้ลอจิสติกมอดัลฟังก์ชัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$G(x) = 1 / (1 + \text{Exp}(-x)) \quad (9-2)$$

แม้ว่าโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์กในรูปจะดูเรียบง่าย แต่การที่มีฮิดเดนยูนิต และการใช้ฟังก์ชันที่ไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Activation Function) ทำให้มีความสามารถในการแก้ไขปัญหามากกว่าเน็ตเวิร์กที่มีเพียงอินพุตเลเยอร์และเอาต์พุตเลเยอร์ หรืออีกในหนึ่งก็คือการมีฮิดเดนเลเยอร์เป็นสิ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา



รูปที่ 9-4 แสดงการคำนวณทางนิวรอนเน็ตเวิร์ก

9.2 โครงสร้างทางจินตคณิต อัลกอริทึม

ในปัจจุบันการได้มีการนำเอาจินตคณิต อัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้และการหาค่าความเหมาะสม อีกทั้งจินตคณิต อัลกอริทึมมีความสามารถในการหาค่าความเหมาะสมที่แท้จริง (Global Optimization) ซึ่งหลายวิธีไม่เอกลักษณะนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำได้ ดังนั้นจึงได้นำจีเนติก อัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้หาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค เพื่อใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ

การนำจีเนติก อัลกอริทึมมาประยุกต์เพื่อหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสม จะต้องมีการกำหนดรูปแบบของโครโมโซมตามรูปแบบของโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค และกำหนดรูปแบบฟังก์ชันความเหมาะสมที่สอดคล้องกัน เพื่อหาค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน โดยจะอาศัยข้อมูลในอดีตคือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศของธนาคารแห่งประเทศไทยในปี2541เป็นตัววัดความถูกต้องของการทำนาย

9.2.1 รูปแบบของโครโมโซม

โดยปกติค่าน้ำหนักของโครงสร้างนิวรอนเน็ตเวิร์คจะถูกกำหนดเป็นเลขจำนวนจริง แต่รูปแบบโครโมโซมของจีเนติก อัลกอริทึมที่ใช้แทนค่าน้ำหนักจะกำหนดเป็นเลขจำนวนจริงไม่ได้ เนื่องมาจากการกำหนดโครโมโซมเป็นเลขจำนวนจริงเมื่อผ่านขบวนการทางพันธุศาสตร์แล้ว ค่าของน้ำหนักจะไม่เปลี่ยนแปลง คือไม่มีค่าใหม่ๆเกิดขึ้น ขบวนการทางพันธุศาสตร์จะทำได้เพียงการสลับตำแหน่งของค่าน้ำหนักเท่านั้น

ดังนั้นการกำหนดรูปแบบของโครโมโซมของจีเนติก อัลกอริทึมสำหรับค่าน้ำหนักของโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค จะถูกกำหนดโดยใช้เลขชุดของไบนารี (Binary) แทนค่าน้ำหนักแต่ละค่า เนื่องจากค่าน้ำหนักที่เหมาะสมกับโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คจะมีอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ดังนั้นจะต้องใช้ชุดเลขไบนารี 11 บิตแทนค่าน้ำหนักแต่ละค่าน้ำหนักดังรูป9-5

Sing Bit	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
----------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

รูปที่ 9-5 แสดงรูปแบบของโครโมโซม

โดยชุดของเลขไบนารี 10 บิตแรกจะถูกแปลงค่าเป็นเลขฐานสิบ ส่วนในบิตที่ 11 จะเป็นบิตที่แสดงเครื่องหมาย ดังนั้นเมื่อเอาทั้งสองส่วนมารวมกันจะแปลงออกมาเป็นเลขฐานสิบที่มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยจะมีวิธีการแปลงค่าจะแสดงไว้ที่โพซีเคอร์ดีโคด (Procedure Decode) ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนคร่าวๆได้ดังนี้

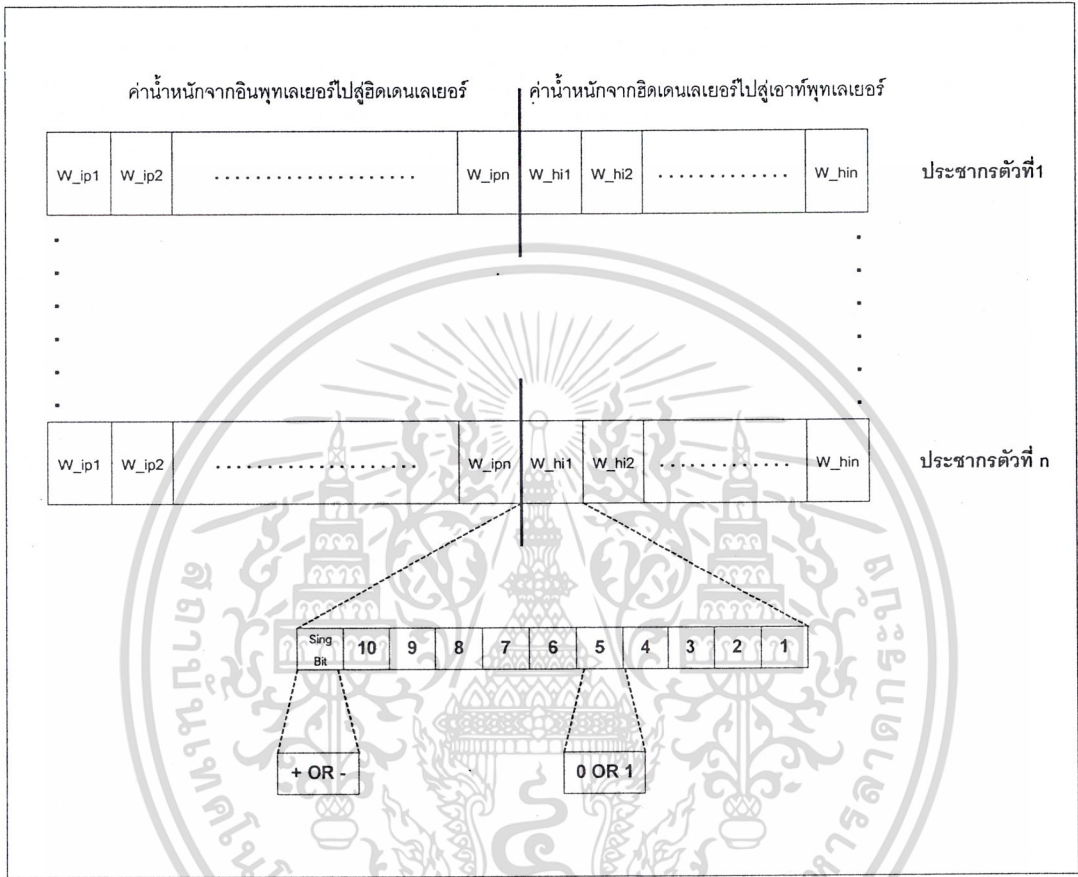
- แปลงเลขไบนารีทั้ง 10บิตพร้อมบิตเครื่องหมายมาเป็นเลขฐานสิบ โดยใช้หลักการแปลงเลขฐาน ดังนั้นจะได้ค่าอยู่ระหว่าง $\pm 1,023$
- ปรับค่าที่เลขฐานสิบที่มีค่ามากกว่า 1,000 ให้เท่ากับ 1,000
- ปรับค่าที่เลขฐานสิบที่มีค่าน้อยกว่า -1,000 ให้เท่ากับ -1,000
- นำค่าเลขฐานสิบที่ได้มาหารด้วย1,000 ก็จะได้ค่าน้ำหนักที่มีค่าอยู่ระหว่าง ± 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จากรูปที่9-2 แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คจะแบ่งค่าน้ำหนักเป็น 2 ชุดคือ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนำน้หนักจากอินพุทเลเยอร์ไปสู่ฮิดเดนเลเยอร์
2. คำนำน้หนักจากฮิดเดนเลเยอร์ไปสู่เอาต์พุทเลเยอร์

ดังนั้นการนำชุดโครโมโซมที่แทนค่าน้ำหนักมาผ่านขบวนการทางจีนติก อัลกอริทึม ก็ต้องแบ่งออกเป็น 2 ชุดเช่นเดียวกันดังรูป 9-6 โดยการนำขบวนการทางจีนติก อัลกอริทึม ในแต่ละชุดค่าน้ำหนักจะแยกจากกันโดยเด็ดขาด



รูปที่ 9-6 แสดงรูปแบบโครโมโซมของค่าน้ำหนักของแต่ละประชากร

โดยค่าประชากร 1 ค่าจะประกอบด้วยชุดโครโมโซมของค่าน้ำหนักทั้งสองชุด ซึ่งตามปกติจำนวนของค่าน้ำหนักจะแปรผันตรงกับของโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คคือ หากจำนวนฮิดเดนเลเยอร์, อินพุทโหนด , ฮิดเดน โหนด และเอาต์พุทโหนดมีค่าเพิ่มขึ้น จำนวนชุดค่าน้ำหนักก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ค่าของประชากร 1 ค่าแสดงดังรูปที่ 9-6

9.2.1 รูปแบบของฟังก์ชันความเหมาะสม

ฟังก์ชันความเหมาะสมของการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการหาค่าความผิดพลาดของการทำนายของชุดข้อมูลในอดีตที่เรานำมาใช้ในการเรียนรู้หรือการทดสอบ โดยฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสมคือ ฟังก์ชันที่ใช้หาชุดของประชากรที่มีค่าน้ำหนักของโครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คที่ทำให้เกิดค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Fitness Function} = \text{Min} (\text{Abs}(\text{ผลลัพธ์จากการทำนาย} - \text{ค่าอัตราแลกเปลี่ยนจริง})) \quad (9-3)$$

9.3 ขั้นตอนในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ

ขั้นตอนในการประยุกต์ใช้จินติก อัลกอริทึมในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมกับโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คที่ใช้สำหรับการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ โดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาปาสคาล (Pascal) ในช่วงแรกของการทำการทดลอง แต่ต่อมาเกิดปัญหาขึ้นเนื่องมาจากความจุของสแตค(Stack) ของโปรแกรมไม่เพียงพอกับการเขียนโปรแกรม จึงได้เปลี่ยนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเดลไฟล์ (Delphi 3.0) แทน ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ค. โดยขั้นตอนต่างๆของการทำงานได้แสดงดังรูปที่ 9-7 ซึ่งเป็นแผนผังแสดงขั้นตอนการทำนาย ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

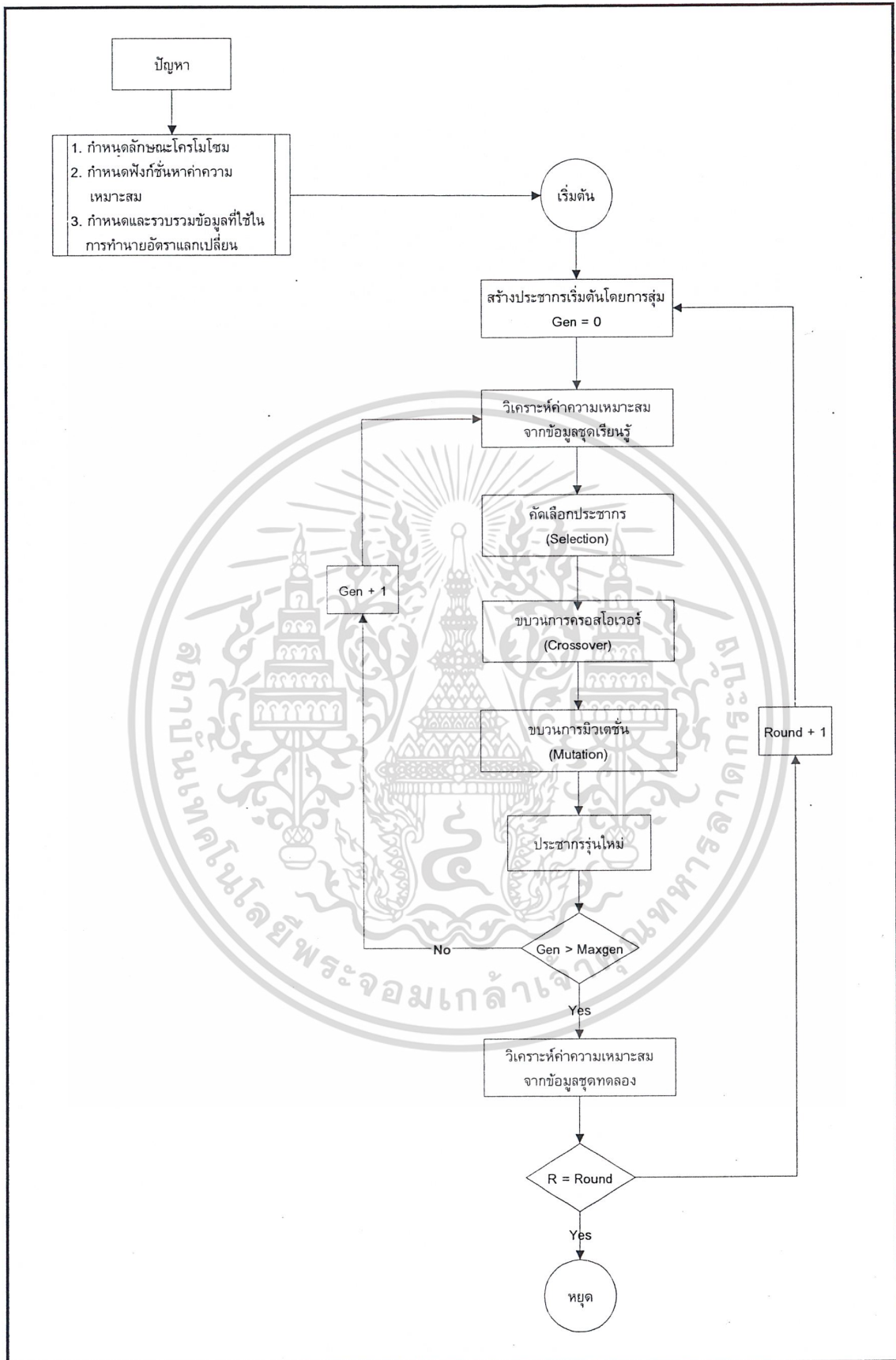
1. การกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆของปัญหา
2. สร้างประชากรเริ่มต้นโดยการสุ่ม
3. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมจากข้อมูลชุดเรียนรู้ โดยใช้การคำนวณทางนิวรอนเน็ตเวิร์คเพื่อหาค่าที่ทำนายออกมา
4. กระบวนการทางจินติก อัลกอริทึม
 - 4.1 การคัดเลือกประชากร (Selection)
 - 4.2 ขบวนการครอสโอเวอร์ (Crossover)
 - 4.3 ขบวนการมิวเตชัน (Mutation)
5. ประชากรรุ่นใหม่
6. ขบวนการตัดสินใจ โดยจะใช้สิ่งต่อไปนี้ในการตัดสินใจ
 - จำนวนเงินเนอร์เรชั่น หากจำนวนเงินเนอร์เรชั่นมากกว่าค่าคงที่ที่ต้องไว้ก็ให้ออกจากขบวนการ (Yes)
 - ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของประชากรที่ดีที่สุด (ค่าน้ำหนักในชุดที่ดีที่สุด) หากมีค่าคงที่ติดกันเกิน 100 เงินเนอร์เรชั่นก็ให้ออกจากขบวนการ (Yes)
 - ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของประชากรที่ดีที่สุดหากมีค่าคงที่ติดกันเกิน 75 เงินเนอร์เรชั่นและค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของประชากรประชากรทั้งหมดมีค่าคงที่ติดกันเกิน 50 เงินเนอร์เรชั่นก็ให้ออกจากขบวนการ (Yes)

ถ้าหากขบวนการตัดสินใจไม่ให้ออกจากขบวนการ (No) ก็กลับไปทำที่ขั้นตอน 3 อีกครั้งและเพิ่มเงินเนอร์เรชั่นอีก 1 เงินเนอร์เรชั่น

7. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมจากข้อมูลชุดทดลอง
8. ขบวนการตัดสินใจ โดยจะใช้รอบของการสุ่มประชากรเป็นตัวตัดสินใจ หากจำนวนรอบของการสุ่มประชากรมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ก็ให้ออกจากขบวนการ (Yes) แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่าก็ให้กลับเข้าขบวนการอีกครั้งและเพิ่มจำนวนรอบของการสุ่มประชากรอีก 1 รอบ

9.4 ขั้นตอนการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่รูปที่ 9-7 แสดงแผนผังขั้นตอนการให้เงินตักอัตรיתיในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

จากทั้ง 9 ขั้นตอนข้างต้นสามารถแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนหลักคือ

1. การกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆของปัญหา
2. การคำนวณหาค่าความเหมาะสม
3. กระบวนการทางจีเนติก อัลกอริทึม

9.3.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ของปัญหา

การกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆของปัญหาถือว่าเป็นงานอันดับแรกที่ต้องทำ คือควรกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ โดยค่าเริ่มต้นที่ควรกำหนดก็คือ

- รูปแบบของโครโมโซม โดยรูปแบบของโครโมโซมนั้นต้องมีความสอดคล้องกับฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม ซึ่งได้อธิบายลักษณะของโครโมโซมแล้วในหัวข้อที่9.2.1
- ฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม เป็นฟังก์ชันที่หาค่าความผิดพลาดของการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ ซึ่งได้อธิบายลักษณะของโครโมโซมแล้วในหัวข้อที่9.2.2
- กำหนดและรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน โดยข้อมูลที่จะใช้ในการทำนายนั้นเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการป้อนเข้าในส่วนอินพุทเลเยอร์ในแต่ละอินพุทโหนด โดยในขั้นแรกจะใช้ชุดข้อมูลในอดีตดังนี้

การทดลองที่1

- ข้อมูลชุดเรียนรู้ จะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2541 ถึง 31 ธันวาคม 2541 เป็นจำนวน 63 ชุด
- ข้อมูลชุดทดสอบ จะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2542 เป็นจำนวน 40 ชุด

การทดลองที่2

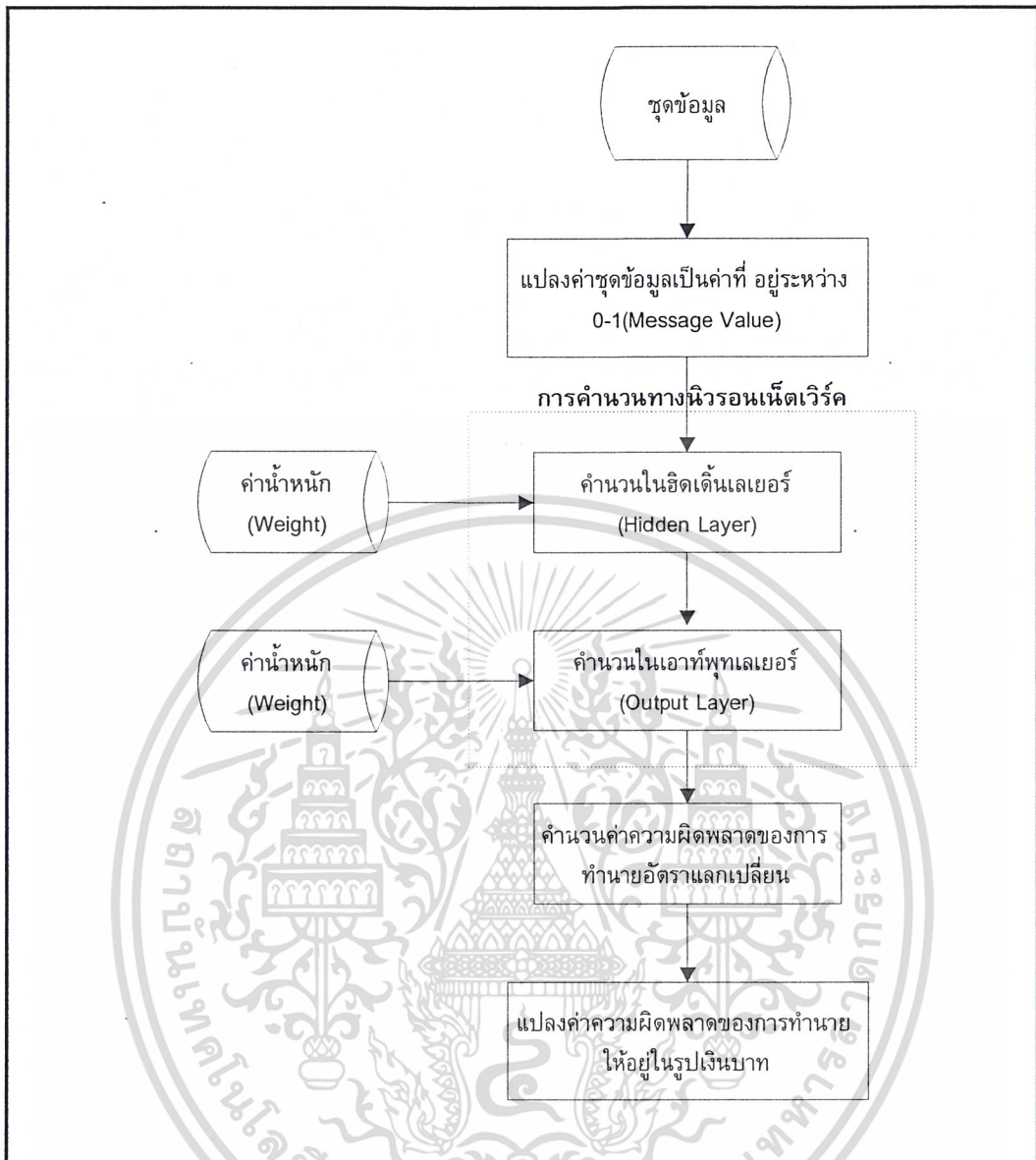
- ข้อมูลชุดเรียนรู้ จะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2541 ถึง 31 ธันวาคม 2541 เป็นจำนวน 164 ชุด
- ข้อมูลชุดทดสอบ จะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2542 เป็นจำนวน 40 ชุด

9.3.2 การคำนวณหาค่าความเหมาะสม

ในการคำนวณหาค่าความเหมาะสมนั้น จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะวิธีการคำนวณและลักษณะทางโครงสร้างของนิวรอนเน็ตเวิร์ค โดยตรง ฟังก์ชันค่าความเหมาะสมคือ

$$\text{Fitness Function} = \text{Min} (\text{Abs}(\text{ผลลัพธ์จากการทำนาย} - \text{ค่าอัตราแลกเปลี่ยนจริง}))$$

การคำนวณค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทำนายนั้น จะคำนวณจากค่าผลต่างระหว่างของค่าที่ได้จากการทำนายข้อมูลชุดเรียนรู้หรือข้อมูลชุดทดลองกับค่าเงินดอลลาร์สหรัฐ ณ.วันที่จะทำนาย โดยค่าที่ได้จากการทำนายคือค่าเอาท์พุทที่ออกมาจากเอาท์พุทเลเยอร์ดังรูปที่9-8 มีขั้นตอนในการในการคำนวณไม่ดังนี้ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9-8 แสดงขั้นตอนการคำนวณหาฟังก์ชันค่าความเหมาะสม

1- แปลงชุดข้อมูลอินพุตให้เป็นค่าแมสเสจ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยมีวิธีการทำดังนี้

- ค่าหามากที่สุดและน้อยที่สุดของแต่ละชนิดอินพุต คือ เงินปอนด์สเตอร์ลิง , เงินมาร์กเยอรมัน , เงินเยน , เงินดอลลาร์ฮ่องกง , เงินดอลลาร์สิงคโปร์ และเงินดอลลาร์สหรัฐ และหาค่าหามากที่สุดและน้อยที่สุดของแต่ละชนิดเอาต์พุต
- กำหนดให้อินพุตที่มีค่ามากที่สุดมีค่าแมสเสจเท่ากับ 0.9
- กำหนดให้อินพุตที่มีค่าน้อยที่สุดมีค่าแมสเสจเท่ากับ 0.1
- ส่วนค่าอินพุตและเอาต์พุตตัวอื่นๆ คำนวณหาค่าแมสเสจได้จากสูตรดังนี้

$$\text{Message Value} = \text{Min_range} + [(\text{Input } i - \text{Min}[\text{Input } i]) * (\text{Max_range} - \text{Min_range})] / (\text{Max}[\text{Input } i] - \text{Min}[\text{Input } i]) \quad (9-4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อคุณญาติเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ควรฉ้อโกง ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โดยที่
- Max_range = ขอบเขตบนของค่าแมสเสจ โดยกำหนดให้เท่ากับ 0.9
 - Min_range = ขอบเขตล่างของค่าแมสเสจ โดยกำหนดให้เท่ากับ 0.1
 - Min[Input I] = ค่าที่น้อยที่สุดของอินพุตชนิดเดียวกัน
 - Max[Input I] = ค่าที่มากที่สุดของอินพุตชนิดเดียวกัน
 - Input I = ค่าของอินพุตที่จะนำมาแปลงเป็นค่าแมสเสจ

2. คำนวณในฮิดเดนเลเยอร์

- นำค่าของชุดอินพุตที่แปลงเป็นค่าแมสเสจแล้วที่ละ 1 ชุดมาคูณกับชุดค่าน้ำหนักอินพุต และหาผลรวมของค่าเหล่านั้น
- นำผลรวมมาคำนวณโดยใช้ลอจิกซิกมอยด์ฟังก์ชัน ดังนั้นจะได้ค่าเอาต์พุตในแต่ละฮิดเดนเลเยอร์ เพื่อจะนำมาเป็นค่าอินพุตของเอาต์พุตเลเยอร์ต่อไป

3. คำนวณในเอาต์พุตเลเยอร์

- นำค่าเอาต์พุตในแต่ละฮิดเดนเลเยอร์มาคูณกับชุดค่าน้ำหนักฮิดเดน และหาผลรวมของค่าเหล่านั้น พร้อมทั้งนำผลรวมมาคำนวณโดยใช้ลอจิกซิกมอยด์ฟังก์ชันอีกครั้งหนึ่ง

4. คำนวณค่าความผิดพลาดของการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน

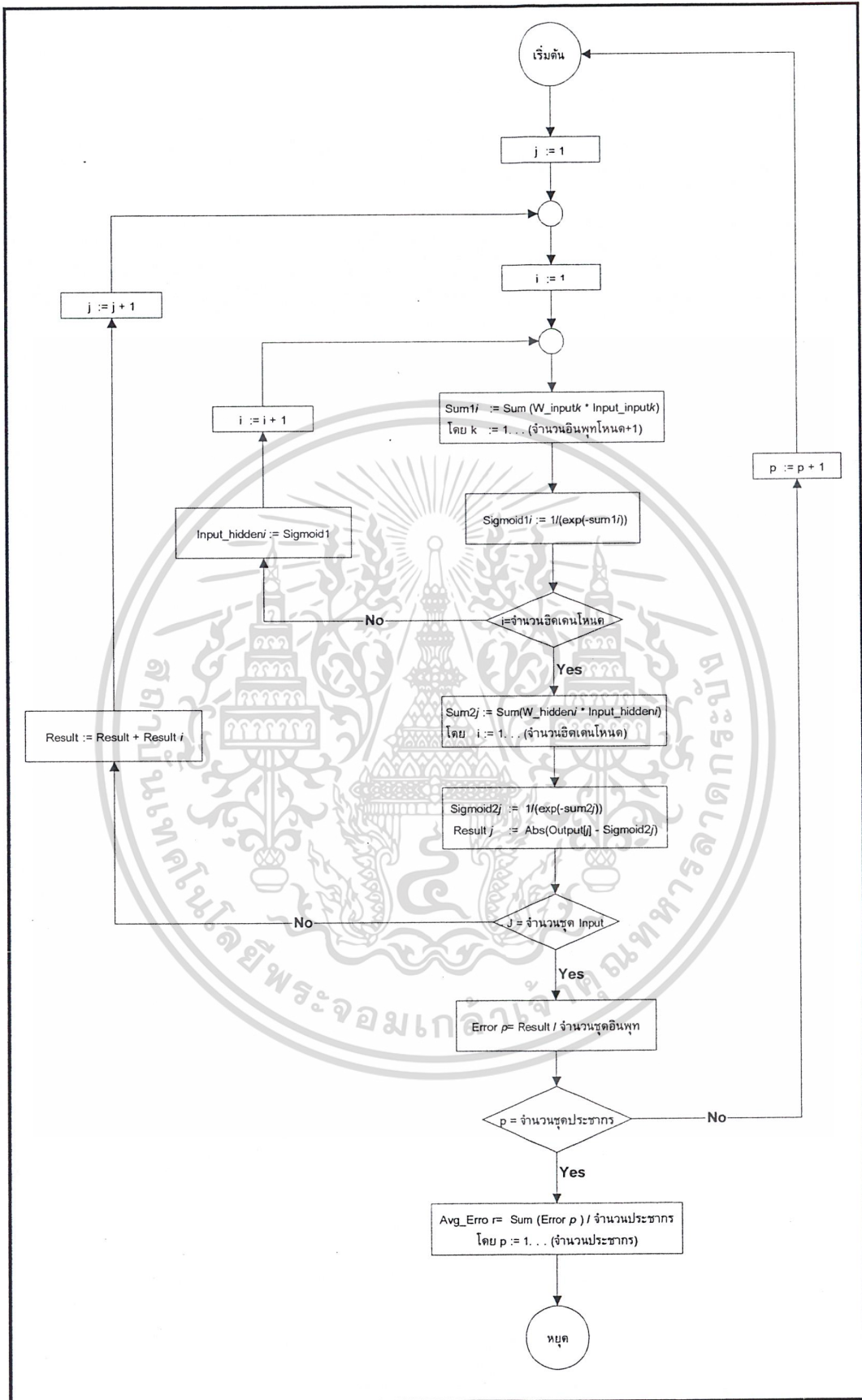
- นำค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ของแต่ละชุดมาคำนวณหาค่าความผิดพลาดจากการทำนายในแต่ละชุดอินพุต
- หาค่าความผิดพลาดของการทำนายเฉลี่ยของทุกชุดอินพุต ในแต่ละชุดของประชากร (ชุดของค่าน้ำหนัก 1 ชุด)
- ทำการหาค่าความผิดพลาดของการทำนายเฉลี่ยของทุกชุดอินพุตสำหรับทุกชุดประชากร โดยกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 – 5 อีกครั้ง

การคำนวณในขั้นตอนที่ 2 – 5 เป็นการคำนวณทางนิวรอนเน็ตเวิร์คและการหาค่าความผิดพลาดน้อยสุดโดยใช้ฟังก์ชันค่าความเหมาะสม ซึ่งได้ค่าความผิดพลาดออกมา 2 รูปแบบคือ ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของประชากรที่มีค่าน้อยที่สุด และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของประชากรทุกตัว โดยขั้นตอนในการคำนวณได้แสดงได้ดังรูปที่ 9-9

5. ทำการแปลงค่าความผิดพลาดของการทำนายให้อยู่ในรูปเงินบาท จะต้องนำค่าผิดพลาดที่คำนวณได้มาแปลงให้อยู่ในรูปของเงินบาทโดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าผิดพลาดในรูปเงินบาท} = \frac{\text{Min}[Input I] + ((Output_i - \text{Min_range}) * (\text{Max}[Input i] - \text{Min}[Input I]))}{(\text{Max_range} - \text{Min_range})} \quad (9-5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าโดยที่ใด ที่ Output I ห้ามใช้ค่าของเอาต์พุตที่ทำนายได้จากจินตนาการ อัลกอริทึมซึ่งอยู่รูปค่าแมสเสจไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **รูปที่ 9-9 แสดงการคำนวณทางนิวรอนเน็ตเวิร์กและการหาค่าความเหมาะสม** ที่มีการนำไปใช้

9.3.3 กระบวนการทางจينيติก อัลกอริทึม

จากรูปที่ 9 -10 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทางจينيติก อัลกอริทึม

ขั้นตอนที่ 1 จะมีการตั้งค่าตัวแปร Gen ให้มีค่าเป็น 1 เป็นการตั้งค่าเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 2 มีการสุ่มชุดโครโมโซมเริ่มต้น เพื่อใช้ในการดำเนินการในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 มีการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมและมีการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุด 1 ตัว ใส่งในอาร์เรย์ Best_Pop โดยทำการคัดเลือกจากชุดโครโมโซมทั้งหมดที่มีอยู่หรือจากอาร์เรย์ Oldpop

ขั้นตอนที่ 4 นำชุดของโครโมโซมในอาร์เรย์ Oldpop ซึ่งเป็นอาร์เรย์ที่เก็บโครโมโซมในรุ่นเก่า มาเรียงลำดับตามค่าความเหมาะสม โดยเรียงจากค่าน้อยไปค่ามาก โดยจะนำโครโมโซมมาเปรียบเทียบกับค่าความเหมาะสมกันทีละ 2 ค่า จากนั้นจะใส่งในอาร์เรย์ Sort_Fit เพื่อใช้ในกระบวนการต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดค่าตัวแปร j ให้มีค่า 1 เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการนับจำนวนของการวนลูป

ขั้นตอนที่ 6 ทำการคัดเลือกหาโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำลองแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติ โดยทำการคัดเลือกชุดโครโมโซมรุ่นเก่าให้เป็นโครโมโซมต้นแบบ เพื่อใช้สร้างโครโมโซมลูกเป็นรุ่นต่อไป ซึ่งจะมีการพิจารณาค่าความเหมาะสมเป็นตัวตัดสินว่า โครโมโซมใดในรุ่นเก่ามีโอกาสจะถูกเลือกเป็นโครโมโซมพ่อ-แม่มากขึ้นเพียงใด โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีจะถูกกำหนดน้ำหนักค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกในแต่ละครั้งสูง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- ทำการหาค่าความเหมาะสมของแต่ละ โครโมโซม
- หาผลรวมของค่าความเหมาะสมนั้นๆ
- หาค่าของส่วนกลับของค่าความเหมาะสมสำหรับแต่ละโครโมโซม จากสมการ

$$\text{Fitness_new} = \frac{1 + \text{Sumfitness_org}}{1 + \text{Fitness}}$$

โดย Fitness_new คือ ค่าส่วนกลับของค่าความเหมาะสมสำหรับแต่ละโครโมโซม

Sumfitness_org คือ ผลรวมของค่าความเหมาะสมจริงทั้งหมด

Fitness คือ ค่าความเหมาะสมสำหรับแต่ละโครโมโซม

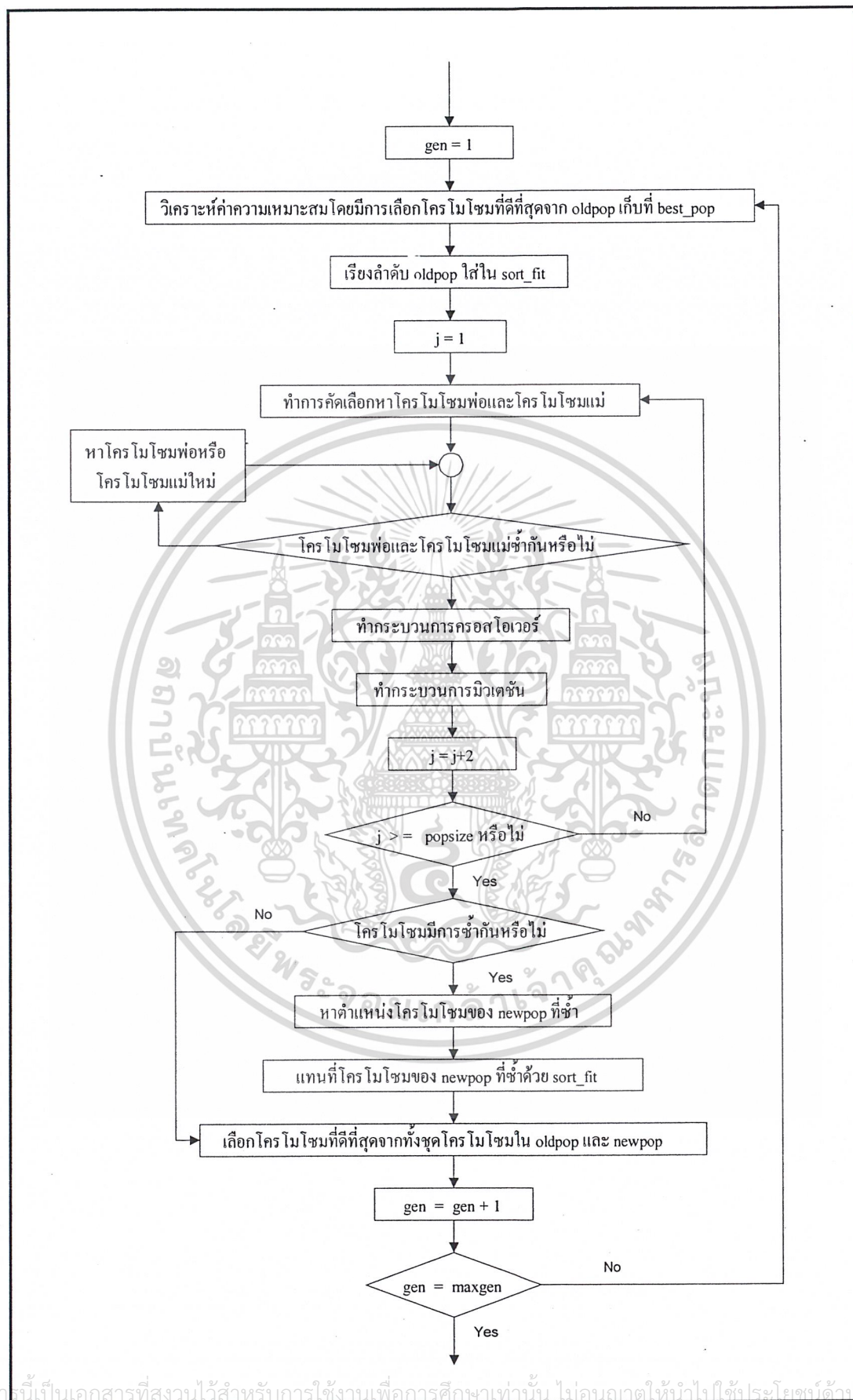
- หาความถี่สะสม (q) ของค่าส่วนกลับของค่าความเหมาะสม
- ทำการสุ่มเลขจำนวนจริงขึ้นมา (r) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $[0,1]$
- เลือกโครโมโซมลำดับที่ r ซึ่ง r มีค่าอยู่ระหว่าง q_{r-1} และ q_r

เนื่องจากในกระบวนการของจينيติก อัลกอริทึม สำหรับการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินระหว่างประเทศ จะเป็นการหาโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุด ดังนั้นเมื่อทำให้ค่าความเหมาะสมกลับเป็นส่วนกลับแล้วเวลาสุ่มค่า r ขึ้นมา จะทำให้ค่า r มักจะอยู่ในช่วงของโครโมโซมที่มีค่าส่วนกลับของค่าความเหมาะสมมาก มากกว่าที่จะอยู่ในช่วงของโครโมโซมที่มีค่าส่วนกลับของค่าความเหมาะสม

น้อยกว่านั่นคือ โครโมโซมที่มีค่าส่วนกลับของโครโมโซมหลายๆ หรือก็คือมีค่าความเหมาะสมน้อยๆ จะ

มีโอกาสถูกเลือกมากกว่า ในขั้นตอนนี้จะได้ตำแหน่งของโครโมโซมนั้นออกมา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเชิงนโยบายและข้อบังคับของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

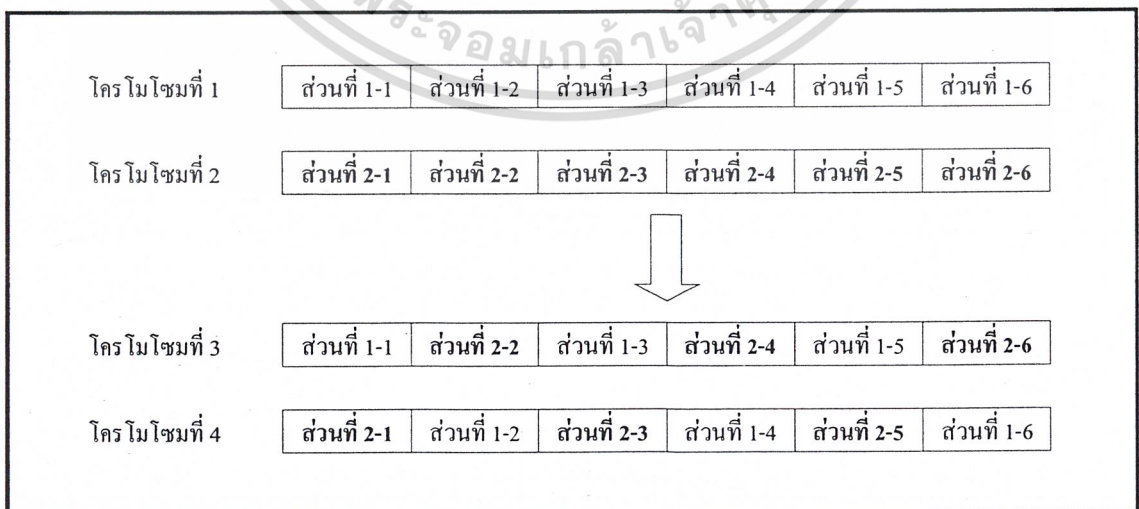
รูปที่ 9-10 ขั้นตอนการดำเนินงานทางจenetik อัลกอริทึม

ขั้นตอนที่ 7 ทำการตรวจสอบว่าโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ที่ได้จากขั้นตอนที่ 6 นี้ซ้ำกันหรือไม่ คือโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ที่ได้เป็นตัวเดียวกันหรือไม่

- กรณีที่ใช่ จะทำการหาโครโมโซมพ่อหรือโครโมโซมแม่ใหม่อีก 1 โครโมโซม จากนั้นจะกลับไปทำกระบวนการตรวจสอบในขั้นตอนที่ 7 อีกครั้งหนึ่ง และถ้าโครโมโซมพ่อหรือโครโมโซมแม่ใหม่นี้ซ้ำกับโครโมโซมพ่อหรือแม่เดิมที่มีอยู่แล้ว ก็จะวนกลับไปทำการหาโครโมโซมพ่อหรือแม่ใหม่อีกครั้ง และจะวนเช่นนี้ไปจนกว่าโครโมโซมพ่อหรือแม่ที่ได้ใหม่ไม่ซ้ำเดิมก็จะไปเข้ากรณีถัดไป
- กรณีที่ไม่ใช่ จะไปทำกระบวนการในขั้นตอนที่ 8 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 8 กระบวนการทำครอสโอเวอร์ ซึ่งเป็นกระบวนการในการแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ แต่ทั้งนี้และทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover (Pcross)) โดยจะมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- (1) ทำการสุ่มหาคู่ของโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ในชุดของโครโมโซมทั้งหมด
- (2) ทำการสุ่มหาค่าจำนวนจริง (r) โดยกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง $[0,1]$ และค่า $r \leq P_{cross}$ โดย P_{cross} คือค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ แล้วโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่นี้จึงมีการครอสโอเวอร์ เนื่องจากหากค่าครอสโอเวอร์มีค่าน้อยช่วงตั้งแต่ $[0, P_{cross}]$ จะน้อยด้วย ดังนั้นโอกาสการเกิดครอสโอเวอร์จะน้อย แต่ถ้าค่า P_{cross} มากช่วงของ $[0, P_{cross}]$ จะมากด้วย ดังนั้นจึงควรกำหนดว่าถ้าค่า r อยู่ในช่วง $[0, P_{cross}]$ จะเกิดการครอสโอเวอร์
- (3) ทำการสุ่มหาจุดตัดของการครอสโอเวอร์ เนื่องจากโครโมโซมประกอบด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) ทั้งหมดในอินพุทโหนดมาต่อกัน และค่าน้ำหนัก (Weight) ในฮิดเด็นโหนดมาต่อกันในลักษณะของเลขไบนารี ดังนั้นจึงมีการกำหนดค่าจุดตัดของน้ำหนักในอินพุทโหนด (ค่า N_{jcross_wip}) และกำหนดค่าจำนวนจุดตัดของน้ำหนักในฮิดเด็นโหนด (ค่า N_{jcross_whi})
- (4) แลกเปลี่ยนช่วงของโครโมโซมตามตั้งแต่จุดตัดหนึ่งถึงอีกจุดตัดหนึ่งสลับกันดังรูปที่ 9-11

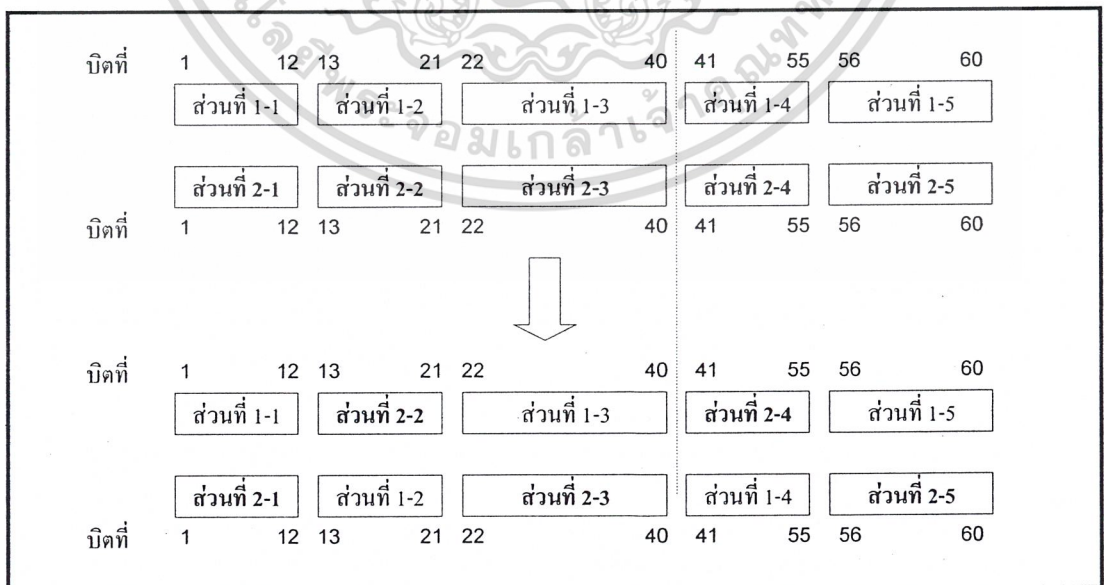


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้รูปที่ 9-11 แสดงลักษณะการครอสโอเวอร์ เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ถ้าค่า Njcross_wip กำหนดไว้ที่ 4 และค่า Njcross_whi กำหนดไว้ที่ 2 นั่นคือ จำนวนจุดตัดของน้ำหนักในอินพุทเลเยอร์ คือ 4 จุดตัด และจำนวนจุดตัดของน้ำหนักในฮิดเด็นเลเยอร์คือ 2 จุดตัด จากนั้นจะมีการสุ่มหาค่าตำแหน่งของจุดตัดนั้นๆว่าเป็นตำแหน่งใดบ้าง ในตัวอย่างนี้จะสมมติว่าตำแหน่งจุดตัดของน้ำหนักอินพุทเลเยอร์สุ่มได้ค่า 12 , 22 เนื่องจากค่า Njcross_wip = 2 ดังนั้นมี 2 จุดตัดตามลำดับและหากกำหนดให้ค่า Njcross_whi = 1 ดังนั้นจะมีจำนวนจุดตัดของของโครโมโซมน้ำหนักของฮิดเด็นเลเยอร์เป็น 1 จากนั้นจะทำการสุ่มหาค่าตำแหน่งของจุดตัดของโครโมโซมน้ำหนักในฮิดเด็นเลเยอร์เป็นจำนวนเท่ากับจำนวนที่ได้กำหนดไว้ นั่นคือ 1 จุดตัด สมมติว่าจุดตัดที่ได้เป็น 55 จากนั้นกระบวนการครอสโอเวอร์จะเป็นดังรูปที่ 9-12

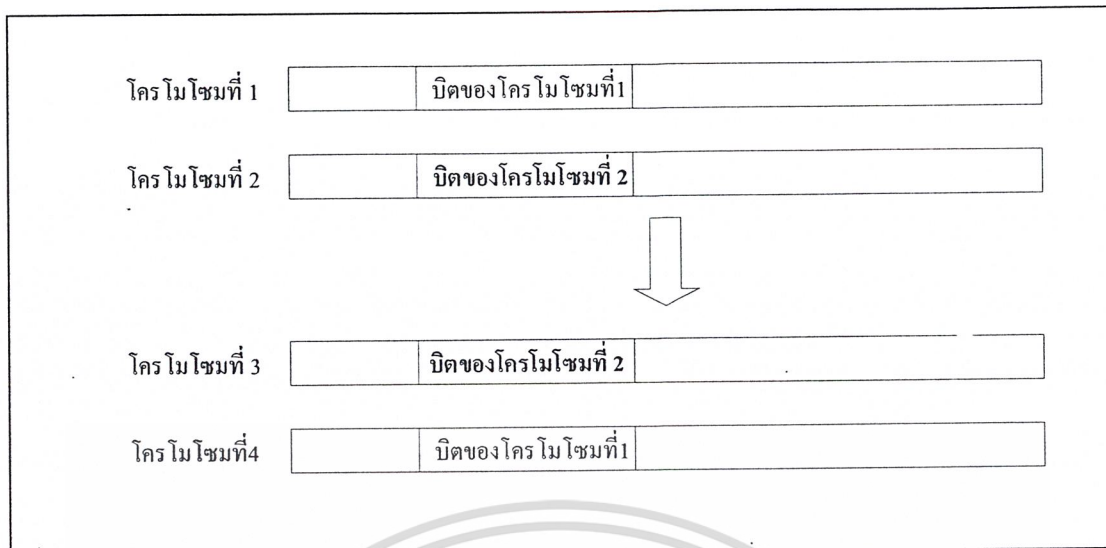
ดังนั้นก็จะได้โครโมโซมรุ่นใหม่ขึ้นมา 2 โครโมโซมต่อ โครโมโซมพ่อแม่ 1 คู่ที่มีลักษณะใหม่แตกต่างจากโครโมโซมพ่อแม่ในรุ่นก่อน นั่นคือในกระบวนการนี้จะช่วยให้มีโครโมโซมใหม่ๆหลากหลายเพิ่มจากชุดของโครโมโซมทั้งหมดในรุ่นก่อน และการที่มีโครโมโซมใหม่ๆที่มีลักษณะหลากหลายมากขึ้นนี้เอง ทำให้โอกาสที่จะเกิดโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมต่างๆเกิดขึ้นได้มาก นั่นคือทำให้โอกาสที่จะเกิดคำตอบที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ต้องการสำหรับปัญหานั้นๆมีมากขึ้น แสดงถึงการช่วยสร้างคำตอบที่ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 9 กระบวนการมิวเตชัน เป็นกระบวนการผ่าเหล่าที่อาจช่วยให้โครโมโซมมีค่าความเหมาะสมที่ดีขึ้นหลังการครอสโอเวอร์ โดยกลับค่าของบิตเป็นค่าใหม่ในตำแหน่งบิตที่สุ่มขึ้นมาได้ ซึ่งจะขึ้นกับค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน (Probability of Mutation : Pmutation) ที่ได้กำหนดไว้สำหรับหลักการมิวเตชันนั้นจะเป็นแบบไบนารีมิวเตชัน (Binary Mutation) โดยจะกลับค่าบิตเป็นค่าคอมพลีเมนต์ นั่นคือหากค่าบิตที่มีอยู่มีค่าเป็น 0 ก็จะทำการกลับค่าบิตให้เปลี่ยนเป็น 1 หรือถ้าหากค่าบิตของโครโมโซมมีค่าเป็น 1 อยู่ ก็จะทำการกลับค่าบิตให้มีค่าเป็น 0 ดังรูปที่ 9-13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9-12 แสดงตัวอย่างการครอสโอเวอร์



รูปที่ 9-13 แสดงลักษณะการมิวเตชัน

ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- (1) ทำการสุ่มค่าจำนวนจริงขึ้นมา (r) 1 ค่า โดยให้มีค่าในช่วง $[0,1]$ สำหรับแต่ละบิตของโครโมโซมทั้งหมด
- (2) ทำการเปรียบเทียบระหว่างค่า r ที่สุ่มขึ้นมาได้กับค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ($P_{mutation}$)
 - หากค่า $r < P_{mutation}$ จะเกิดการมิวเตชัน ณ บิตนั้น
 - หากค่า $r > P_{mutation}$ จะไม่เกิดการมิวเตชัน ณ บิตนั้น

ดังนั้นหากค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน ($P_{mutation}$) มีค่าน้อย ทำให้โอกาสที่จะเกิดการสุ่มค่าจำนวนจริง (r) ให้อยู่ในช่วง $[0, P_{mutation}]$ ก็จะมีค่าน้อยด้วย นั่นคือจำนวนการเกิดการมิวเตชันจะน้อยตามไปด้วย แต่ในทางตรงกันข้าม หากค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันมีค่ามาก ทำให้โอกาสที่จะเกิดการสุ่มค่าจำนวนจริง (r) ให้อยู่ในช่วง $[0, P_{mutation}]$ จะมีค่ามากด้วย นั่นคือ จำนวนการเกิดการมิวเตชันจะมากตามไปด้วย ซึ่งมีลักษณะเป็นเช่นเดียวกับกระบวนการในการครอสโอเวอร์

ขั้นตอนที่ 10 ทำการบวกค่าของตัวแปร j เพิ่มอีก 2 ตามสมการ $j = j+2$ เพื่อเป็นตัวนับจำนวนของโครโมโซมทั้งหมดที่ได้มีการดำเนินการทางจีเนติก อัลกอริทึม

ขั้นตอนที่ 11 ทำการตรวจสอบค่า j ว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนประชากรทั้งหมด (Popsiz) หรือไม่

- ถ้าหากค่า $j < Popsiz$ จะกลับไปทำในขั้นตอนที่ 6 อีกครั้งหนึ่ง
- ถ้าหากค่า $j \geq Popsiz$ จะดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ 12 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 12 ทำการตรวจสอบโครโมโซมของประชากรในรุ่นใหม่ (Newpop) ว่าซ้ำกันหรือไม่ โดยจะแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ

ไม่ซ้ำกันแต่ซ้ำกันบ้าง หรือซ้ำกันทั้งหมด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 1 พิจารณาระหว่างโครโมโซมในประชากรรุ่นเก่า (Oldpop) และโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ (Newpop) ว่าโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ (Newpop) ที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ ขึ้นต้นมีค่าความเหมาะสมซ้ำกัน และมีค่าของแต่ละบิตในโครโมโซมรุ่นเก่า (Oldpop) กับโครโมโซมรุ่นใหม่เหมือนกันหรือไม่

กรณีที่ 2 พิจารณาระหว่างโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ (Newpop) ด้วยกันเองว่ามีค่าความเหมาะสมซ้ำกัน และมีค่าของแต่ละบิตในโครโมโซมรุ่นใหม่ (Newpop) 2 โครโมโซมนั้นเหมือนกันหรือไม่

เมื่อพิจารณาตรวจสอบว่าซ้ำกันหรือไม่แล้วจะได้

- มีการซ้ำกันเกิดขึ้น จะดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 13 ต่อไป
- ไม่มีการซ้ำกันเกิดขึ้น จะไปดำเนินการต่อที่ขั้นตอนที่ 14 เลย

ขั้นตอนที่ 13 ทำการหาตำแหน่งของโครโมโซมในรุ่นใหม่ (Newpop) ที่ซ้ำ

ขั้นตอนที่ 14 ทำการแทนที่โครโมโซม ของประชากร ในรุ่นใหม่ (Newpop) ที่ซ้ำด้วยโครโมโซมในอาร์เรย์ Sort_Fit ที่ได้มีการเรียงโครโมโซมตามค่าความเหมาะสมไว้แล้วในขั้นตอนที่ 4 โดยจะแทนที่เป็นจำนวนเท่ากับจำนวนของโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ (Newpop) ที่ซ้ำกัน โดยจะเลือกโครโมโซมในอาร์เรย์Sort_Fit ที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดก่อนตามลำดับไปเรื่อยๆ จนได้จำนวนของโครโมโซมในอาร์เรย์Sort_Fit ที่ต้องการแล้ว เพื่อให้โครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ที่ได้เกิดความหลากหลายมากกว่าเดิม คือมีการเลือกโครโมโซมที่ซ้ำแทนที่ด้วยโครโมโซมที่ดีกว่าในรุ่นก่อน นั่นคือมีการตัดโครโมโซมที่แย่ออกไป แต่ใส่โครโมโซมที่ดีกว่าเข้ามาแทน ซึ่งการคัดเลือกชุดโครโมโซมจะมีการใช้วิธีการรีโพรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ (Steady State without Duplicate Reproduction : SS W/O) เนื่องจากในการดำเนินการของจีเนติก อัลกอริทึม นั้น โครโมโซมรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนต่างๆ แต่ละโครโมโซมนั้นที่โอกาสเป็นโครโมโซมที่เหมือนกันหรือซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าได้ นั่นคือจำนวนที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ของโครโมโซมนั้นจะเพิ่มขึ้นทวีคูณตามจำนวนที่เหมือนกันหรือซ้ำกัน ซึ่งทำให้กระบวนการจีเนติก อัลกอริทึมจะต้องใช้เวลาดำเนินการกับโครโมโซมที่ซ้ำกันเหล่านั้นตลอด ดังนั้นการรีโพรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำจะช่วยให้การค้นหาคำตอบของกระบวนการจีเนติก อัลกอริทึมเกิดรูปแบบโครโมโซมต่างๆ มากขึ้น นั่นคือมีวิธีการรักษาโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่าและตัดโครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่ที่ซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าที่คัดลอกมา ดังนั้นโครโมโซมในแต่ละรุ่นที่สร้างขึ้นจะไม่ซ้ำกัน ซึ่งในการพิจารณาว่าซ้ำกันหรือไม่ พิจารณาเทียบระหว่างโครโมโซมใหม่ที่สร้างขึ้นกับชุดโครโมโซมเก่าที่มี ดังที่ได้แสดงในโพธิ์เซียร์ Generation

ขั้นตอนที่ 15 ทำการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดจากทั้งหมดโครโมโซมในประชากรรุ่นเก่า (Oldpop) และชุดโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่ขึ้นมา โดยจะมีการนำโครโมโซมในประชากรรุ่นเก่าและโครโมโซมในประชากรรุ่นใหม่มาเรียงลำดับตามค่าความเหมาะสม จากนั้นทำการเลือกเอาโครโมโซมที่เรียงลำดับแล้วเป็นจำนวนเท่าของประชากรเดิม เป็นวิธีการหนึ่งในการตัดโครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่จากการดำเนินการทางจีเนติก อัลกอริทึม ซึ่งเป็นโครโมโซมที่แยกว่าเดิมหรือไม่ดีขึ้นกว่าเดิมที่มีอยู่ คือค่าความเหมาะสมของโครโมโซมใหม่ที่ได้ไม่ได้มีค่าที่น้อยกว่าค่าความเหมาะสมของโครโมโซมใน

ประชากรรุ่นเก่าที่มีอยู่ นั่นคือเป็นการลงไว้ซึ่งโครโมโซมที่ดีๆ ที่มีค่าความเหมาะสมต่างๆ สำหรับปัญหานี้นั่นเอง

ขั้นตอนที่ 16 ทำการบวกค่าตัวแปร Gen เพิ่มอีก 1 เพื่อเป็นการนับจำนวนของรุ่น (Generation) ของประชากร

ขั้นตอนที่ 17 ทำการตรวจสอบว่า ค่า Gen เท่ากับค่า Max Gen ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ นั่นคือมีการกำหนดจำนวนของรุ่นที่มากที่สุดไว้แน่นอนแล้ว

- ถ้าค่า Gen ไม่เท่ากับ Max Gen จะกลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งหนึ่ง เพื่อวนลูปการดำเนินการทางจีนติก อัลกอริทึมใหม่
- ถ้าค่า Gen มีค่า Max Gen จะหยุดการดำเนินการทางจีนติก อัลกอริทึมทันที และถือว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุดจากการดำเนินการ

9.4 บทสรุป

การทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศคือ การหาค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับเงิน 1 ดอลลาร์สหรัฐที่สามารถประยุกต์ใช้จีนติก อัลกอริทึม กับคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยหาคำตอบ โดยใช้โครโมโซมซึ่งเป็นตัวแทนแสดงค่าคำตอบที่ต้องการออกมาอยู่ในรูปค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงข่ายนิวรอนเน็ตเวิร์ค โดยอาศัยชุดข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนในอดีต พร้อมทั้งกำหนดฟังก์ชันค่าความเหมาะสมที่ต้องการ สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ซึ่งจะทำการจีนติก อัลกอริทึมดำเนินการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสม โดยปรับปรุงแก้ไขจากค่าความผิดพลาดของการทำนาย ซึ่งขบวนการจีนติก อัลกอริทึมจะพยายามหาค่าน้ำหนักภายในโครงข่ายทางนิวรอนเน็ตเวิร์คที่ทำให้ค่าผิดพลาดที่เกิดจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศน้อยที่สุด โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10

ผลที่ได้จากการทดลอง

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการคำตอบของจินตึก อัลกอริทึมจะขึ้นกับการสุ่มโครโมโซมที่แทนค่าน้ำหนัก แต่ก็มีปัจจัยหลายประการที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของจินตึก อัลกอริทึมในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศซึ่งใช้โครงสร้างทางนิเวศวิทยา อัลกอริทึมมาประยุกต์ในการหาค่าน้ำหนักของโครงสร้างทางนิเวศวิทยา

10.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง

จินตึก อัลกอริทึมเป็นวิธีที่มีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง ทั้งที่เกี่ยวข้องกับจินตึก อัลกอริทึมโดยตรงหรือทางอ้อม จากการใช้จินตึก อัลกอริทึมช่วยหาค่าน้ำหนักของโครงสร้างทางนิเวศวิทยาเพื่อทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาคำตอบดังนี้

- จำนวนฮิดเดนโหนด
- จำนวนประชากร
- จำนวนรอบของการสุ่ม(Round)
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดครอสโอเวอร์
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดมิวเตชัน
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากอินพุตโหนดไปสู่ฮิดเดนโหนด
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากฮิดเดนโหนดไปสู่เอาต์พุตโหนด

10.2 กระบวนการในการทดสอบ

10.2.1 การทดลองที่ 1

เนื่องมาจากมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับจินตึก อัลกอริทึม ดังนั้นจึงเป็นการยุ่งยากหากเราปรับเปลี่ยนค่าต่างๆที่ละค่า เพราะจะเกิดกรณีต่างๆมากมาย ดังนั้นจึงได้ทำการเขียนโปรแกรมที่วนในการหาค่าคำตอบ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนบางตัวได้เองโดยอัตโนมัติ โดยโปรแกรมที่ได้เขียนมานี้จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมจะวนหาคำตอบของประชากรจำนวน 50 , 100 และ 200 อย่างละ 3 รอบ(โดยจำนวนรอบสามารถยืดหยุ่นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะปรับที่ค่าคงที่ของโปรแกรม)
- โปรแกรมจะเขียนค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของประชากรตัวที่เกิดความผิดพลาดน้อยสุด และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของประชากรทุกตัวลงบนไฟล์ผลลัพธ์ทุกๆ 5 เจนเนอร์รี่ชั่น
- เมื่อจบวนการสิ้นสุดก็จะหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในรูปค่าเงินบาทของประชากรที่มีค่าน้ำหนักดีที่สุดในข้อมูลชุดเรียนรู้ และข้อมูลชุดทดสอบ
- โปรแกรมจะมีการคำนวณเวลาที่ใช้ไปในการหาคำตอบ

10.2.2 การทดลองที่ 2

ส่วนในการทดลองที่ 2 นี้มีกระบวนการในการทดสอบที่คล้ายคลึงกับในกระบวนการแรก ซึ่งส่วนที่แตกต่างกับการทดลองที่ 1 มีดังนี้

- โปรแกรมจะวนหาคำตอบของประชากรจำนวน 200 , 250 และ 300 อย่างละ 3 รอบ (โดยจำนวนรอบสามารถยืดหยุ่นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะปรับที่ค่าคงที่ของโปรแกรม)

10.3 เปรียบเทียบผลกระทบบ้างจากปัจจัยต่างๆ

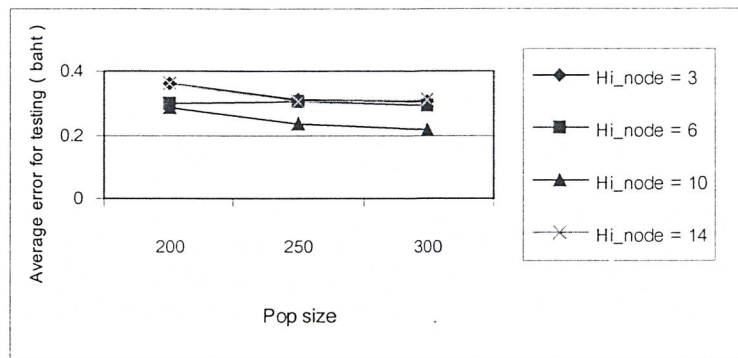
10.3.1 การทดลองที่ 1

ในการพิจารณาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเงินดิจิทัล อัลกอริทึมที่ใช้ในการทำค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค เพื่อใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายประการที่มีผลกระทบ ซึ่งเมื่อพิจารณาการผลการทดลองสามารถสรุปค่าของปัจจัยต่างๆที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้ดังนี้ (ดังรูป 10-1 - 10-4)

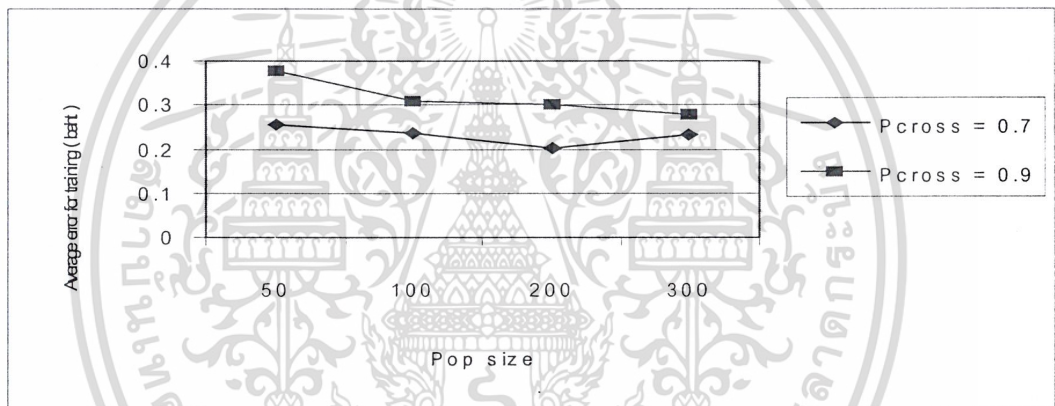
- จำนวนฮิดเดนโหนด 10 โหนด
- จำนวนรอบของการสุ่ม(Round)อย่างน้อยควรใช้ประมาณ 3 รอบ
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.7
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดมิวเตชันเท่ากับ 0.05
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากอินพุทโหนดไปสู่ฮิดเดนโหนดเท่ากับ 2 จุด
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากฮิดเดนโหนดไปสู่เอาต์พุทโหนดเท่ากับ 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

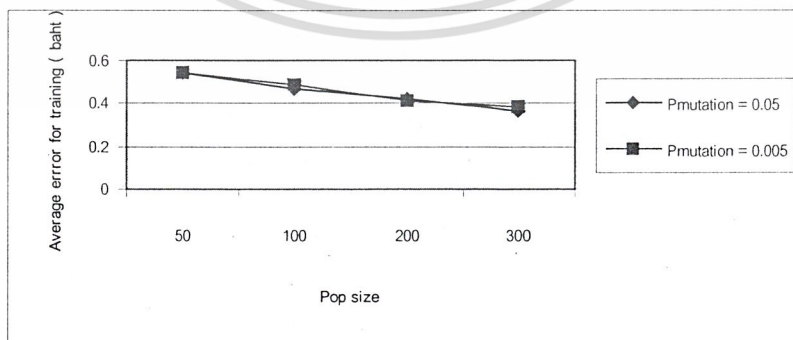
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10-1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนอิตเดนโหนด

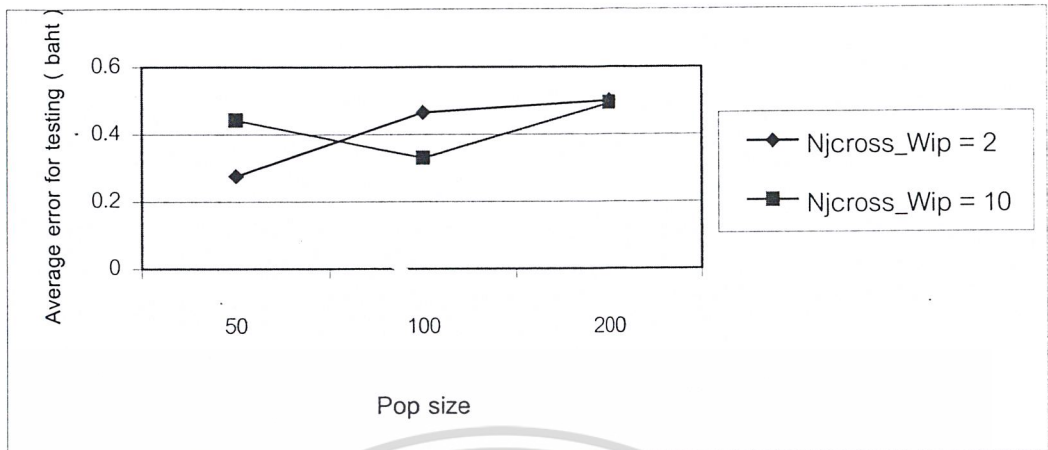


รูปที่ 10-2 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการทำครอสโอเวอร์



รูปที่ 10-3 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน

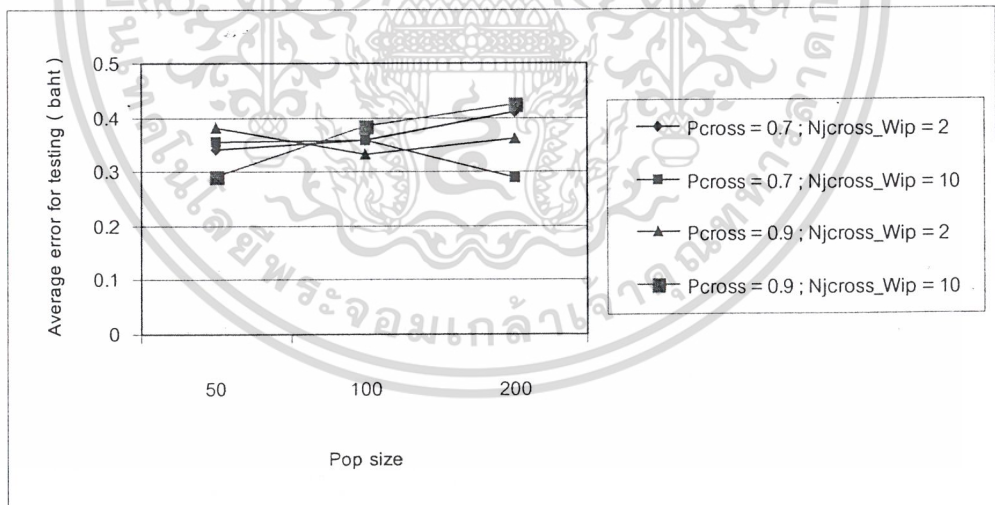
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10-4 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนจุดตัดของโครโมโซม

จากนั้นผลสรุปที่ได้จากการทดลองเมื่อรวมทุกปัจจัยมีดังนี้

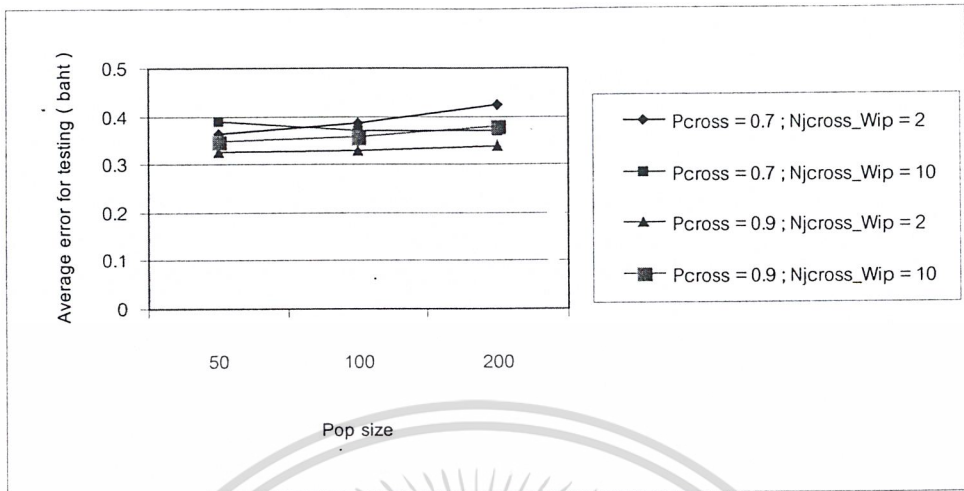
1. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 3 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-1)



รูปที่ 10-5 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดเป็น 3

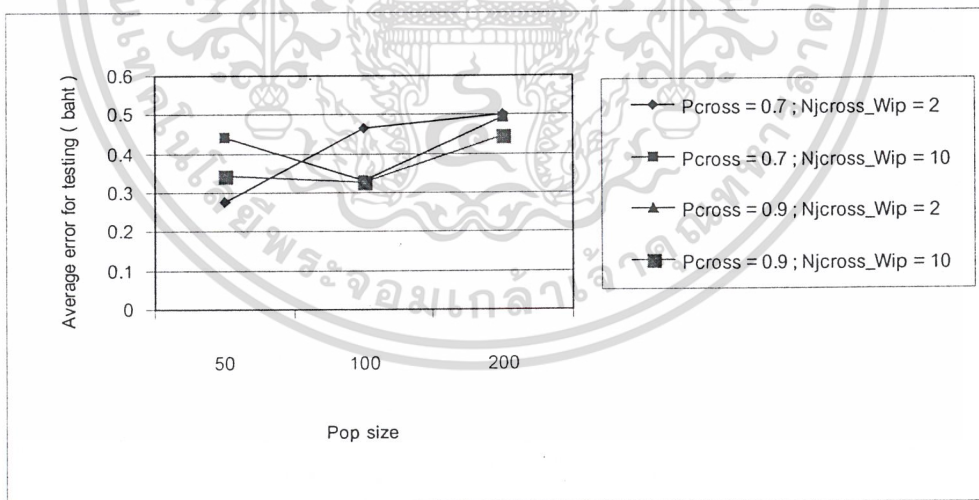
2. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 6 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10-6 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดเป็น 6

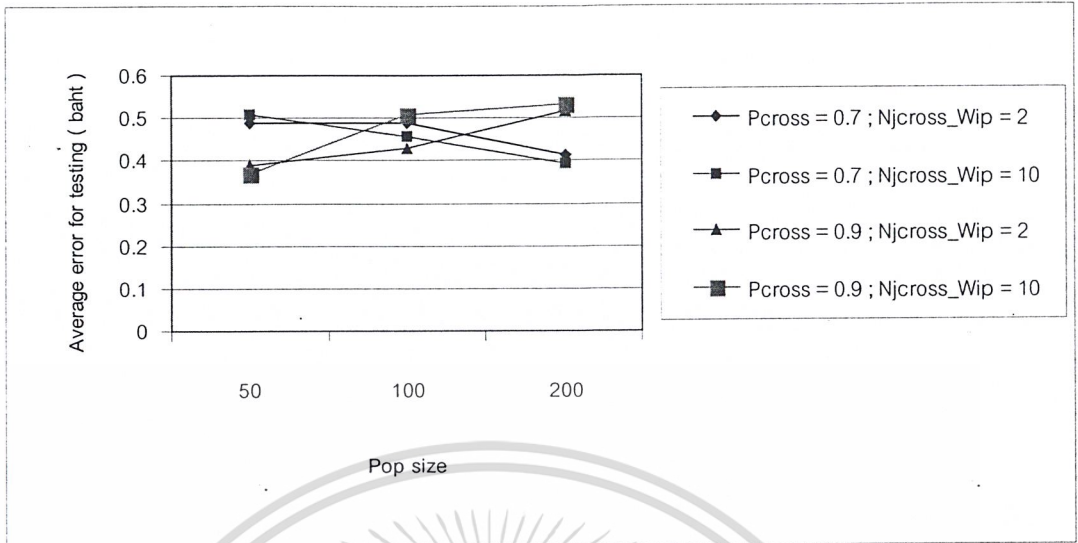
3. เมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมี 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-3)



รูปที่ 10-7 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดเป็น 10

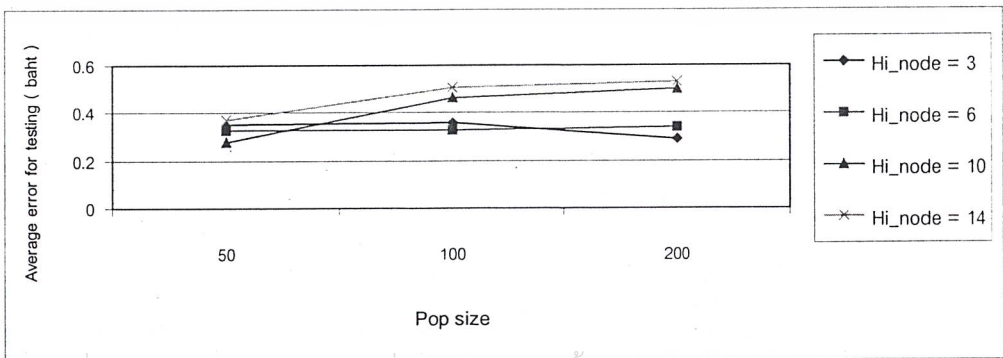
4. เมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมี 14 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10-8 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดเป็น 14

สามารถสรุปจากการทดลองได้ว่า กระบวนการทางจินตคณิตอัลกอริทึมสามารถใช้เป็นวิธีดำเนินการในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศอยู่ในระดับที่ไม่สูงจนเกินไปสามารถยอมรับได้เมื่อเทียบกับข้อได้เปรียบในด้านอื่นๆของจินตคณิต อัลกอริทึม โดยค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดต่ำสุดชุดเรียนรู้ที่กระบวนการจินตคณิต อัลกอริทึมสามารถทำได้จากการทดลองทั้งหมด พบว่ามีค่าประมาณ 0.405 บาท ส่วนค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดต่ำสุดชุดทดลองมีค่า 0.2759 บาท โดยใช้เวลาในกระบวนการประมาณ 3 นาที 58 วินาทีซึ่งมีการดำเนินการในจำนวนรุ่นประมาณ 200 รุ่น แต่ทั้งหมดนี้เพื่อจะให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆประกอบกันตามที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น และในกรณีนี้ก็เช่นกันมีการใช้จำนวนฮิตเดนโหนดประมาณ 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นในการมีวเดชั่นมีค่า 0.05 ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์มีค่าเป็น 0.7 จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่านำหนักจากอินพุตโหนดไปสู่ฮิตเดนโหนดเท่ากับ 2 จุด และมีการใช้จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่านำหนักจากฮิตเดนโหนดไปสู่เอาต์พุตโหนดเท่ากับ 2 จุด



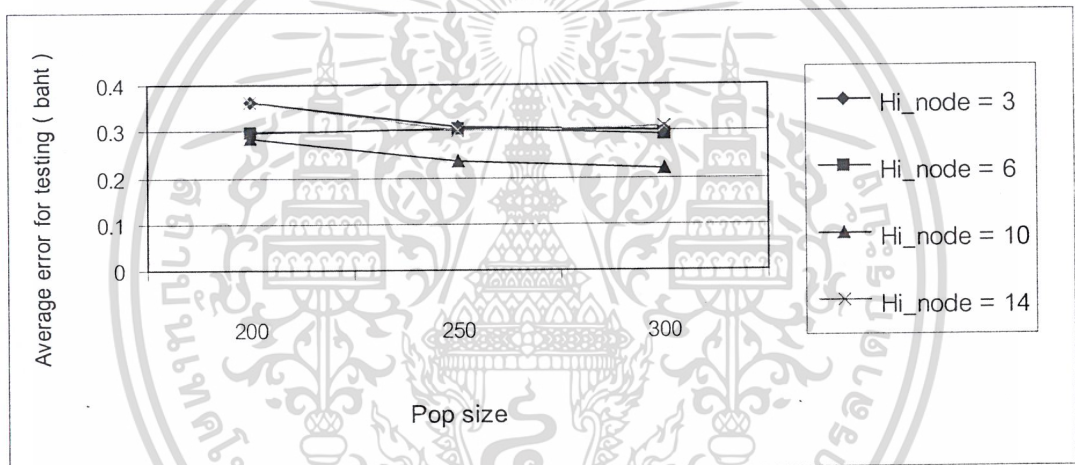
รูปที่ 10-9 แสดงผลการทดลองกรณีที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

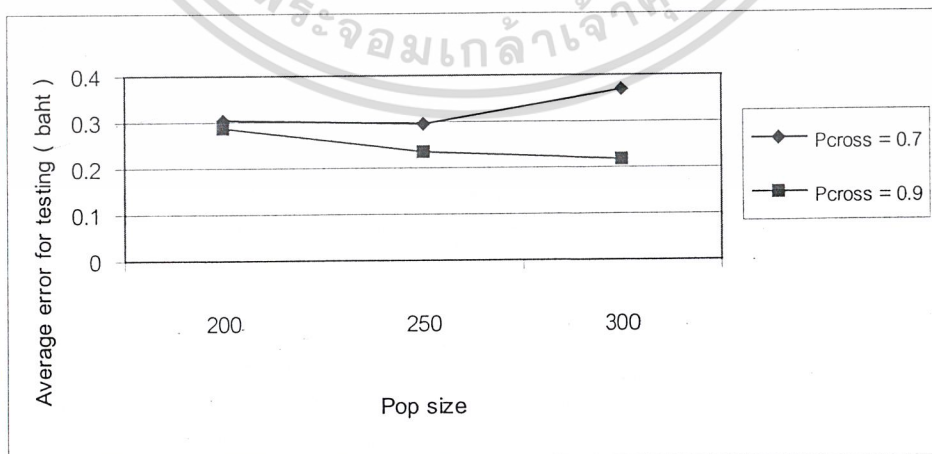
10.3.2 การทดลองที่ 2

ในการทดลองนี้ก็เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1 เมื่อพิจารณาผลการทดลองสามารถสรุปค่าของปัจจัยต่างๆที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้ดังนี้ (ดังรูป 10-10 - 10-14)

- จำนวนฮิตเดนโหนด 10 โหนด
- จำนวนรอบของการสุ่ม(Round)อย่างน้อยควรใช้ประมาณ 3 รอบ
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.9
- ความน่าจะเป็นที่จะเกิดมิวเตชันเท่า 0.05
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากอินพุทโหนดไปสู่ฮิตเดนโหนดเท่ากับ 2 จุด
- จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากฮิตเดนโหนดไปสู่เอาต์พุทโหนดเท่ากับ 2 จุด

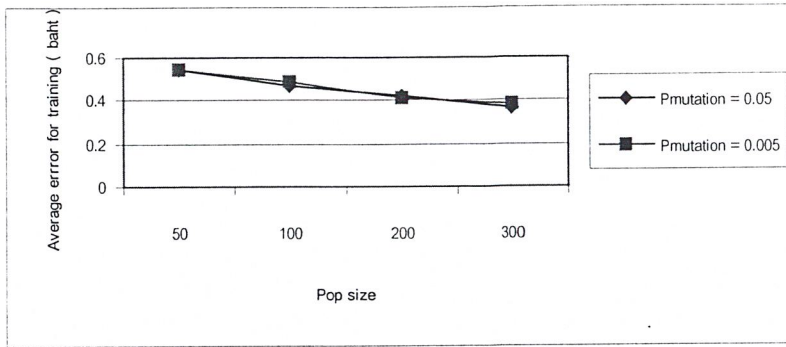


รูปที่ 10-10 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนฮิตเดนโหนด

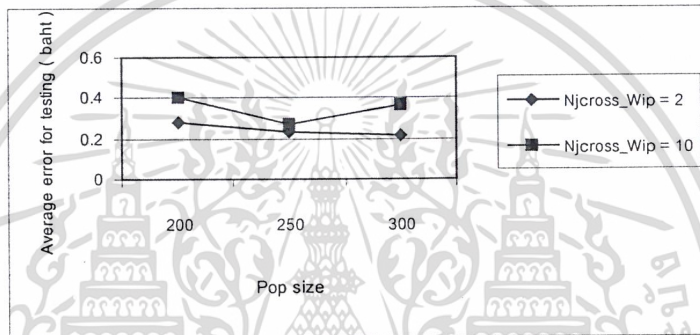


รูปที่ 10-11 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการทำครอสโอเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



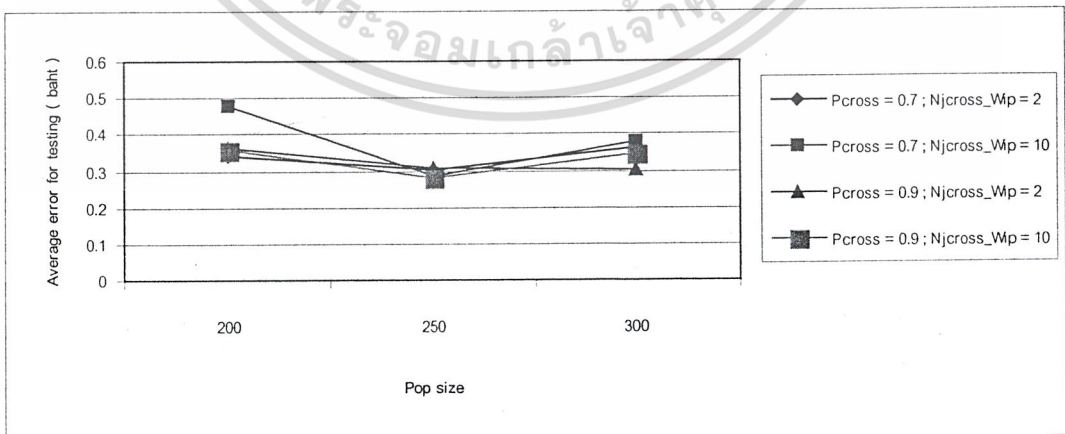
รูปที่ 10-12 แสดงการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน



รูปที่ 10-13 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนจุดตัดของโครโมโซม

จากนั้นผลสรุปที่ได้จากการทดลองเมื่อรวมทุกปัจจัยมีดังนี้

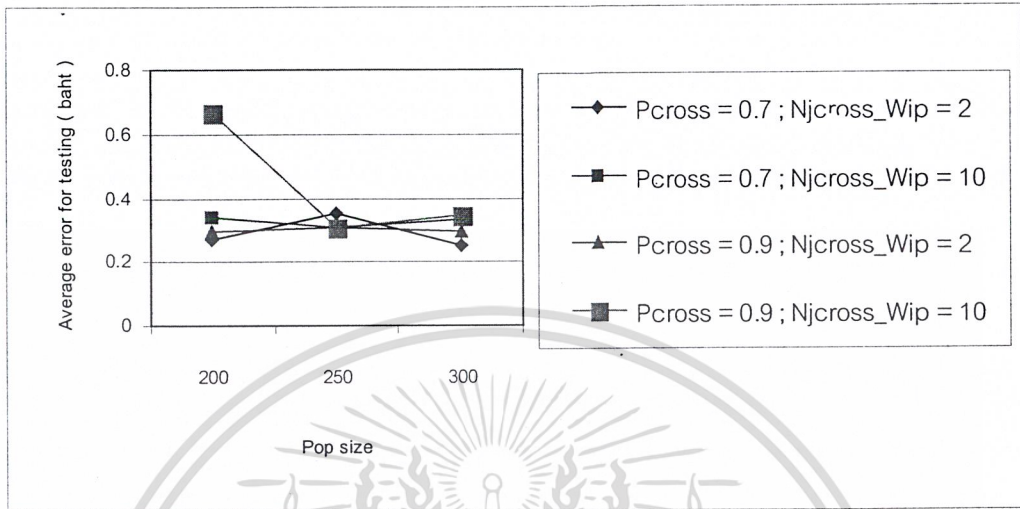
1. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 6 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-5)



รูปที่ 10-14 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดเป็น 6

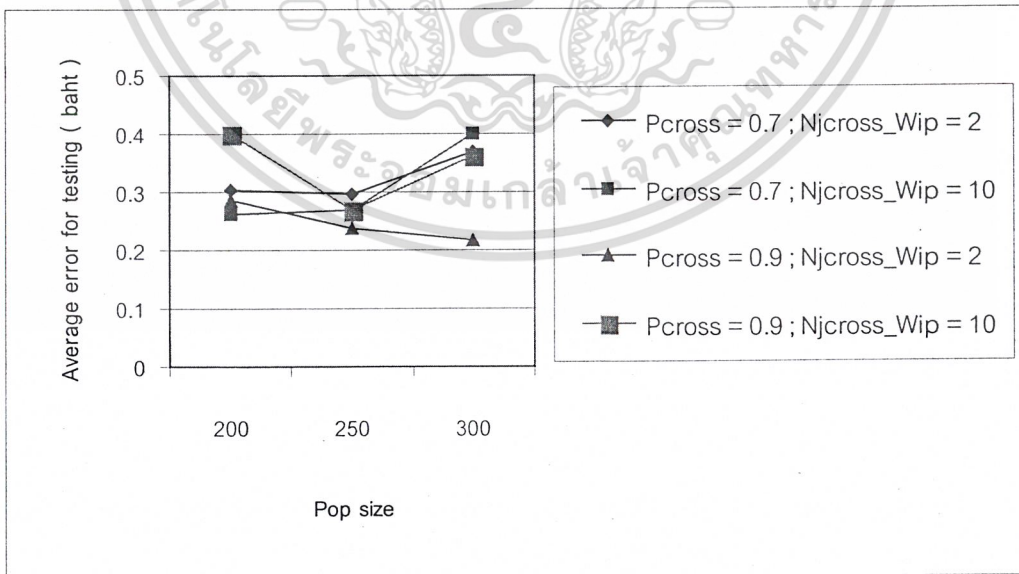
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 8 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-6)



รูปที่ 10-15 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดเป็น 8

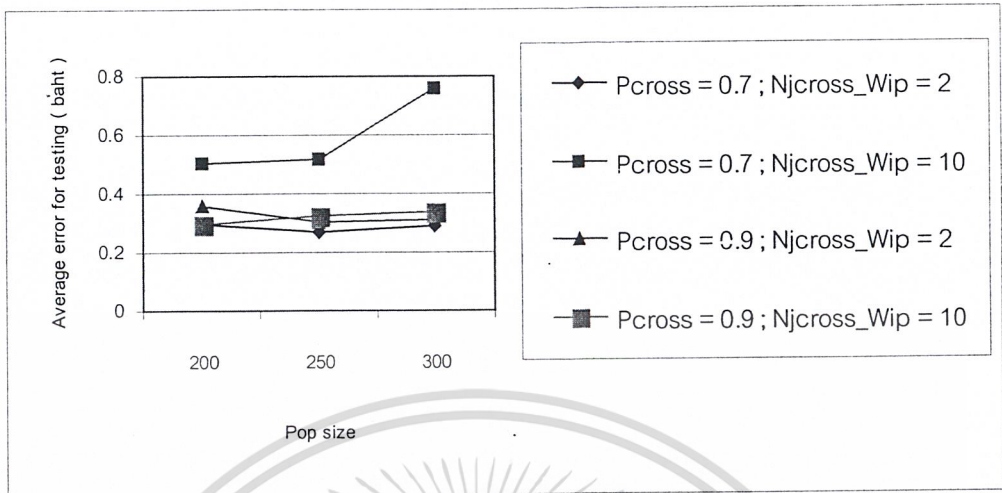
3. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-7)



รูปที่ 10-16 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดเป็น 10

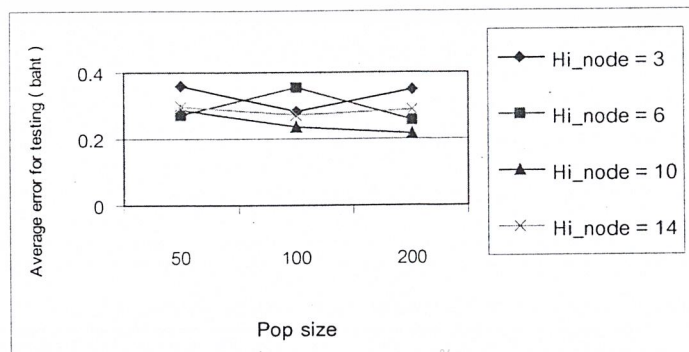
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย ผู้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดมี 14 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีเวชันมีค่า 0.05 และจำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิดเดนโหนดมีจำนวน 2 จุดตัด (ตารางที่ 10-8)



รูปที่ 10-17 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิดเดนโหนดเป็น 14

สามารถสรุปจากการทดลองได้ว่า กระบวนการทางจินตคณิตอัลกอริทึมสามารถใช้เป็นวิธีดำเนินการในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศอยู่ในระดับที่ไม่สูงจนเกินไปสามารถยอมรับได้เมื่อเทียบกับข้อได้เปรียบในด้านอื่นๆของจินตคณิต อัลกอริทึม โดยค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดต่ำสุดชุดเรียนรู้ที่กระบวนการจินตคณิต อัลกอริทึมสามารถทำได้จากการทดลองทั้งหมด พบว่ามีค่าประมาณ 0.5782 บาท ส่วนค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดต่ำสุดชุดทดลองมีค่า 0.21 บาท โดยใช้เวลาในกระบวนการประมาณ 1 ชั่วโมง 42 นาที ซึ่งมีการดำเนินการในจำนวนรุ่น ประมาณ 325 รุ่น แต่ทั้งหมดนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดย่อมต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆประกอบกันตามที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น และในกรณีนี้ก็เช่นกันมีการใช้จำนวนฮิดเดนโหนดประมาณ 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นในการมีเวชันมีค่า 0.05 ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์มีค่าเป็น 0.7 จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากอินพุทโหนดไปสู่ฮิดเดนโหนดเท่ากับ 2 จุด และมีการใช้จำนวนจุดตัดในการครอสโอเวอร์ของค่าน้ำหนักจากฮิดเดนโหนดไปสู่เอาต์พุทโหนดเท่ากับ 2 จุด



รูปที่ 10-18 แสดงผลการทดลองกรณีที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.4 ผลจากการเปรียบเทียบความถูกต้อง

เมื่อนำผลที่เกิดจากการทดลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงจากธนาคารแห่งประเทศไทย และธนาคารอื่นๆ โดยมีการแยกพิจารณาเทียบระหว่าง

- ข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย และข้อมูลจากการธนาคารกรุงเทพ
- ข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย และผลจากการทำนายด้วยเงินดิจิทัล อัลกอริทึม

ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบจากค่าที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละกรณี และมีการหาค่าผลต่างที่เกิดขึ้นของแต่ละคู่ รวมทั้งมีการวิเคราะห์แนวโน้มของในแต่ละช่วงเวลา โดยจะแสดงผลทีละ 1 เดือน ดังตารางที่ 10-9 ถึง 10-11 จะแสดงผลตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึงเดือน มีนาคม และตารางที่ 10-12 แสดงผลตั้งแต่ช่วงวันที่ 22 – 26 มีนาคม 2542

10.5 บทสรุป

จากการผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สามารถนำเงินดิจิทัล อัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ โดยผลลัพธ์ของการทำนายเป็นที่น่าพอใจคือ ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทำนายมีค่าน้อยในระดับที่สามารถยอมรับได้ โดยการค้นหาคำตอบที่ดีจะต้องทำการทดลองเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ เพื่อหาชุดของปัจจัยที่ดีที่สุดในแต่ละสภาวะการณ์ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For	Error For	Time	Gen	Error For	Error For	Time	Gen	Error For	Error For	Time	Gen
			Train	Test			Train	Test			Train	Test		
0.7	2	50	0.5989	0.3414	0:04:02	128	0.4989	0.4749	0:07:35	239	0.5467	0.3736	0:06:15	196
		100	0.5421	0.3978	0:13:25	201	0.4869	0.3666	0:14:38	219	0.4702	0.3593	0:19:17	286
		200	0.4213	0.4115	0:29:48	217	0.3976	0.4808	0:36:50	268	0.4201	0.4267	0:28:17	205
	10	50	0.4313	0.4393	0:11:47	165	0.5075	0.3548	0:14:07	200	0.5493	0.3547	0:09:41	135
		100	0.5153	0.397	0:17:52	120	0.5456	0.3579	0:30:01	205	0.5454	0.4455	0:42:09	290
		200	0.4036	0.2878	1:35:48	320	0.4294	0.433	1:29:15	300	0.5101	0.3462	1:18:59	265
0.9	2	50	0.6141	0.3814	0:11:44	199	0.5398	0.4971	0:08:19	142	0.585	0.4116	0:13:22	228
		100	0.46677	0.4144	0:33:11	272	0.5491	0.402	0:25:03	209	0.532	0.3327	0:13:10	108
		200	0.4481	0.3889	0:59:54	241	0.4335	0.3624	0:55:42	224	0.4491	0.4145	1:08:11	273
	10	50	0.5257	0.4005	0:15:03	215	0.472	0.3622	0:10:09	145	0.4427	0.291	0:12:23	175
		100	0.549	0.384	0:21:58	150	0.453	0.453	0:25:02	170	0.546	0.476	0:26:13	180
		200	0.484	0.424	1:30:58	305	0.396	0.481	1:06:04	220	0.407	0.463	1:28:04	295

ตารางที่ 10-1 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 3 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 3 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

Pecross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	50	0.0451	0.363	0:08:22	249	0.345	0.392	0:10:11	249	0.2535	0.5229	0:07:13	196
		100	0.224	0.484	0:25:44	299	0.231	0.386	0:25:50	299	0.234	0.4006	0:25:47	299
		200	0.321	0.424	1:11:29	399	0.21	0.52	1:09:44	386	0.202	0.514	1:08:47	381
	10	50	0.415	0.428	0:15:30	210	0.422	0.416	0:19:23	245	0.457	0.39	0:21:09	245
		100	0.28	0.37	0:38:45	220	0.226	0.5	0:49:44	295	0.244	0.484	0:50:51	295
		200	0.25	0.526	2:14:17	395	0.284	0.37	2:12:32	395	0.252	0.498	2:20:08	395
0.9	2	50	0.375	0.325	0:10:19	249	0.3637	0.4011	0:11:29	249	0.315	0.367	0:11:30	249
		100	0.307	0.492	0:25:36	271	0.313	0.329	0:27:57	299	0.314	0.345	0:18:09	204
		200	0.3004	0.34	1:03:29	324	0.275	0.49	0:57:30	291	0.228	0.373	1:16:06	399
	10	50	0.536	0.36	0:07:42	105	0.512	0.3468	0:15:31	210	0.408	0.47	0:16:00	220
		100	0.268	0.368	0:44:26	295	0.3	0.47	0:44:10	295	0.3701	0.358	0:41:07	275
		200	0.248	0.424	2:00:36	395	0.28	0.38	1:36:44	315	0.23	0.48	1:51:28	365

ตารางที่ 10-2 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 6 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 6 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีเวชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	50	0.3366	0.4499	0:04:30	210	<i>0.4052</i>	<i>0.2759</i>	<i>0:03:58</i>	<i>200</i>	0.3542	0.457	0:03:55	195
		100	<i>0.2181</i>	<i>0.4654</i>	<i>0:10:18</i>	<i>260</i>	0.2658	0.548	0:10:05	250	0.1772	0.6468	0:08:28	210
		200	<i>0.1755</i>	<i>0.5008</i>	<i>0:25:25</i>	<i>315</i>	0.1766	0.5655	0:19:51	235	0.1805	0.5839	0:32:03	385
	10	50	0.2951	0.4565	0:11:52	245	0.4359	0.4571	0:12:02	245	<i>0.444</i>	<i>0.442</i>	<i>0:12:07</i>	<i>245</i>
		100	0.2504	0.5703	0:29:24	295	0.303	0.502	0:26:39	295	<i>0.254</i>	<i>0.3303</i>	<i>0:25:15</i>	<i>295</i>
		200	<i>0.2757</i>	<i>0.4929</i>	<i>0:44:58</i>	<i>245</i>	0.1941	0.5	1:31:11	395	0.1703	0.5986	0:48:28	265
0.9	2	50	0.2951	0.4565	0:11:52	245	0.4359	0.4571	0:12:02	245	<i>0.444</i>	<i>0.442</i>	<i>0:12:07</i>	<i>245</i>
		100	0.2504	0.5703	0:28:24	295	0.303	0.5021	0:26:39	295	<i>0.254</i>	<i>0.33</i>	<i>0:26:15</i>	<i>295</i>
		200	<i>0.2757</i>	<i>0.4929</i>	<i>0:44:58</i>	<i>245</i>	0.1941	0.5091	1:13:11	395	0.2703	0.5986	0:48:28	265
	10	50	0.2442	0.4072	0:15:53	205	0.2242	0.4485	0:18:49	245	<i>0.3399</i>	<i>0.3423</i>	<i>0:18:56</i>	<i>245</i>
		100	0.2207	0.4214	0:32:20	210	<i>0.2633</i>	<i>0.3287</i>	<i>0:38:31</i>	<i>250</i>	0.1895	0.6631	0:46:03	295
		200	0.1582	0.527	2:01:21	385	<i>0.1525</i>	<i>0.4442</i>	<i>2:04:27</i>	<i>395</i>	0.1932	0.4935	2:05:19	395

ตารางที่ 10-3 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 10 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีเวชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	50	0.3253	0.4872	0:16:09	215	0.3509	0.5373	0:10:35	140	0.4727	0.5545	0:08:24	110
		100	0.286	0.5335	0:34:19	215	0.2	0.6572	0:42:07	270	0.2252	0.4899	0:37:37	240
		200	0.2129	0.504	1:07:17	205	0.2383	0.4146	1:42:16	305	0.1805	0.5858	2:08:38	395
	10	50	0.1935	0.5465	0:15:05	245	0.1857	0.509	0:18:37	245	0.2197	0.527	0:18:52	245
		100	0.1983	0.5277	0:36:14	225	0.173	0.6861	0:42:06	265	0.1817	0.4554	0:39:11	250
		200	0.1548	0.4282	2:07:49	395	0.1557	0.4241	2:09:56	395	0.1538	0.395	2:07:03	395
0.9	2	50	0.304	0.3906	0:18:29	245	0.3549	0.5818	0:09:23	125	0.3503	0.5574	0:18:24	245
		100	0.1871	0.6124	0:46:14	295	0.2433	0.565	0:47:01	295	0.2025	0.43	0:27:03	170
		200	0.2505	0.5264	1:35:57	295	0.1548	0.5168	1:11:06	220	0.1707	0.6047	1:44:14	325
	10	50	0.2329	0.3691	0:19:26	245	0.2538	0.4024	0:19:12	245	0.2333	0.5408	0:19:20	245
		100	0.1869	0.5727	0:40:55	255	0.1937	0.748	0:40:54	255	0.1908	0.5069	0:46:37	290
		200	0.1759	0.671	2:09:10	395	0.1713	0.5844	2:11:08	395	0.199	0.5306	1:11:17	215

ตารางที่ 10-4 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนอิตเดนโหนดมีค่า 14 โหนด

เมื่อ จำนวนอิตเดนโหนดมีจำนวน 14 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในอิตเดนโหนดมีค่า 2

Pcross	Njcross_Wi	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	200	0.818266	0.3677323	0:45:51	275	0.78496	0.34187	0:43:50	260	0.7799	0.3644	1:06:37	395
		250	0.8038	0.30369	1:12:36	340	0.6538	0.30318	1:24:13	395	0.7309	0.3488	0:51:30	245
		300	0.8392	0.45953	1:45:16	410	0.8158	0.3624	2:06:18	490	0.92554	0.5995	1:05:06	250
	10	200	1.2414	1.5663	1:28:50	285	0.8906	0.479	2:02:42	385	1.0543	0.6713	1:18:59	250
		250	0.84629	0.2837	3:02:17	335	0.9015	0.593	2:23:34	355	1.206	1.139	1:12:00	180
		300	1.37423	1.7964	1:45:35	215	0.84148	0.38046	2:47:14	345	0.9235	0.70123	2:27:20	305
0.9	2	200	0.7701	0.36405	1:08:44	390	1.01	0.889	0:40:53	230	1.036	1.1654	0:43:17	245
		250	0.8054	0.32149	0:55:16	245	0.8888	0.3415	1:09:54	315	0.778	0.3098	0:55:52	250
		300	0.7563	0.30212	1:22:19	305	0.9302	0.5458	1:16:34	280	0.8435	0.3369	1:12:28	265
	10	200	0.9922	0.6078	1:13:34	230	0.9289	0.3995	1:24:54	265	0.9374	0.35807	1:51:38	350
		250	0.6889	0.2809	2:00:43	300	0.9911	0.8842	1:55:25	285	0.8656	0.52396	2:15:15	335
		300	0.8047	0.37089	3:57:16	490	0.84707	0.34721	2:10:43	270	0.8253	0.34925	2:42:50	335

ตารางที่ 10-5 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนอิตเดนโทนครี่ค่า 6 โหนด

เมื่อ จำนวนอิตเดนโทนครี่ค่าจำนวน 6 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในอิตเดนโทนครี่ค่า 2

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	200	0.5344	0.41	0:28:29	300	0.9472	0.66	0:23:45	250	0.6611	0.27	0:24:40	270
		250	0.7293	0.3576	0:33:46	285	0.5768	0.532	0:32:27	275	0.7427	0.3558	0:32:51	275
		300	0.7838	0.337	0:41:01	280	0.7179	0.2545	0:35:00	220	0.7874	0.2999	0:40:00	285
	10	200	0.5734	0.5098	1:43:27	315	0.6304	0.3408	1:43:38	315	1.122	1.046	1:37:58	300
		250	0.9103	0.4755	2:24:49	350	0.8189	0.3075	2:33:55	375	0.6213	0.3947	2:36:34	380
		300	1.007	0.7144	3:43:30	450	0.7906	0.3348	3:54:57	470	0.9232	0.4648	1:58:56	240
0.9	2	200	0.8094	0.4595	1:00:11	315	0.8971	0.4312	0:38:40	200	0.756	0.2985	0:57:25	300
		250	0.7088	0.3071	1:16:28	315	0.7464	0.4	1:28:53	365	0.7841	0.3875	1:35:50	395
		300	1.0134	0.7456	1:07:38	230	0.67911	0.3238	1:54:00	360	0.7595	0.2932	1:05:00	220
	10	200	1.08	1.01	2:07:13	390	0.99	0.67	1:22:19	250	0.96	0.722	1:06:39	205
		250	0.9484	0.6728	2:25:56	350	0.6839	0.31	2:41:08	390	1.08	0.77	1:57:11	285
		300	0.671	0.3469	2:38:15	315	0.82801	0.3482	2:42:55	330	1.23	1.31	2:28:33	300

ตารางที่ 10-6 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 8 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 8 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	200	0.83392	0.321	0:25:12	235	0.71148	0.304247	0:22:02	205	0.76117	0.356485	0:25:20	260
		250	1.0044	0.54803	0:29:37	220	0.6901	0.2975	0:47:09	365	0.96716	0.8217	0:51:20	390
		300	0.6776	0.3698	0:49:33	315	0.4678	0.64803	0:52:01	325	0.87492	0.6608	0:57:02	370
	10	200	0.74649	0.29879	1:02:54	185	0.78199	0.2632	1:28:22	260	0.67393	0.2976	1:50:53	330
		250	0.5915	0.3452	1:56:48	275	0.7738	0.2679	2:04:12	290	0.5865	0.3111	2:46:46	395
		300	0.6481	0.4013	2:47:17	325	0.6802	0.4135	2:33:50	300	0.9435	0.4099	2:08:08	250
0.9	2	200	0.7317	0.3221	1:21:35	395	0.7371	0.2858	1:16:48	370	0.7553	0.30275	1:03:47	310
		250	0.6392	0.3265	1:43:12	395	0.7593	0.3385	1:36:03	370	0.6962	0.2363	1:11:48	280
		300	0.63438	0.3977	2:27:07	470	0.5872	0.21794	1:42:11	325	0.5005	0.4196	1:50:00	335
	10	200	0.6444	0.4137	1:11:21	210	0.8624	0.4568	1:41:32	300	0.5999	0.4	1:50:51	325
		250	0.7011	0.268	2:11:46	310	0.7209	0.3513	2:29:05	350	0.8361	0.3192	2:47:05	395
		300	0.4688	0.6065	3:05:51	360	0.6625	0.3636	2:44:13	320	0.6691	0.3873	3:19:28	390

ตารางที่ 10-7 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 10 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 10 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

Pcross	Njcross_Wip	Pop size	Round := 1				Round := 2				Round := 3			
			Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen	Error For Train	Error For Test	Time	Gen
0.7	2	200	0.7787	0.3327	2:16:45	390	0.8649	0.54186	1:23:57	240	0.6679	0.299	1:38:45	275
		250	0.7909	0.2704	2:15:06	300	0.7843	0.5578	2:02:07	265	0.8	0.4	2:47:14	375
		300	0.6955	0.4069	3:12:12	355	0.77	0.2897	2:28:14	275	0.4729	0.3548	2:43:00	295
	10	200	0.3975	0.5947	1:37:36	275	0.5122	0.58	1:28:19	245	0.5334	0.5066	1:27:51	245
		250	0.4235	0.7525	2:15:26	305	0.424	0.6213	2:23:41	315	0.5257	0.52	1:53:29	250
		300	0.3381	0.77	3:06:52	350	0.3686	0.9347	4:20:43	490	0.384	0.7573	3:20:00	365
0.9	2	200	0.6433	0.4167	1:43:22	290	0.8825	0.5049	2:05:10	350	0.7759	0.3611	1:53:52	320
		250	0.8517	0.5965	2:24:52	320	0.6589	0.3093	1:29:09	180	0.6402	0.3019	2:52:15	380
		300	0.7882	0.3451	3:05:49	340	0.6569	0.3111	3:23:47	370	0.9046	0.5437	2:05:25	230
	10	200	0.766	0.298	1:57:08	320	0.596	0.329	2:21:40	395	0.4866	0.4991	1:21:12	230
		250	0.6873	0.326	2:56:53	395	0.948	0.983	2:34:22	340	0.5462	0.539	2:57:00	395
		300	0.464	0.61	3:56:08	435	0.718	0.336	2:08:51	235	0.8551	0.521	1:58:35	380

ตารางที่ 10-8 แสดงผลการทดลองเมื่อจำนวนฮิตเดนโหนดมีค่า 14 โหนด

เมื่อ จำนวนฮิตเดนโหนดมีจำนวน 14 โหนด ค่าความน่าจะเป็นของการมีวเตชันมีค่า 0.05 และ จำนวนจุดตัดของค่าน้ำหนักในฮิตเดนโหนดมีค่า 2

1	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของเงินบาท เมื่อเทียบกับ 1 ดอลลาร์สหรัฐ			ส่วนต่างของอัตราแลกเปลี่ยนเมื่อเทียบกับ ธนาคารแห่งประเทศไทย		แนวโน้มในการวิเคราะห์			ความถูกต้องในการวิเคราะห์	
	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย
1	35.7905	35.8	36.5277	0.0095	-0.7372					
2	35.9788	35.9	36.1854	0.0788	-0.2066	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
3	35.2983	36.4	36.2814	1.1017	-0.9831	ลง	ขึ้น	ขึ้น	ไม่ตรง	ไม่ตรง
4	36.0555	36.05	36.4664	0.0055	-0.4109	ขึ้น	ลง	ขึ้น	ตรง	ตรง
5	36.0458	36.1	36.2733	0.0542	-0.2275	ลง	ขึ้น	ลง	ตรง	ตรง
6	36.0788	36.05	36.3041	0.0288	-0.2253	ขึ้น	ลง	ขึ้น	ตรง	ตรง
7	36.4154	36.3	36.3321	0.1154	0.0833	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
8	36.6873	36.75	36.4659	0.0627	0.2214	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
9	36.9423	36.95	36.7911	0.0077	0.1512	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
10	36.22	36.25	36.9465	0.03	-0.7265	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
11	36.1865	36.2	36.5616	0.0135	-0.3751	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
12	36.3123	36.35	36.4138	0.0377	-0.1015	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
13	36.1648	36.15	36.4534	0.0148	-0.2886	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
14	36.431	36.45	36.4686	0.019	-0.0376	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
15	36.7653	36.85	36.6376	0.0847	0.1277	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
16	36.447	36.5	36.8557	0.053	-0.4087	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
17	36.4137	36.45	36.7198	0.0363	-0.3061	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
18	36.6138	36.65	36.5885	0.0362	0.0253	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
19	36.6108	36.65	36.6855	0.0392	-0.0747	ลง	ลงที่	ขึ้น	ไม่ตรง	ไม่ตรง
เปอร์เซ็นต์ในการวิเคราะห์แนวโน้มถูกต้อง									89.47%	47.36%

ตารางที่ 10-9 แสดงการเปรียบเทียบอัตราแลกเปลี่ยนในเดือนมกราคม

No.	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของเงินบาท เมื่อเทียบกับ 1 ดอลลาร์สหรัฐ			ส่วนต่างของอัตราแลกเปลี่ยนเมื่อเทียบกับ ธนาคารแห่งประเทศไทย		แนวโน้มในการวิเคราะห์			ความถูกต้องในการวิเคราะห์	
	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย
1	36.4739	36.45	36.7999	0.0239	0.326					
2	36.45	36.45	36.6787	0	0.2287	ลง	คงที่	ลง	ไม่ตรง	ตรง
3	36.425	36.45	36.57	0.025	0.145	ลง	คงที่	ลง	ไม่ตรง	ตรง
4	36.4833	36.5	36.4225	0.0167	-0.0608	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
5	36.455	36.45	36.4983	0.005	0.0433	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
6	36.5577	36.55	36.4713	0.0077	-0.0864	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
7	36.7584	36.8	36.5062	0.0416	-0.2522	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
8	36.8312	36.8	36.7378	0.0312	-0.0934	ขึ้น	คงที่	ขึ้น	ไม่ตรง	ตรง
9	36.7564	36.7	36.7636	0.0564	0.0072	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
10	36.7182	36.75	36.6658	0.0318	-0.0524	ลง	ขึ้น	ลง	ไม่ตรง	ตรง
11	36.5429	36.55	36.588	0.0071	0.0451	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
12	36.6026	36.6	36.5194	0.0026	-0.0832	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
13	36.6825	36.7	36.6495	0.0175	-0.033	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
14	36.7571	36.75	36.8419	0.0071	0.0848	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
15	37.0377	36.95	36.9287	0.0877	-0.109	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
16	37.4779	37.55	37.157	0.0721	-0.3209	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
17	37.3581	37.35	37.4411	0.0081	0.083	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
18	37.1196	37.1	37.3021	0.0196	0.1825	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
19	37.3	37.35	37.0394	0.05	-0.2606	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
20	37.1722	37.15	36.9696	0.0222	-0.2026	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
21	37.2065	37.25	36.9072	0.0435	-0.2993	ขึ้น	ลง	ลง	ไม่ตรง	ไม่ตรง
เปอร์เซ็นต์ในการวิเคราะห์แนวโน้มถูกต้อง									76.19%	57.14%

ตารางที่ 10-10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราแลกเปลี่ยนในเดือนกุมภาพันธ์

No	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของเงินบาท เมื่อเทียบกับ 1 ดอลลาร์สหรัฐ			ส่วนต่างของอัตราแลกเปลี่ยนเมื่อเทียบกับ ธนาคารแห่งประเทศไทย		แนวโน้มในการวิเคราะห์			ความถูกต้องในการวิเคราะห์	
	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย	ธนาคารกรุงเทพ	ผลที่ได้จากการทำนาย
1	37.3783	37.4000	36.9600	-0.0217	0.4183					
2	37.4888	37.5000	37.1000	-0.0112	0.3888	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
3	37.3684	37.4000	37.2600	-0.0316	0.1084	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
4	37.2550	37.3500	37.1600	-0.0950	0.0950	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
5	36.8979	36.8000	37.0700	0.0979	-0.1721	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
6	37.1095	37.1000	36.8200	0.0095	0.2895	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
7	37.3044	37.3000	36.9200	0.0044	0.3844	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
8	37.3154	37.3500	37.0700	-0.0346	0.2454	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
9	37.1058	37.1000	37.1900	0.0058	-0.0842	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
10	37.1004	37.1000	36.9500	0.0004	0.1504	ลง	คงที่	ขึ้น	ไม่ตรง	ไม่ตรง
11	37.0073	37.0000	36.8000	0.0073	0.2073	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
12	37.1357	37.1500	36.8300	-0.0143	0.3057	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
13	37.3112	37.3500	36.9400	-0.0388	0.3712	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
14	37.2368	37.2500	36.9800	-0.0132	0.2568	ลง	ลง	ขึ้น	ตรง	ไม่ตรง
15	37.3211	37.3500	36.9600	-0.0289	0.3611	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
16	37.2126	37.2500	37.0200	-0.0374	0.1926	ลง	ลง	ลง	ตรง	ตรง
17	37.3345	37.3500	36.9500	-0.0155	0.3845	ขึ้น	ขึ้น	ขึ้น	ตรง	ตรง
18	37.3950	37.4000	37.0200	-0.0050	0.3750	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
19	37.4191	37.4500	37.0000	-0.0309	0.4191	ขึ้น	ขึ้น	ลง	ตรง	ไม่ตรง
เปอร์เซ็นต์ในการวิเคราะห์แนวโน้มถูกต้อง									94.73%	42.10%

ตารางที่ 10-11 แสดงการเปรียบเทียบอัตราแลกเปลี่ยนในเดือนมีนาคม

วันที่ต้องการทำนาย	ค่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของเงินบาทเมื่อเทียบกับ 1 ดอลลาร์สหรัฐ				
	ธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารกรุงเทพ	ธนาคารนครธน	ธนาคารไทยพาณิชย์	ค่าที่ได้จากการจากรทำนาย
22-Mar-99	37.2368	37.2500	37.2000	37.3300	36.9800
23-Mar-99	37.3211	37.3500	37.3500	37.3500	36.9600
24-Mar-99	37.2126	37.2500	37.2000	37.3400	37.0200
25-Mar-99	37.3345	37.3500	37.2500	37.3700	36.9500
26-Mar-99	37.3950	37.4000	37.4000	37.4300	37.0200

วันที่ต้องการทำนาย	ส่วนต่างอัตราแลกเปลี่ยนเมื่อเทียบกับธนาคารแห่งประเทศไทย			
	ธนาคารกรุงเทพ	ธนาคารนครธน	ธนาคารไทยพาณิชย์	ค่าที่ได้จากการจากรทำนาย
22-Mar-99	-0.0132	0.0368	-0.0932	0.2568
23-Mar-99	-0.0289	-0.0289	-0.0289	0.3611
24-Mar-99	-0.0374	0.0126	-0.1274	0.1926
25-Mar-99	-0.0155	0.0845	-0.0355	0.3845
26-Mar-99	-0.0050	-0.0050	-0.0350	0.3750

ตารางที่ 10-12 แสดงการเปรียบเทียบอัตราแลกเปลี่ยนในช่วงวันที่ 22-26 เดือนมีนาคม

บทที่ 11

สรุปและวิจารณ์

จินดิก อัลกอริทึม เป็นทฤษฎีที่เลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการธรรมชาติของมนุษย์ ซึ่งสามารถนำกระบวนการเหล่านี้มาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหา ในลักษณะของการสุ่ม โดยอาศัยหลักการพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขคำตอบให้ดีขึ้นด้วยกระบวนการทางพันธุศาสตร์ วิธีการที่จะประยุกต์ใช้จินดิก อัลกอริทึมกับแต่ละปัญหาจะต้องปรับรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของโครโมโซมที่เข้ากระบวนการต่าง ๆ ของจินดิก อัลกอริทึม ซึ่งจะเห็นได้จากตัวอย่างรูปแบบโครโมโซมของปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเช่น ปัญหาทาว์นเวอร์ ออฟชานอย , ปัญหาการหาเส้นทางเดินที่ดีที่สุด , ปัญหาการจัดตารางสอนโรงเรียนแบบอัตโนมัติ หรือ ปัญหาการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น ลักษณะของโครโมโซมในแต่ละปัญหาจะแตกต่างกันไปตามสภาพและลักษณะของปัญหา โดยโครโมโซมของปัญหาหนึ่ง ๆ จะสามารถนำเสนอได้ในหลายรูปแบบโครโมโซม ซึ่งรูปแบบของโครโมโซมที่เลือกใช้จะต้องสัมพันธ์กับกระบวนการของตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์ของปัญหานั้นๆ เพื่อความถูกต้องของการประมวลผลและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

ค่าพารามิเตอร์หลักที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลหาคำตอบของจินดิก อัลกอริทึม ซึ่งประกอบด้วยค่าอัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และค่าอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน โดยทั่วไปค่าที่นิยมใช้สำหรับการหาคำตอบของจินดิก อัลกอริทึมคือ 0.7 และ 0.005 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าพารามิเตอร์แบบนี้ อาจจะเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้น ดังนั้นจะต้องใช้วิธีการทำการทดลองเพื่อสังเกตค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้น ๆ ในเบื้องต้นและนำค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองไปใช้กับปัญหานั้นต่อไป ในทำนองเดียวกันกับเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะของจินดิก อัลกอริทึมนั้น การเพิ่มเทคนิคต่าง ๆ มักจะใช้ได้ผลดีกับทุกปัญหาหาเปรียบเทียบกับจินดิกอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม จะเห็นได้จากการทดลองพบว่า การปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมไม่ว่าจะในรูปแบบใด จะให้การค้นหาคำตอบของจินดิก อัลกอริทึมเสมอ และการสุ่มแบบจำลองการหมุนวงล้อจะให้ผลไม่ดีเท่ากับการสุ่มทศนิยมแบบคืนกลับหรือไม่คืนกลับเช่นกัน แต่ในบางครั้งก็อาจจะไม่เหมาะสมกับบางปัญหา ซึ่งยังคงต้องอาศัยการทดลองเพื่อสังเกตวิธีที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นข้อเสียของจินดิก อัลกอริทึม ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องศึกษาและพัฒนาต่อไป เนื่องจากการค้นหาคำตอบนั้นเป็นลักษณะของการสุ่ม ดังนั้นการค้นหาคำตอบจะมีประสิทธิภาพขึ้นกับการสุ่มมากกว่าสิ่งใด แต่ในทางกลับกันการค้นหาคำตอบด้วยลักษณะการสุ่มก็ทำให้เราสามารถค้นพบคำตอบที่แฝงตัวอยู่ หรือคำตอบที่เราไม่คาดคิดก็ย่อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนในรายวิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประยุกต์ใช้จินดิก อัลกอริทึมในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายในโครงสร้างนิเวศวิทยาของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ พบว่าผลลัพธ์หาค่าน้ำหนักที่ใช้จินดิกใช้

อัลกอริทึมในการค้นหา สามารถทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศคือ ทำนายเงินบาทเมื่อเทียบกับ ดอลลาร์สหรัฐได้ ซึ่งจะเห็นจากการผลการทดลองที่แสดงไว้บทที่ 10 โดยผลลัพธ์จากการทำนาย อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศโดยใช้จินตึก อัลกอริทึมมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเพียง 0.21 บาท ซึ่งเป็นค่าที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าในบางครั้งคำตอบของการทำนายโดยวิธีอื่นทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คเช่น วิธีแบคพรอพพาเกชัน (Backpropagation) อาจจะสามารถค้นหาค่าน้ำหนักที่สามารถทำนายค่าคำตอบที่มี ค่าความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีจินตึก อัลกอริทึม แต่การค้นหาคำตอบโดยใช้วิธีจินตึก อัลกอริทึมก็มีจุด เด่นทางด้านเวลา เพราะวิธีจินตึก อัลกอริทึมใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงในการค้นหาคำตอบ โดยเวลาที่ใช้ ของวิธีจินตึก อัลกอริทึมอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการสุ่มประชากรรุ่นแรกและการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากผลการทดลองในบทที่10 จะพบว่าคำตอบของวิธีจินตึก อัลกอริทึมจะใช้เวลา ประมาณ 1 ชั่วโมงก็จะสามารถหาคำตอบที่พอใจได้ แตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการทำนายวิธีอื่นทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คที่จะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มากกว่า ซึ่งในบางครั้งอาจใช้เวลานั้นหลายวันแล้วแต่วิธีที่นำมาใช้

การประยุกต์ใช้วิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหาใดๆก็ตามย่อมมีจุดเด่นจุดด้อยมากน้อยแตกต่างกัน การประยุกต์ใช้จินตึก อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาที่เช่นเดียวกันก็มีจุดเด่นทางด้านเวลา ส่วนทางด้านจุดด้อยนั้นจินตึก อัลกอริทึมยังมีสามารถปรับปรุงสิ่งที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อลดจุดด้อยหรือความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลง โดยการปรับรูปแบบฟังก์ชันค่าความเหมาะสมและปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เข้ากับปัญหามากขึ้น และยังอาจจะพัฒนาตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์แบบใหม่ให้เหมาะสมกับ ปัญหาการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายใน โครงสร้างทางนิเวรอนเน็ตเวิร์คที่ใช้สำหรับการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศซึ่งต้องศึกษาต่อไป ดังนั้นวิธีจินตึก อัลกอริทึมก็นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่ น่าสนใจในการใช้แก้ปัญหา ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจินตึก อัลกอริทึมเป็นวิธีการที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในการ แก้ปัญหาต่างๆอย่างแพร่หลายนัก แต่สาขาวิชาทางด้านจินตึก อัลกอริทึมก็นับว่าเป็นสาขาวิชาที่น่าสนใจ และน่าจะเป็นวิธีการในการใช้แก้ปัญหาที่ได้รับความนิยมในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า เนื่องมาจากสามารถนำมา ประยุกต์ใช้ได้กับหลายๆปัญหารวมทั้งปัญหาการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายใน โครงสร้างนิเวรอนเน็ตเวิร์ค เพื่อใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-1

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการตลาด (Market Basket Analysis : MBA)

การวิเคราะห์ตลาด (Market Basket Analysis) คือการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ 3 สิ่ง คือ

- อะไรคือสิ่งที่ลูกค้าสนใจซื้อ
- ข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้า
- เหตุผลในการซื้อ

นอกจากนี้ยังสนใจแนวโน้มว่าสินค้าชนิดใดที่มักจะถูกซื้อพร้อมกัน และจะนำมาจัดเป็นโปรโมชั่นสำหรับลูกค้า ซึ่งอาจจะนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆเช่น มีการรวมบริการต่างๆเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมสำหรับลูกค้าเพื่อจะได้กำไรสูงสุด หรือในทางการแพทย์มีการเก็บประวัติของคนไข้เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาโรคที่ซับซ้อนของคนไข้ เป็นต้น

การวิเคราะห์ตลาดมักจะถูกใช้เมื่อสามารถหาข้อมูลรายการเปลี่ยนแปลง (Transaction) ได้และไม่จำเป็นต้องรู้อารมณ์ความรู้สึกของลูกค้า ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์ที่จึงเหมาะสมทั้งรูปแบบของดาต้าไมนิ่งทางตรง (Direct Data Mining) และดาต้าไมนิ่งทางอ้อม (Undirect Data Mining) โดยในการวิเคราะห์นี้จะมีเทคนิคของเรื่องความน่าจะเป็น และเทคนิคทางสถิติมาช่วย

จุดเด่นของการวิเคราะห์ตลาดคือผลที่ได้จะอยู่ในรูปของกฎ (Association Rule) โดยกฎนี้จะบอกถึงแนวโน้มของกลุ่มของสินค้า หรือบริการที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน

รูปแบบทั่วไปของกฎ

รูปแบบทั่วไปของกฎมี 3 ประเภท

1. Useful Rule จะประกอบด้วยข้อมูลที่มีคุณภาพสูง และข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงเช่น ในทุกๆวัน พลุหัตถ์ส้อมมักจะมียูจีสบู่กับผ้าอ้อมพร้อมๆกันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงสามารถสรุปเป็นกฎและจากกฎนี้จึงควรนำผ้าอ้อมและยูกีสบู่มาวางใกล้ๆกัน เพื่อให้ลูกค้าสามารถหยิบสินค้าที่ต้องการได้ง่ายๆ และไม่ลืมซื้อสินค้าชิ้นใดชิ้นหนึ่งไป
2. Trivial Rule ผลที่ได้จากกฎประเภทนี้จะพบว่าสินค้าหรือบริการใดที่มักจะเป็นที่ต้องการพร้อมๆกันสำหรับลูกค้าทั่วไปเช่น เมื่อลูกค้ามีการซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่มักจะต้องการรับบริการในเรื่องของการประกันสินค้า ดังนั้นจึงมักนำ 2 สิ่งนี้มารวมกันเป็นสินค้าชุดเดียวกัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. *Inexplicable Rule* ผลที่ได้จากกฎประเภทนี้จะไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นี้และไม่สามารถนำไปเป็นวิธีทางที่จะใช้ต่อไป เนื่องจากกฎนี้เกิดขึ้นจากความบังเอิญในข้อมูล ณ. ช่วงเวลานั้นๆ จึงไม่สามารถบ่งบอกถึงพฤติกรรมในการซื้อของลูกค้า หรือสินค้าอื่นๆ

การทำงานของวิธีการวิเคราะห์ตลาด

การวิเคราะห์จะเริ่มต้นที่รายการเปลี่ยนแปลง โดยรายการเปลี่ยนแปลงนั้นจะประกอบด้วยสินค้าหรือบริการต่างๆและข้อมูลเบื้องต้นอื่นๆ โดยเราจะเรียกสินค้าหรือบริการนั้นว่าไอเทม 'Items' ดังนั้นจากตาราง ก-1 จะแสดงสินค้า 5 ไอเทมซึ่งจะมีสินค้าทั้งหมด 5 ชนิด

ลูกค้า	ชนิดสินค้า
1	น้ำส้มคั้น , โชดา
2	นม , น้ำส้มคั้น , น้ำยาทำความสะอาดกระจก
3	น้ำส้มคั้น , ผงซักฟอก
4	น้ำส้มคั้น , ผงซักฟอก , โชดา
5	น้ำยาทำความสะอาดกระจก , โชดา

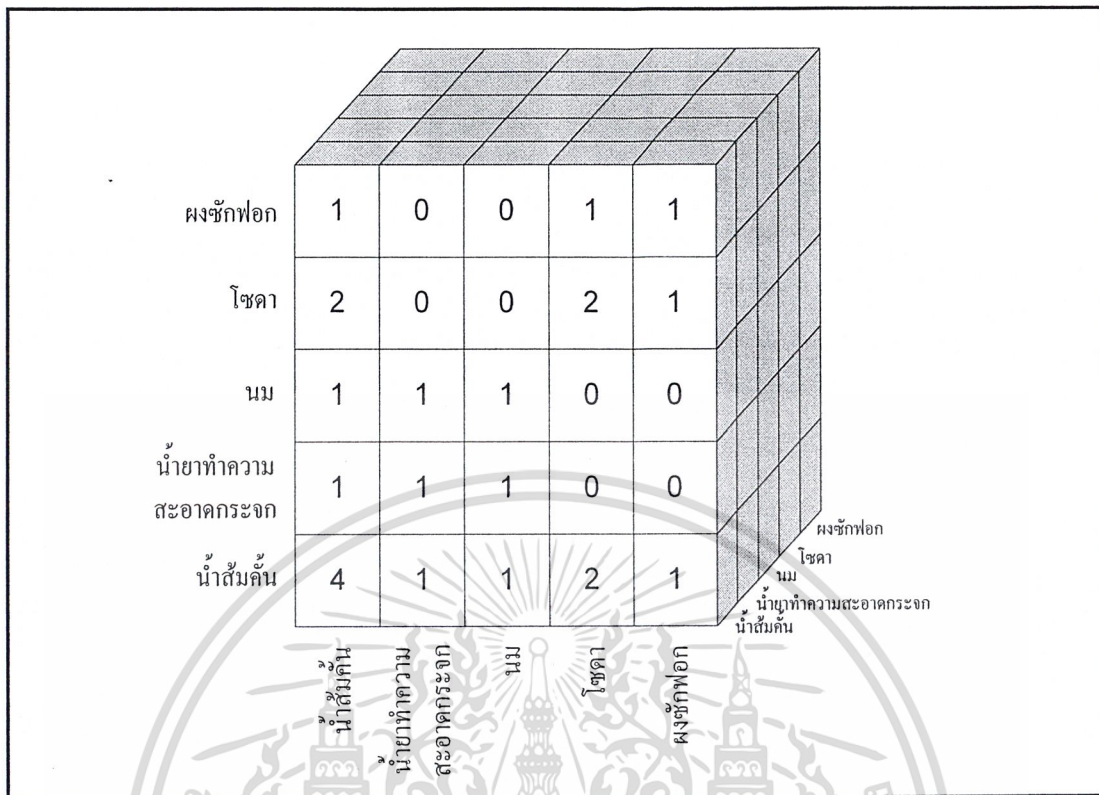
ตารางที่ ก-1 รายการเปลี่ยนแปลง (Transactions) ของร้านขายของชำ

หากรายการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย ชนิด ไอเทมเพียงตัวเดียวก็จะใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาวิเคราะห์ แต่หากมีหลายๆชนิดก็จะใช้ข้อมูลมาสร้างตารางความสัมพันธ์ (Co – Occurrence) ซึ่งตารางนี้จะบอกจำนวนครั้งของชนิดสินค้าคู่หนึ่งที่ถูกซื้อพร้อมกัน (ดังตารางที่ ก-2) และตำแหน่งของแถวและคอลัมน์ ตำแหน่งเดียวกันจะแสดงถึงว่าเป็นชนิดสินค้าชนิดเดียวกัน

	น้ำส้มคั้น	น้ำยาทำความสะอาดกระจก	นม	โชดา	ผงซักฟอก
น้ำส้มคั้น	4	1	1	2	1
น้ำยาทำความสะอาดกระจก	1	2	1	1	0
นม	1	1	1	0	0
โชดา	2	1	0	3	1
ผงซักฟอก	1	0	0	1	2

ตารางที่ ก-2 แสดงตารางความสัมพันธ์ (Co – Occurrence) ของสินค้า

ข้อมูลในตารางความสัมพันธ์สามารถสร้างกฎ (Association Rule) มาหาค่าระดับความน่าเชื่อถือ (Confidence) ได้ ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนรายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้กฎเป็นจริง และจำนวนเอกสารรายการเปลี่ยนแปลงที่มีส่วนของเงื่อนไขของกฎอยู่ศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-1 แสดงตารางความสัมพันธ์ (Co - occurrence) ในลักษณะ 3 มิติ

นอกจากจะมีการหาความสัมพันธ์เป็นคู่ๆแล้ว ยังสามารถหาความสามารถของชนิดสินค้า 3 ชนิดได้ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปของลูกบาศก์ (ดังรูปที่ ก-1) ซึ่งสามารถหาจำนวนของการจับคู่ความสัมพันธ์ (Combination) ของชนิดสินค้า N ชนิดได้ โดยมีค่าเท่ากับ จำนวนชนิดสินค้าทั้งหมดของข้อมูลยกกำลัง N

กระบวนการ (Basic Process)

การวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ตลาด มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้
ทำการเลือกชุดของชนิดสินค้าที่เหมาะสม

การคัดเลือกชนิดสินค้าที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งการเลือกชนิดสินค้านั้นจะขึ้นกับความต้องการทางธุรกิจเช่น ถ้าเป็นร้านขายของชำซึ่งมีการขายอาหารโดยมีขายพิซซ่าด้วยเป็นต้น ชนิดสินค้าสำหรับการวิเคราะห์ก็จะไม่ลงลึกถึงรายละเอียด โดยจะให้พิซซ่าทุกๆชนิดเป็นพิซซ่าแช่แข็ง (Frozen Pizza) แต่ในทางกลับกันหากเป็นร้านขายพิซซ่าโดยเฉพาะ ก็จะต้องสนใจว่าเป็นพิซซ่าชนิดใด โดยจะมีการเลือกชนิดของหน้าพิซซ่าต่างๆเป็นชนิดสินค้า แต่หากในอนาคตร้านขายของชำต้องการรายละเอียดในรายการเปลี่ยนแปลง ชนิดสินค้าที่เคยเป็นพิซซ่าแช่แข็ง ก็จะไม่ต้องพอต่อการใช้ประโยชน์หรืออีกด้านหนึ่งในร้านพิซซ่ามีรายการอาหารมากขึ้นก็จะให้ความสนใจกับหน้าพิซซ่าหน้าต่างๆน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไปก็คืออาจมีการเลือกชนิดสินค้าใหม่ ดังนั้นนอกจากจะได้ว่าชนิดสินค้าของความสนใจจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

แผนภาพแทกซิโนมี (Taxonomies)

แผนภาพแทกซิโนมี คือการแบ่งประเภทของชนิดสินค้าออกเป็นระดับประเภทต่างๆ ทำให้แต่ละชนิดสินค้าที่แตกออกมามีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อจำนวนของชนิดสินค้าที่ใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น จะทำให้จำนวนการรวมกลุ่มความสัมพันธ์ของสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะเพิ่มจำนวนตามอย่างรวดเร็ว ดังนั้นหากต้องการลดจำนวนของชนิดสินค้าลงและไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดของสินค้ามากนัก จึงควรเลือกชนิดสินค้าที่อยู่ในระดับบนของแผนภาพแทกซิโนมีเช่นเลือกของหวานเย็นแทนไอศกรีม ในทางกลับกันหากต้องการรายละเอียดของชนิดสินค้ามากขึ้นก็ควรเลือกชนิดสินค้านำระดับล่างของแผนภาพแทกซิโนมี

กฎบางกฎที่มีความซับซ้อนมากอาจเกิดจากมีจำนวนชนิดสินค้ามาก ในรายการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการใช้จะต้องขึ้นอยู่กับสภาวะนั้นๆเช่น ถ้าลูกค้าซื้อสินค้าเป็นจำนวนน้อยๆในร้านประจำ การใช้กฎที่มีความซับซ้อนก็จะก่อให้เกิดความสับสนเสีย แต่ถ้าเป็นซูเปอร์มาร์เก็ตการใช้กฎที่มีความซับซ้อนจะมีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ โดยปกติการเลือกใช้ชนิดสินค้านำมักจะเลือกระดับบนของแผนภาพแทกซิโนมีมากกว่าจะใช้ในระดับล่าง แต่ไม่ได้หมายความว่าทุกๆชนิดสินค้าต้องมาจากระดับเดียวกัน ระดับของชนิดสินค้าที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับสินค้าและความถี่ที่ใช้ข้อมูลนั้นเช่น หากเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่มีราคาแพงมักจะเลือกใช้ชนิดสินค้านำระดับล่าง แต่หากเป็นสมุดซึ่งมีราคาไม่แพงน่าจะเลือกใช้ชนิดสินค้านำในระดับที่สูงกว่า

ชนิดสินค้าเสมือน (Virtual Item)

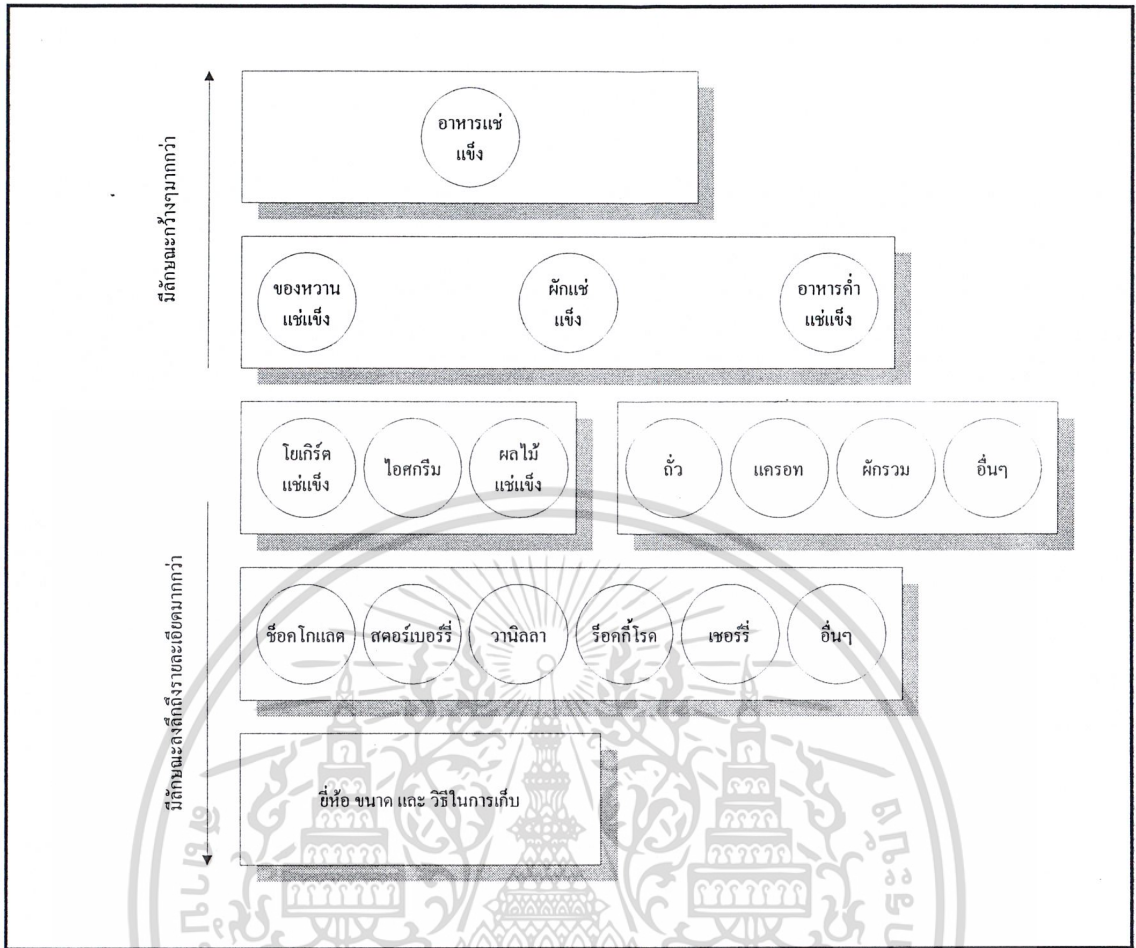
ชนิดสินค้าเสมือน(Virtual Item)จะเป็นการบอกรายละเอียดของสินค้าที่จะนำมาวิเคราะห์ แทนที่จะระบุเป็นสินค้าหรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่ง โดยจุดประสงค์ที่ใช้ชนิดสินค้าเสมือนคือจะช่วยให้การวิเคราะห์เพื่อให้ได้ประโยชน์จากข้อมูลนอกเหนือจากการใช้แผนภาพแทกซิโนมี

อย่างไรก็ดีไม่ควรใช้ชนิดสินค้าเสมือนเป็นจำนวนมากจนเกินไป ควรใช้ชนิดสินค้าเสมือนเมื่อแน่ใจว่ากฎที่สร้างขึ้นมามีค่าระดับความน่าเชื่อถือสูง

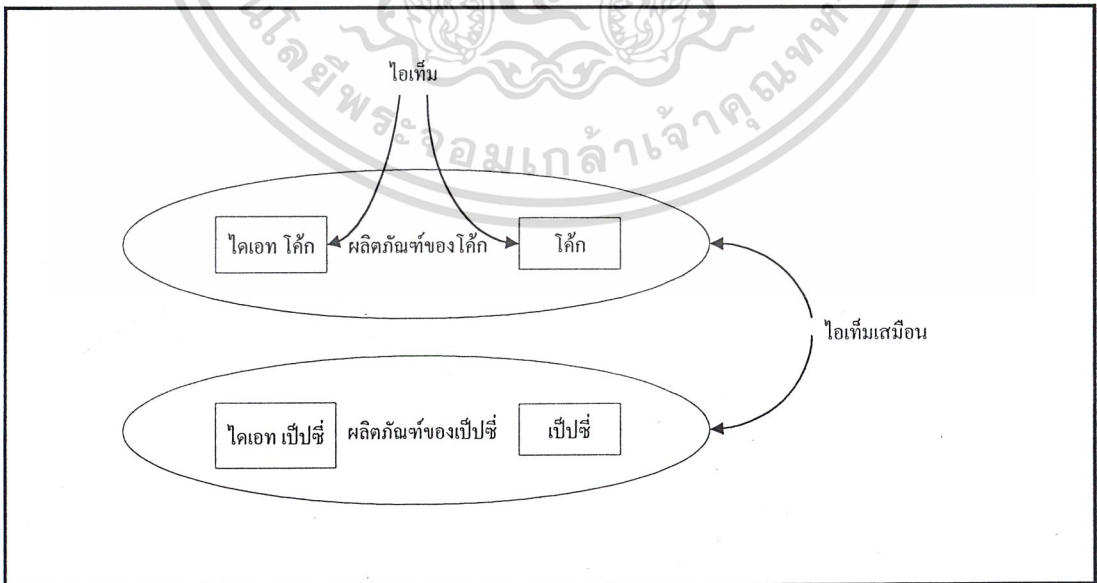
ในบางครั้งชนิดสินค้าเสมือนอาจจะป็นสาเหตุที่ทำให้กฎมีความซับซ้อน เช่นดังรูปที่ ก-3 กฎที่ได้ ' If coke product then coke ' จะทำให้การให้ความหมายซ้ำซ้อนของชนิดสินค้าเสมือน เนื่องจากทุกๆชนิดสินค้าภายในชนิดสินค้าเสมือนจะแสดงชนิดสินค้าเสมือนเดียวกัน จึงควรหลีกเลี่ยงเหตุการณ์นี้ โดยจะมีการเลือกชนิดสินค้าจากแผนภาพแทกซิโนมีมาซ้อนทับกับชนิดสินค้าเสมือนเดิมดังรูปก-4 ซึ่งการกระทำนี้จะเป็นการช่วยในการป้องกันการสร้างกฎที่ให้ความหมายซ้ำกับชนิดสินค้าเสมือน

การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีรายละเอียดน้อย

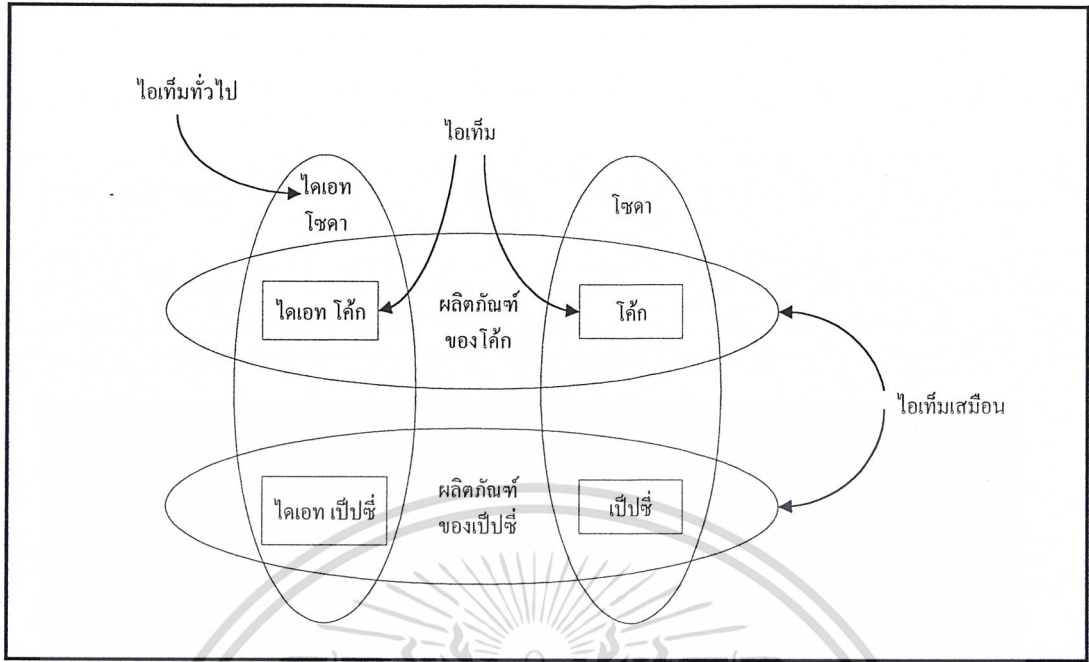
การวิเคราะห์ทางการตลาดสามารถพิสูจน์ได้ว่าการซื้อขายในซูเปอร์มาร์เก็ต หรือร้านค้าต่างๆทั่วไป การซื้อส่วนมากจะมีแนวโน้มการซื้อด้วยเงินสด ซึ่งการซื้อด้วยเงินสดนั้นเราจะไม่มีความรู้เกี่ยวกับลูกค้า ข้อมูลที่ได้จากการซื้อจะมีเพียงวันและเวลา, สถานที่, ผู้รับเงินและชนิดสินค้าที่ถูกเลือกซื้อ ซึ่งการวิเคราะห์ในลักษณะนี้จะทำให้มีข้อจำกัดในความสนใจผลที่ได้จากข้อมูล แต่ถ้าเป็นการใช้บัตรเครดิตหรือบัตรเครดิตในการซื้อก็จะสามารถหาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับลูกค้ามากขึ้นรวมถึงไม่จำกัดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเทคโนโลยีแปลงใบเสร็จและดวงเงินถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้พฤติกรรมการใช้เงินของลูกค้า ซึ่งสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ต่อไปได้



รูปที่ ก-2 แสดงแผนภาพแทกซิโนมี (Taxonomies)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในเชิงพาณิชย์ด้านการค้า
 รูปที่ ก-3 ตัวอย่างของการเลือกชนิดสินค้าเสมือน (Virtual Item) ที่ไม่ดีทำให้เกิดความซ้ำซ้อน
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-4 ตัวอย่างของการเลือกชนิดสินค้าเสมือน (Virtual Item)

ซึ่งไม่ใช่ชนิดสินค้า (Item) ทั้งหมดการสร้างกฎจากข้อมูล

กฎจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนเงื่อนไข(Condition)และส่วนผลลัพธ์(Result) โดยปกติ จะถูกนำเสนอในรูปแบบ ดังนี้

If Condition Then Result

จากโครงสร้างดังกล่าว จะสามารถแทนโดยตารางความสัมพันธ์ แต่ถ้าเป็นการรวมกลุ่มของ 3 ชนิดสินค้าเช่น A, B, C กฎจะมีรูปแบบดังนี้

- If A and B then C
- If A and C then B
- If B and C then A

Combination	ความน่าจะเป็น
A	45%
B	42.5%
C	40%
A and B	25%
A and C	20%
B and C	15%
A and B and C	5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้จัดทำไม่มีให้คืนแบบลงชื่อที่ และข้อมูลใดๆ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 ความน่าจะเป็นของ 3 ชนิดสินค้า (Item) และการ Combinations

จากตารางที่ก-3 แสดงความน่าจะเป็นของแต่ละชนิดสินค้าและของการรวมกลุ่มต่างๆของชนิดสินค้า แต่ในการวิเคราะห์จะต้องหาค่าระดับความน่าเชื่อถือ (Confidence) โดยจะมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Confidence} = \frac{P(\text{Condition and Result})}{P(\text{condition})}$$

กฎที่มีค่าระดับความน่าเชื่อถือมากที่สุดจะดีที่สุด แต่ในบางครั้งอาจจะเกิดปัญหาถ้าค่าระดับความน่าเชื่อถือมีค่าน้อยกว่าค่าจากการสุ่ม (Random) ของแต่ละตัว ดังนั้นจึงควรคำนวณหาอีก 1 ค่าคือค่าในการปรับปรุง(Improvement) เพื่อใช้ในการคาดคะเนซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะดีกว่าแบบแรก(ค่าระดับความน่าเชื่อถือ) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{Improvement} = \frac{P(\text{Condition and Result})}{P(\text{Condition}) - P(\text{Result})}$$

เมื่อค่าในการปรับปรุงที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1 จะสามารถสรุปเป็นกฎได้แต่หากมีค่าน้อยกว่า 1 ไม่ควรสรุปเป็นกฎ แต่สามารถสร้างกฎที่มีค่าในการปรับปรุง (Improvement) มากกว่า 1 ได้ โดยทำเป็นผลด้านลบ (Negative Result) เช่น กฎ ' If B and C then A ' ซึ่งจะมีค่าระดับความน่าเชื่อถือเป็น 0.83 ดังนั้นจะเปลี่ยนเป็นกฎ ' If B and C then not A ' ซึ่งจะมีค่าระดับความน่าเชื่อถือเป็น 0.67

การเลือกกฎที่เหมาะสมในการวิเคราะห์

กฎเกิดจากการสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์สำหรับ 1ชนิดสินค้า, 2ชนิดสินค้า, 3ชนิดสินค้า, ... โดยจำนวนของการรวมกลุ่มจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามแนวเอ็กซ์โพเนนเชียลทำให้ต้องเพิ่มค่าในการคำนวณมากขึ้น โดยจะมีวิธีในการแก้ไขดังนี้คือเทคนิคพรันนิ่ง โดยเทคนิคพรันนิ่งคือ เทคนิคในการลดจำนวนของชนิดสินค้าและการรวมกลุ่มความสัมพันธ์ของชนิดสินค้า กลไกที่พบมากในเทคนิค พรันนิ่งคือ การหาค่าที่น้อยที่สุดของการพรันนิ่ง โดยจะมีการตั้งค่าที่น้อยที่สุดของการพรันนิ่งเป็นค่าขีดเริ่มเอาไว้แล้วนำมาเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบกับกฎทุกๆกฎ ถ้ากฎใดมีค่ามากกว่าค่าขีดเริ่มจึงจะนำมาพิจารณา จากวิธีนี้ทำให้ลดขนาดของชนิดสินค้าและกฎไปได้มาก โดยค่าที่น้อยที่สุดของการพรันนิ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลและสถานการณ์ขณะนั้น ๆ

กฎการแยกตัว (Dissociation Rule)

กฎลักษณะนี้มีความคล้ายคลึงกับกฎความสัมพันธ์ แต่กฎนี้สามารถเชื่อมด้วย ' And Not ' นอกเหนือจากการเชื่อมด้วย ' And ' เช่น If A not B then C ซึ่งกฎนี้จะทำให้เกิดชนิดสินค้าใหม่ขึ้น ซึ่งเป็นชนิดสินค้าที่ตรงข้ามกับชนิดสินค้าเดิมดังตารางที่ ก-4 ซึ่งกฎการแยกตัวนี้จะมีประโยชน์ในการทำเฉพาะชนิดสินค้าที่มีความถี่ในการใช้สูงแต่จะมีข้อเสีย 3 ประการด้วยกันดังนี้

1. จะทำให้มีจำนวนชนิดสินค้าเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของชนิดสินค้าเดิมซึ่งทำให้ประสิทธิภาพลดลง
2. ทำให้ขนาดของรายการเปลี่ยนแปลงมีขนาดใหญ่ขึ้น
3. ความถี่ของชนิดสินค้าที่มีการกลับด้านจะมีแนวโน้มมากกว่าความถี่ของชนิดสินค้าแบบเดิม
 - ดังนั้นข้อจำกัดของค่าที่น้อยที่สุดของการพัวพันจึงคือชนิดสินค้า จึงต้องมีการกลับด้านของกฎทั้งหมด

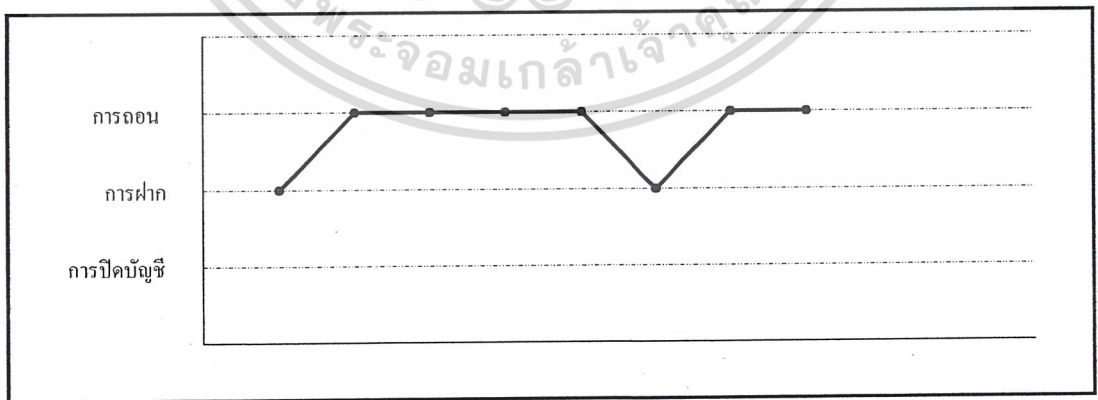
ลูกค้า	ชนิดสินค้า (Item)	ลูกค้า
1	{ A,B,C}	1. {A,B,C}
2	{A}	2. {A, ~B,~C }
3	{A,C}	3. {A,~B,C}
4	{A}	4. {A,~B,~C }
5	{}	5. {~A,~B,~C }

ตารางที่ ก-4 แสดงการแปลงรายการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้าง Dissociation Rules

การวิเคราะห์ที่มีเวลาเกี่ยวข้อง (Time - series Analysis)

ข้อมูลในลักษณะของชุดเวลา (Time - series) โดยปกติมักจะต้องการข้อมูลของลูกค้ามาเกี่ยวข้องด้วย แต่ถ้าเป็นรายการเปลี่ยนแปลงแบบปิดบังชื่อ (Anonymous Transaction) ซึ่งจะไม่มีข้อมูลของลูกค้าเก็บไว้ ทำให้ไม่สามารถคาดเดาพฤติกรรมการซื้อขายซ้ำกันต่อไปของลูกค้าได้

ชุดเวลาจะมีการเรียงลำดับของชนิดสินค้าต่างๆ ตามเวลา ซึ่งมีความแตกต่างจากรายการเปลี่ยนแปลงคือในรูปแบบของรายการเปลี่ยนแปลง จะไม่มีการเรียงลำดับของชนิดสินค้าตามเวลา



รูปที่ ก-5 แผนภาพของชุดเวลา (Time - series) แสดงถึงพฤติกรรมของลูกค้า

จากรูปที่ ก-5 จะพบว่าข้อมูลรูปแบบชุดเวลาสามารถใช้เป็นแนวโน้มในการวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้าของธนาคาร ซึ่งในรูปแบบจะพบว่าการฝากและถอนสลับกันไป แสดงว่าเป็นลูกค้าที่ดีแต่ในทางกลับกันรูปแบบจะพบว่าการถอนเงินในระยะเวลาอันยาวนานและปิดบัญชี แสดงว่าลูกค้านั้นมีปัญหา

หน้าต่างเวลา (Time Windows) คือการแสดงชนิดสินค้าทั้งหมด ซึ่งเกิดขึ้นภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมเช่นจากรูปที่ ก -5 คือระยะเวลา 1 เดือน การเข้าถึงหน้าต่างเวลาจะใช้ 2 รายการเปลี่ยนแปลงคือ ลูกค้ำที่ดีและลูกค้ำที่มีปัญหา

จุดเด่นของวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิเคราะห์ตลาด

1. ผลที่ได้สามารถเข้าใจง่าย โดยจะแสดงอยู่ในรูปภาษาอังกฤษและในรูปประโยคของ SQL โดยมีรูปแบบข้อมูลอยู่ในรูปของ 'If - then' ทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ
2. สามารถนำไปใช้กับค้ำใดค้ำหนึ่งทางอ้อม โดยค้ำใดค้ำหนึ่งทางอ้อมจะมีความสำคัญมากเมื่อต้องการเข้าถึงชุดของข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และไม่มีจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์ ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิเคราะห์ตลาดจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจากวิธีการนี้จะรู้ถึงจุดเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ
3. สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีความหมายต่างกันได้ คือสามารถจัดการได้โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อสรุป แต่หากเป็นเทคนิคอื่นๆข้อมูลจะต้องมีรูปแบบที่แน่นอน
4. สามารถคำนวณได้ง่าย ซึ่งวิธีนี้จะมีการคำนวณสะดวกกว่าการคำนวณที่ซับซ้อนเช่น จีเนติก อัลกอริทึม หรือนิวรอนเน็ตเวิร์ค

จุดอ่อนของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิเคราะห์ตลาด

1. ขนาดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามแนวแฮชโพเทนเชียล เนื่องจากจำนวนของชนิดสินค้าเพิ่มมากขึ้นและกฎมีความซับซ้อน มีวิธีแก้โดยลดจำนวนชนิดสินค้าใช้เทคนิคการหาค่าที่น้อยที่สุดของการพหุนามจำกัดคุณสมบัติของข้อมูล การวิเคราะห์วิธีนี้จะจำกัดคุณลักษณะของชนิดสินค้าที่นำมาใช้เช่น ชนิดของสินค้าที่ใช้
2. ยากต่อการตัดสินใจเลือกชนิดสินค้า จะต้องแน่ใจว่าความถี่ของชนิดสินค้าที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์จะต้องใกล้เคียงกัน
3. ปัญหาที่เกิดจากชนิดสินค้าที่มีการใช้น้อย ชนิดสินค้าที่มีการใช้น้อยจะทำให้รายการเปลี่ยนแปลงที่มีชนิดสินค้าเหล่านี้มีจำนวนน้อยและทำให้ชนิดสินค้าเหล่านี้ถูกกำจัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-2

เมมโมรีเบสรีซันนิง

(Memory-Based Reasoning : MBR)

คนส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการตัดสินใจที่ดี โดยจะขึ้นกับประสบการณ์ที่ผ่านมาในอดีต โดยมีกระบวนการอยู่ 2 กระบวนการคือ การพิสูจน์(Identify)คือทำการเปรียบเทียบสิ่งที่เข้ามาใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่ และการประยุกต์(Applying)คือการนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นประเด็นของเมมโมรีเบสรีซันนิงนั่นคือมีการใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ โดยจะเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเรคคอร์ด(Record) เมมโมรีเบสรีซันนิงจะทำการหาสิ่งใกล้เคียงกัน(Neighbors) ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ในประสบการณ์ เพื่อทำการจัดเป็นหมวดหมู่(Classify)และการคาดคะเน(Prediction)

จุดหนึ่งที่น่าสนใจของเมมโมรีเบสรีซันนิงคือมีความสามารถในการใช้ข้อมูลในรูปแบบ “As If” และยังมีสิ่งที่แตกต่างจากเทคนิคของดาต้าไมนิ่งอื่นๆคือ จะไม่สนใจในรูปแบบของเรคคอร์ดแต่จะสนใจเพียง 2 สิ่งคือคือ

- ฟังก์ชันหาระยะทาง (Distance Function) ซึ่งจะใช้กำหนดค่าระยะห่างระหว่าง 2 เรคคอร์ด
- ฟังก์ชันการรวม (Combination function) คือการรวบรวมผลลัพธ์จากสิ่งทีใกล้เคียงกัน เพื่อมาใช้ในการหาคำตอบต่อไป

โดยฟังก์ชันเหล่านี้จะกำหนดมาตรฐานของรูปแบบข้อมูลโดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงสามารถใช้กับข้อมูลที่มีรูปแบบซับซ้อนได้เช่น การหาที่ตั้งทางภูมิศาสตร์, รูปภาพ

เมมโมรีเบสรีซันนิงยังเหมาะสมกับข้อมูลแบบที่มีความสัมพันธ์(Relation)ที่มักพบในธุรกิจทั่วไป ตัวอย่างของงานที่นำเมมโมรีเบสรีซันนิงไปประยุกต์ใช้ดังนี้

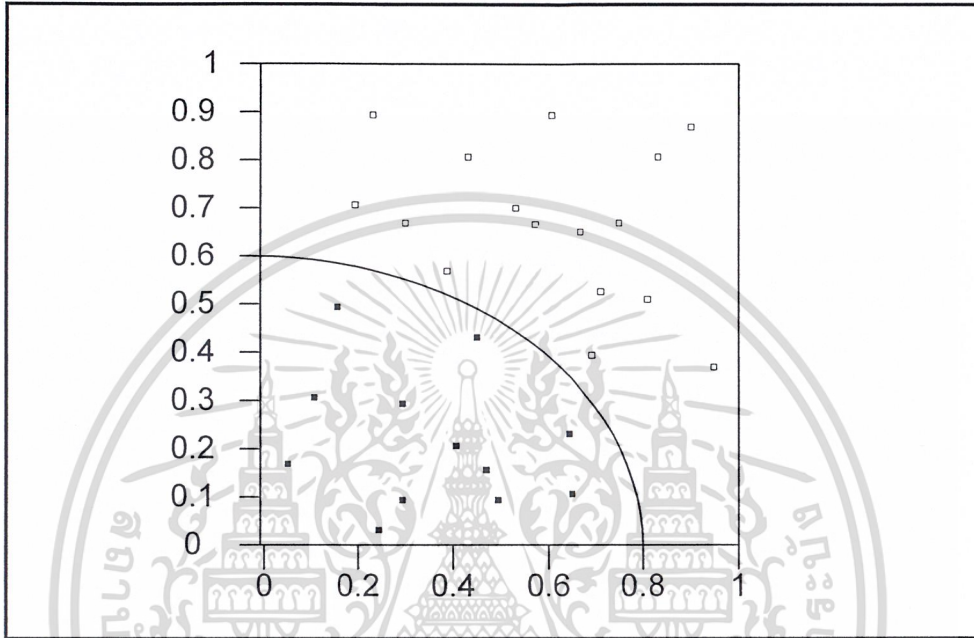
- การคาดเดาผลตอบสนองของลูกค้า เช่นหากลูกค้าคนหนึ่งมีการตอบสนองต่อข้อเสนอในลักษณะเดียวกับลูกค้าก่อน เราจะสามารถคาดคะเนสินค้าที่ลูกค้าคนนั้นเลือกที่จะซื้อชิ้นต่อไปได้
- การรักษาคนไข้ เช่นคนไข้มีลักษณะของอาการเดียวกับลักษณะของคนไข้ที่มีอยู่ก่อนก็ จะสามารถทำการรักษาคนไข้นั้นในลักษณะที่เหมือนกัน

ส่วนทางข้อดีของเมมโมรีเบสรีซันนิงคือเรื่องของราคา แต่แหล่งข้อมูลของเมมโมรีเบสรีซันนิงมีแนวโน้มจะใหญ่ขึ้นเรื่อยๆทำให้เสียเวลาในการค้นหา ดังนั้นการแก้ไขจึงควรมีการลดขนาดของข้อมูลลง

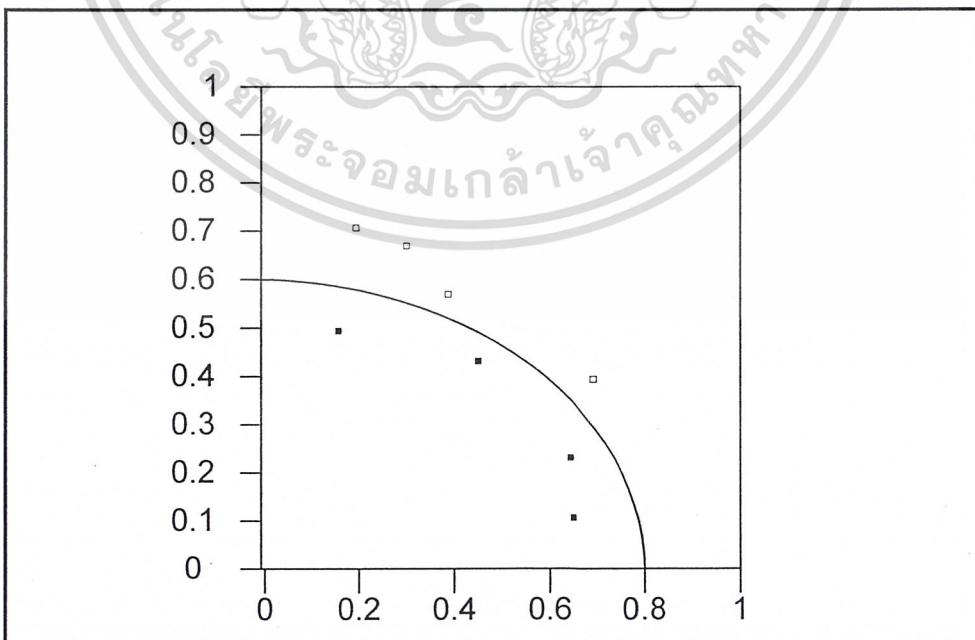
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือมีการแจ้งให้เพื่อการค้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเมมโมรีเบสรีชั้นหนึ่ง

การทำงานของเมมโมรีเบสรีชั้นหนึ่งจะแบ่งเป็น 2 เฟส(Phase)ที่แตกต่างกัน คือเฟสของการเรียนรู้ (Learning Phase)จะสร้างฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในอดีต และเฟสของการคาดคะเน(Prediction Phase)จะประยุกต์กับกรณีที่เข้ามาใหม่ด้วยเมมโมรีเบสรีชั้นหนึ่ง วิธีแก้ปัญหาคด้วยเมมโมรีเบสรีชั้นหนึ่งจะมี 3 ขั้นตอน



รูปที่ ก-6 แสดงสเกลเตอร์ กราฟ (Scatter Graph) ที่มีความซ้ำซ้อน



รูปที่ ก-7 แสดงสเกลเตอร์ กราฟ (Scatter Graph) ที่ไม่มีความซ้ำซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกชุดข้อมูลในอดีต (Historical Records)

ชุดข้อมูลในอดีตเป็นที่รู้จักในอีกชื่อหนึ่งว่าข้อมูลชุดเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลชุดเรียนรู้คือเซตของเรคคอร์ดที่สามารถหาได้ และข้อมูลชุดเรียนรู้จะใช้ในการหาสิ่งที่ใกล้เคียงกันที่ใกล้เคียง(Nearest Neighbors) กับเรคคอร์ดที่ไม่ทราบค่า(Unknown Records)มากที่สุด เพื่อใช้ในการคาดคะเนต่อไปแต่การเลือกข้อมูลชุดเรียนรู้โดยการใช้การสุ่มจะไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากของกรณีจะมีความถี่ของแต่ละหมวดหมู่ไม่เท่ากันทำให้หมวดหมู่ที่มีความถี่มากจะครอบครองสิทธิการสุ่มทำให้หมวดหมู่ที่จำกัดลง ดังนั้นวิธีแก้คือควรเลือกข้อมูลชุดเรียนรู้ที่มีจำนวนเรคคอร์ดที่ใกล้เคียงกันของแต่ละหมวดหมู่

2. การแสดงชุดข้อมูลในอดีต

วิธีที่ง่ายที่สุดในการหาสิ่งที่ใกล้เคียงที่สุดคือ การหาระยะทางจากสิ่งที่เราไม่รู้กันแต่ละส่วนของเรคคอร์ดในข้อมูลชุดเรียนรู้และเลือกชุดข้อมูลในอดีตที่มีระยะสั้นที่สุด

ข้อมูลชุดเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อมีการลดจำนวนของเรคคอร์ดในฐานะข้อมูลแบบย่อนหลังจากรูปก-6 จะแสดงสแกนเตอร์กราฟ (Scatter Graph) สำหรับข้อมูลที่ถูกจัดเป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าแบ่งเป็น 2 ประเภท และในกราฟนี้มีทั้งหมด 40จุดทำให้เกิดความซ้ำซ้อนขึ้นเมื่อมีการแยกประเภท จึงควรลดจำนวนจุดที่จะใช้วิเคราะห์ดังรูปก-7จะแสดงเพียง8จุดที่เกี่ยวข้องกับการแยกประเภท โดยในการลดลงของจำนวนของเรคคอร์ดทำโดย

- เมื่อข้อมูลมีแยกประเภทกันอย่างชัดเจน โดยจะหาคลัสเตอร์(Cluster)ที่มีเรคคอร์ดของประเภทต่างๆ จากนั้นจะหาจุดกึ่งกลางของแต่ละคลัสเตอร์ ดังนั้นก็จะสามารถหาเซตที่ลดลงได้
- เมื่อข้อมูลแต่ละประเภทมีการเหลื่อมล้ำกัน(Overlap)กัน โดยจะหาออฟติเมเซต(Optimal Set) ซึ่งเป็นเรคคอร์ดที่เกี่ยวข้องมาใช้พิจารณา ทำให้ ข้อมูลในอดีตลดลงจำนวนลงได้

3. หาฟังก์ชันหาระยะทาง , ฟังก์ชันการรวม และจำนวนของสิ่งที่ใกล้เคียงกัน

เนื่องจากค่าฟังก์ชันระยะทาง, ฟังก์ชันการรวม และจำนวนของสิ่งที่ใกล้เคียงกันจะเป็นส่วนสำคัญในการช่วยเมมโมรีเบสรีชัณนี้ในการวิเคราะห์

กรณีศึกษา (Case Study)

ตัวอย่างนี้เป็นกาหนดโคคให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ตามลำดับของสารบัญเรื่อง โดยโคคจะช่วยให้การค้นหาในเรื่องที่สนใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งบรรณาธิการหรือระบบผู้เชี่ยวชาญจะสามารถกำหนดค่าโคคได้ และเราจะนำความสามารถนี้ให้สามารถทำโดยเมมโมรีเบสรีชัณนี้จากตารางก-5 สามารถแบ่งประเภทของข่าวแบ่งออกเป็น 6ประเภท การประยุกต์เมมโมรีเบสรีชัณนี้มีขั้นตอนในการกำหนดค่าโคคให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ดังนี้

1. เลือกข้อมูลชุดเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ข้อมูลชุดเรียนรู้ควรจะมี ความแตกต่างในเรื่องของจำนวนและความถี่ของโคคในสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่ว่างกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เบื้องเนื้อหาและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งพบการนำไปใช้ถึงแม้ว่าข้อมูลชุดเรียนรู้จะให้ผลลัพธ์ที่ดี และข้อมูลชุดเรียนรู้ที่มีโครงสร้างดีกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า

Category	#Codes	#Docs	#Occurrences
Government (G/)	28	3,926	4,200
Industry (I/)	112	38,308	57,430
Market Sector (M/)	9	38,562	42,058
Product (P/)	21	2,242	2,523
Region (R/)	121	47,083	116,358
Subject (S/)	70	41,902	52,751

ตารางที่ ก-5 แสดงลักษณะการแบ่งประเภทของข่าว

2. เลือกฟังก์ชันระยะทาง

ขั้นตอนนี้อำนาจการเลือกฟังก์ชันระยะทาง ซึ่งค่าฟังก์ชันระยะทางจะเกิดขึ้นเองโดยจะอาศัยสัญญาณที่ส่งกลับมา (Relevance Feedback) โดยจะทำการวัดจากความคล้ายคลึงของเอกสาร 2 ฉบับ ซึ่งอาศัยหลักเกณฑ์ของค่า และเอกสารที่มีความคล้ายคลึงกันจะเป็นสิ่งที่ใกล้เคียงกัน สำหรับการวิเคราะห์ของสัญญาณที่ส่งกลับมา

2.1 สัญญาณที่ส่งกลับเป็นคำที่ช่วยสร้างฟังก์ชันเป้าหมาย

สัญญาณที่ส่งกลับคือ เทคนิคในการตอบคำถามของผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถถามข้อมูลและฐานข้อมูลจะส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้ใช้สนใจ ซึ่งมีวิธีการคือจะพยายามหาเอกสารในฐานข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะมีวิธีการคำนวณหาดังนี้

- คำประเภทนอนคอนเทนเบริง (Non Content - Bearing) เช่น “ If “ , “And” และ “Of” เป็นต้น เอาคำเหล่านั้นออกจากทุกเรื่องที่เราสนใจ
- คำทั่วไปที่มักพบในฐานข้อมูลควรนำออกจากเนื้อหา เนื่องจากคำเหล่านั้นแทบจะไม่สร้างความแตกต่างระหว่างเอกสาร
- คำที่เหลือจะถูกเก็บไว้เป็นพจนานุกรมของเทอมที่สามารถหาได้ โดยที่แต่ละคำจำกัดค่าน้ำหนัก (Weight) ไว้ ซึ่งคำที่พบบ่อยๆจะมีค่าน้ำหนักน้อย
- คำที่มี 2 คำซึ่งขึ้นต้นด้วยตัวใหญ่ เช่น “United Kingdom” จะถูกรวมอยู่ใน พจนานุกรมด้วย
- คำนวณหาค่าคะแนนของ 2 เรื่อง โดยค่าน้ำหนักของทั้ง 2 เรื่องจะถูกรวมเข้าด้วยกัน

หากค่าของคะแนนออกมามีค่าน้อยเช่นมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าทั้ง 2 เรื่องไม่มีค่าที่ใช้ร่วมกัน โดยค่าฟังก์ชันนี้จะใช้ในการหาค่าสิ่งที่ใกล้เคียงกันที่สุดค่าฟังก์ชันระยะทางหาได้จากสูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าไปเองโดยไม่ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$a_{classification}(A,B) = 1 - (\text{score}(A,B) / \text{score}(A,A))$$

 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกฟังก์ชันการรวม

ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการหาค่าฟังก์ชันการรวม โดยจะใช้เทคนิคการรวมค่าของค่าน้ำหนัก ซึ่งถ้าค่าน้ำหนักมากจะทำให้มีระยะทางน้อยดังตารางก-6

Neighbor	Distance	Weight	Codes
1	0.076	0.924	R/FE,R/CA,R/CO
2	0.346	0.654	R/FE,R/JA,R/CA
3	0.369	0.631	R/FE,R/JA,R/MI
4	0.393	0.607	R/FE,R/JA,R/CA

ตารางที่ ก-6 แสดงลักษณะของค่าน้ำหนัก

ค่าคะแนนทั้งหมดสำหรับแต่ละคะแนนคือผลรวมของค่าน้ำหนักในทุกๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นคะแนนที่มีค่าคะแนนต่ำกว่าค่าขีดเริ่มต้นจะถูกกำจัดออกไป ตัวอย่างเช่นในตารางที่ ก-7 หากเราตั้งค่าขีดเริ่มต้นเท่ากับ 1 จะมีโคด 3 โคด เท่านั้นที่ผ่าน คือ R/CA, R/FE, R/JA

Code	1	2	3	4	5
R/CA	0.924	0	0	0.607	1.531
R/CO	0.924	0	0	0	0.924
R/FE	0.924	0.654	0.631	0.607	2.816
R/JA	0	0.654	0.631	0.607	1.892
R/MI	0	0.654	0	0	0.624

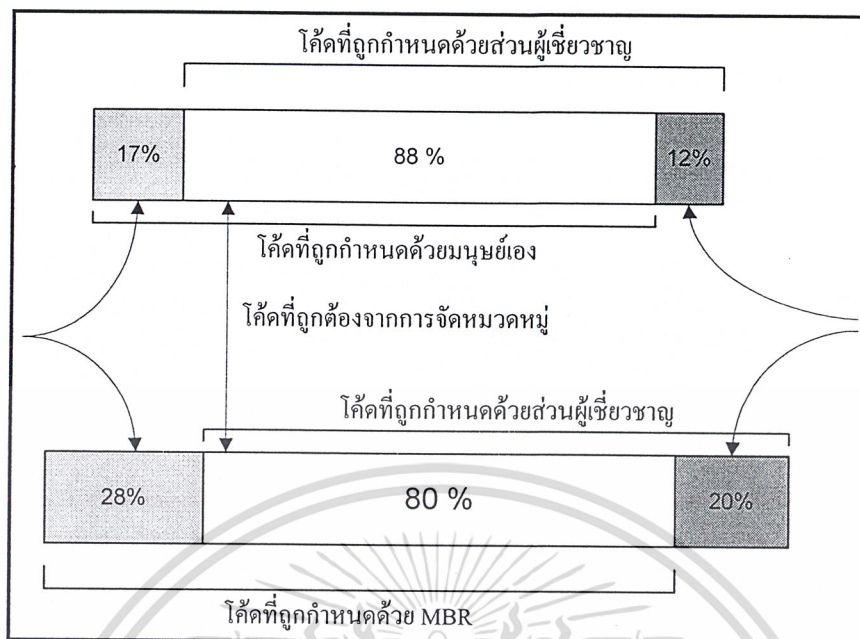
ตารางที่ ก-7 แสดงลักษณะการโคตรหัส

4. การเลือกจำนวนของสิ่งที่ใกล้เคียงกัน (Number of Neighbors)

ในตัวอย่างข้างต้นผลลัพธ์ที่ดีจะมาจากการใช้ตัวอย่างมากๆ อย่างไรก็ตามตัวอย่างนี้แตกต่างจากการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ ของเมมโมรีเบสรีชั้นนี้ เพราะมีการกำหนดประเภทหลายๆประเภทในแต่ละเรื่องซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดเพียงประเภทเดียวต่อ 1 เรื่อง

ผลลัพธ์

หลังจากการวิเคราะห์ตามเมมโมรีเบสรีชั้นนี้จะทำให้การวัดประสิทธิภาพโดยใช้ความถูกต้องซึ่งจะเปรียบเทียบความถูกต้องกับโคดเดิมที่เกิดขึ้นโดยบรรณาธิการ โดยผลที่ได้จากการเปรียบเทียบจะแสดงดังรูปก-8 ความสามารถของเมมโมรีเบสรีชั้นนี้จะน้อยกว่าบรรณาธิการที่มีประสบการณ์มากๆ แต่ก็จะมีความสามารถมากกว่าบรรณาธิการที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าผลที่ได้จากเมมโมรีเบสรีชั้นนี้คือผลที่ได้จากการผสมผสานระหว่างบรรณาธิการ 2 ประเภท วิธีการของเมมโมรีเบสรีชั้นนี้



รูปที่ ๓-๘ แสดงผลที่ได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโค้ด

จะถูกใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ ซึ่งเทคนิคค่าไบนารีส่วนใหญ่จะไม่สามารถจัดการข้อมูลชนิดตัวอักษร และไม่สามารถที่จะกำหนดหลายๆหมวดหมู่ได้ในเวลาเดียวกันและเมมโมรีเบสรีชั้นนี้ยังเป็นเทคนิคที่ประหยัดเวลามากกว่าวิธีอื่นๆ

การวัดประสิทธิภาพในการกำหนดโค้ด

รีคอร์ด(Recall)และความแม่นยำ(Precision) เป็นวิธีการในการวัดประสิทธิภาพของการกำหนดโค้ด โดยรีคอร์ดจะตอบคำถาม “เมมโมรีเบสรีชั้นนี้สามารถจะจัดการให้ได้โค้ดที่ต้องเป็นจำนวนเท่าใด” ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยสูตรดังนี้

$$Recall = (\text{จำนวน Code by MBR ที่ตรงกับ Correct Code}) / (\text{จำนวนของ Correct Code})$$

การวัดค่าระยะทาง

หากเราต้องการเดินทางไปยังเมืองเล็กๆเมืองหนึ่งและต้องการรู้ถึงภูมิอากาศที่นั่น แต่ไม่มีข้อมูลเนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่จะครอบคลุมถึงเมืองใหญ่เท่านั้น ดังนั้นจะต้องหาเมืองใหญ่ๆที่ใกล้กับเมืองที่เราต้องการนั่นคือหาสิ่งที่ใกล้เคียงกันที่สุด โดยหาจากฟังก์ชันระยะทางในการหาระยะห่างระหว่าง 2 ที่

ฟังก์ชันระยะทางที่ใช้ในการวัดเมมโมรีเบสรีชั้นนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ค่าฟังก์ชันระยะทางจากจุด A ไปจุด B จะแทนด้วยสัญลักษณ์ $d(A,B)$ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- *Well-defined* : ระยะทางระหว่าง 2 จุด จะมีค่าเป็นบวก $d(A,B) \geq 0$

- *Identify* : ระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดของมันเอง จะมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ $d(A,A) = 0$
- *Commutativity* : ทิศทางจะไม่มีผลต่อระยะทาง ดังนั้นระยะทางจาก A ไป B จะเท่ากับ B ไป A เสมอ $d(A,B) = d(B,A)$
- *Triangle Inequality* : หากมีจุด C อยู่ระหว่างจุด A และ B ระยะทางจาก A ไป C และ C ไป B ไม่ได้ทำให้ระยะทางสั้นลงเสมอไป

การสร้างฟังก์ชันระยะทาง

ในครั้งการทำฟังก์ชันระยะทาง สำหรับเรคคอร์ดที่ประกอบด้วยฟิลด์ที่แตกต่างกันดังตารางที่ ก-8 ในการคิดแต่ละครั้งควรจะต้องคิดที่ละฟิลด์ ซึ่งเรคคอร์ดเหล่านี้จะมีความซับซ้อนเล็กน้อย จากตัวอย่างนี้จะแสดงถึงการหาฟิลด์ของฟังก์ชันระยะทางสำหรับแต่ละฟิลด์โดยจะมีวิธีการหา 3 วิธีดังนี้

Codes by MBR	Correct Codes	Recall	Precision
A,B,C,D	A,B,C,D	100%	100%
A,B	A,B,C,D	50%	100%
A,B,C,D,E,F,G,H	A,B,C,D	100%	50%
E,F	A,B,C,D	0%	0%
A,B,E,F	A,B,C,D	50%	50%

ตารางที่ ก-8 แสดงลักษณะของเรคคอร์ดที่ประกอบด้วยฟิลด์(Field)ที่แตกต่างกัน

- การผลต่างโดยไม่คิดเครื่องหมาย : $|A-B|$
- กำลังสองน้อยสุด : $(A-B)^2$
- ค่านอร์เมอร์ไรท์ที่เอปโซลท: (Normalized Absolute Value): $|A-B| / (\text{Maximum Difference})$

แบบที่ 3 จะมีข้อดีคือค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ดังนั้นวิธีนี้จึงค่อนข้างจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับฟิลด์ที่แสดงอายุจะมีเมทริกซ์ระยะทางดังตารางก-9 สำหรับฟิลด์ที่แสดงถึงเพศจะใช้ฟังก์ชันระยะทางคือ "Identical to" ฟังก์ชัน ซึ่งถ้าเพศเหมือนกันจะแสดงค่าเท่ากับ 1 ถ้าต่างกันจะมีค่าเท่ากับ 0

- $d_{\text{gender}}(\text{female}, \text{female}) = 0$
- $d_{\text{gender}}(\text{female}, \text{male}) = 1$
- $d_{\text{gender}}(\text{male}, \text{female}) = 1$
- $d_{\text{gender}}(\text{male}, \text{male}) = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น โดยสามารถนำฟิลด์ของฟังก์ชันระยะทางทั้ง 3 มารวมกันเป็น 1 เรคคอร์ดระยะทางซึ่งมี 3 วิธีดังนี้

	27	51	51	33	45
27	0.00	0.96	0.96	0.24	0.72
51	0.96	0.00	0.00	0.72	0.24
52	1.00	0.04	0.04	0.76	0.28
33	0.24	0.72	0.72	0.00	0.48
45	0.72	0.24	0.24	0.48	0.00

ตารางที่ ก-9 แสดงถึงประสิทธิภาพความแม่นยำในแต่ละหมวดหมู่

- Summation : $d_{sum}(A,B) = d_{gender}(A,B)+d_{age}(A,B)+d_{salary}(A,B)$
- Normalized : $dnorm(A,B) = dsum(A,B)/max(dsum)$
- Euclidean distance : $deuclid(A,B) = \sqrt{dgender(A,B)^2+dage(A,B)^2+dsalary(A,B)^2}$

ดังตารางก-10จะเห็นในกรณีนี้ ชุดของสิ่งที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดที่เกิดขึ้นจาก3ฟังก์ชันจะเหมือนกัน เนื่องจากสามารถแบ่งออกได้เป็น 2คลัสเตอร์ โดยคลัสเตอร์แรกคือ เพศหญิง อายุน้อย เงินเดือนต่ำ และอีกคลัสเตอร์จะเป็นของเพศชาย อายุมาก เงินเดือนสูง

ถ้ามีเรคคอร์ดใหม่เข้ามาซึ่งจะแสดงในตารางที่ก-11 เมื่อเราทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณทั้ง 3ฟังก์ชัน จะพบว่าการคำนวณแบบที่ 3(Euclidean distance)เป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากฟิลด์ที่อยู่ติดกันจะอยู่ในคลัสเตอร์เดียวกัน อย่างไรก็ตามทั้ง 3วิธีนี้การคำนวณจะต้องมีค่าน้ำหนักมาเกี่ยวข้อง เมมโมรีเบสิสชันหนึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี เมื่อค่าน้ำหนักเป็น1 แต่ในบางครั้งเราอาจต้องใช้ลำดับความสำคัญเพื่อมาช่วยในการแยกประเภท

	d_{sum}	$D_{normalized}$	D_{euclid}
1	1,4,5,2,3	1,4,5,2,3	1,4,5,2,3
2	2,5,3,4,1	2,5,3,4,1	2,5,3,4,1
3	3,2,5,4,1	3,2,5,4,1	3,2,5,4,1
4	4,1,5,2,3	4,1,5,2,3	4,1,5,2,3
5	5,2,3,4,1	5,2,3,4,1	5,2,3,4,1

ตารางที่ ก-10 แสดงลักษณะเปรียบเทียบผลจากทั้ง 3 สมการ

Recnum	Gender	Age	Salary
New	female	45	\$100,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่และต้องแจ้งวิธีการนำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-11 แสดงเรคคอร์ดที่เข้ามาใหม่

การหาฟังก์ชันระยะทางสำหรับข้อมูลชนิดอื่นๆ

ตัวอย่างเช่น ซิปโคดของประเทศสหรัฐ(American Zip Code) โดยปกติแสดงด้วยตัวเลข 5 ตัว โดย 3 ตัวแรกแทนรหัสไปรษณีย์ ซึ่งเราจะสามารถกำหนดเป็นฟังก์ชันระยะทางแบบพิเศษได้ดังนี้

- $d_{zip}(A,B) = 0$: เมื่อ 3 ตัวแรกเหมือนกัน
- $d_{zip}(A,B) = 1$: เมื่อ 3 ตัวแรกต่างกัน

ข้อดีของการกำหนดฟังก์ชันระยะทางแบบพิเศษ คือสามารถลดเวลาในการเปรียบเทียบและใช้เปรียบเทียบเพียง 3 ตัว ตัวอย่างฟังก์ชันระยะทางแบบพิเศษที่ใช้วิเคราะห์ 3 ตัวแรก และสามารถกำหนดรายละเอียดมากกว่าแบบแรกคือ

- $d_{zip-refined}(A,B) = 0$: เมื่อ zip code เหมือนกันทุกประการ
- $d_{zip-refined}(A,B) = 0.1$: เมื่อ zip code 3 ตัวแรกเหมือนกัน
- $d_{zip-refined}(A,B) = 0.5$: เมื่อ zip code ตัวแรกเหมือนกัน
- $d_{zip-refined}(A,B) = 1.0$: เมื่อ zip code ไม่เหมือนกันเลย

การพัฒนาเมตริกซ์ระยะทางแบบพิเศษอาจจะมีอยู่แล้วจึงอาจจะอยู่ในรูปแบบ 2 แบบคือแบบแรกมีฟิลด์ที่แบ่งหมวดหมู่ซ่อนไว้ และอีกแบบคือมีฟังก์ชันซึ่งใช้ระยะห่างระหว่าง 2 เรคคอร์ด

การหาฟังก์ชันการรวม

จากตัวอย่างที่ต้องการทราบอากาศของเมืองเล็กๆ ซึ่งข้อมูลจะได้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ที่มีขนาดใหญ่ โดยลักษณะอากาศที่ใช้จะไม่สามารถระบุได้ว่าพื้นที่ใดจะเกิดพายุชนิดต่างๆ แต่เราสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประกอบในการคาดเดาพื้นที่ที่น่าจะเกิดมากที่สุด

1 เทคนิคการถดถอย (Combination Statistical Regression)

วิธีการที่ง่ายที่สุดสำหรับการหาสิ่งที่อยู่ใกล้ คือการใช้วิธีการสัดส่วน(Interpolation)แต่มีข้อเสียคือค่าที่ได้จะอยู่ระหว่างค่าที่มากที่สุดและน้อยที่สุดเสมอ ทำให้ค่าของข้อมูลไม่มีการขยายตัว ดังนั้นค่าที่ดีที่สุดคือการใช้สถิติเรื่องการถดถอยมาช่วยในการสร้างฟังก์ชัน ซึ่งปกติเส้นที่แทนฟังก์ชันนั้นจะทำให้คำนวณค่าที่ไม่รู้ได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้การถดถอยแบบเชิงเส้น(Linear Regression)ในการทำนายทางการเงินจากกราฟนี้จะใช้ข้อมูลจากหลายๆประเภท เพื่อหาว่าสามารถคาดเดาค่าที่เปลี่ยนแปลงของค่าทางสต็อกทางตลาด โดยอาศัยอัตราเงินเฟ้อได้หรือไม่ ซึ่งจะแสดงในเส้นเบสฟิต

แต่จากตัวอย่างนี้การถดถอยไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเราจึงควรเปลี่ยนการคำนวณเป็นการหาเส้นเบสฟิตจากสิ่งที่อยู่ใกล้ที่สุดเฉพาะพื้นที่ที่สนใจเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

การหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากเมมโมรีเบสรีชันนี้

- การเลือกข้อมูลชุดเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยจะมีการรวมจำนวนของข้อเท็จจริงต่างๆสำหรับการแยกประเภทในทุกๆด้าน และจะดีขึ้นหากมีข้อเท็จที่มีความเกี่ยวข้องไม่มากนักรวมอยู่ด้วย และจำนวนของข้อมูลชุดเรียนรู้จะขึ้นกับการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้และความสามารถของคอมพิวเตอร์
- การเลือกฟังก์ชันระยะทางควรเลือกฟังก์ชันที่ให้ค่าในการคำนวณอยู่ในขอบเขตเดียวกัน ซึ่งโดยทั่วไปจะให้ค่าระหว่าง 0 และ 1 และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือจะทำการรวมฟิลต์ฟังก์ชันระยะทางเป็นเรคคอร์ดฟังก์ชันระยะทางโดยวิธีใด
- การเลือกสิ่งที่อยู่ใกล้จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ฟังก์ชันระยะทางมาเลือกฟิลต์ที่ดีที่สุด และมีการใช้ชุดการทดสอบมาช่วยกำหนดออฟติมิัม นัมเบอร์ (Optimum Number)
- การเลือกฟังก์ชันการรวม(Combination function) เพื่อใช้ในการคาดเดาค่าที่ไม่รู้ ส่วนใหญ่จะใช้เทคนิคการถดถอย

จุดเด่นของเมมโมรีเบสรีชันนี้

1. ให้ผลที่เข้าใจอย่างง่ายคายผลที่ได้ไม่ได้ออกมาในรูปแบบของกฎอย่างวิธีวิเคราะห์ตลาด แต่จะออกมาเป็นผลลัพธ์เลย
2. เหมาะสมกับชนิดของข้อมูลเกือบทุกรูปแบบ
3. สามารถใช้ได้โดยไม่จำกัดจำนวนของฟิลต์ เนื่องจากเมมโมรีเบสรีชันนี้สามารถหาข้อสรุปของข้อมูลจากหลายๆฟิลต์ได้
4. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลชุดเรียนรู้จะส่งผลกระทบต่อเพียงเล็กน้อย คือ ถ้ามีชนิดของประเภทอันใหม่เข้ามาเรคคอร์ดใหม่นี้สามารถเพิ่มในข้อมูลชุดเรียนรู้ได้โดยตรง

จุดอ่อนของเมมโมรีเบสรีชันนี้

1. การคำนวณเพื่อการทำการแยกประเภทและการทำนายนั้นจะใช้ค่าใช้จ่ายสูง
2. ต้องใช้ที่ในการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมากๆ เนื่องจากข้อมูลชุดเรียนรู้จะยิ่งทำให้ผลลัพธ์ดีขึ้น ดังนั้นขนาดของที่เก็บข้อมูลชุดเรียนรู้จึงมีขนาดใหญ่
3. ผลลัพธ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กัฟังก์ชันระยะทางและฟังก์ชันการรวม เนื่องจากการเลือกค่าเหล่านี้แตกต่างกันจะส่งผลที่ได้มีค่าต่างกัน

การประยุกต์ใช้เมมโมรีเบสรีชันนี้

เมมโมรีเบสรีชันนี้เป็นเทคนิคดาต้าไมนิ่งที่ใช้ประโยชน์ในการแยกประเภทและการทำนาย โดยเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นๆ วิธีเมมโมรีเบสรีชันนี้จะใช้ได้ดีเมื่อรูปแบบของข้อมูลมีความหลากหลายมาก ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและข้อมูลที่มีรูปแบบเฉพาะนั้นๆ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเมมโมรี

เบสรีชันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เกือบทุกๆสถานการณ์

ไม่จำกัดเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่สามารถนำไปใช้กับเรื่องต่างๆได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนพฤษภาคม 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	38.2748	63.81806	21.46793	28.73077	4.9399	24.01634	38.29808	38.1748	38.39417	38.385
2	38.8554	63.4149	21.546	28.9268	4.9254	23.9304	38.1748	38.39417	38.385	38.2748
3	38.356	64.3971	21.9621	29.092	5.0038	23.6979	38.39417	38.385	38.2748	38.8554
4	38.1735	63.0799	21.6258	28.7119	4.9371	23.5111	38.385	38.2748	38.8554	38.356
5	38.5593	62.1425	21.4466	28.6129	4.9078	23.235	38.2748	38.8554	38.356	38.1735
6	38.3963	62.8516	21.658	28.6884	4.9634	23.2063	38.8554	38.356	38.1735	38.5593
7	38.4163	62.41728	21.55504	28.60905	4.94226	23.13801	38.356	38.1735	38.5593	38.3963
8	38.7582	62.5943	21.5613	28.6021	4.9446	23.1802	38.1735	38.5593	38.3963	38.4163
9	39.1693	62.7109	21.6929	28.6246	4.9865	23.252	38.5593	38.3963	38.4163	38.7582
10	38.9607	63.436	21.9058	28.7417	5.0414	23.5208	38.3963	38.4163	38.7582	39.1693
11	38.7612	63.156	21.8559	28.5048	5.0112	23.5145	38.4163	38.7582	39.1693	38.9607
12	38.968	63.1042	21.862	28.5152	4.9859	23.3819	38.7582	39.1693	38.9607	38.7612
13	38.8433	63.2994	22.1148	28.7188	5.015	23.5992	39.1693	38.9607	38.7612	38.968
14	38.9621	63.249	22.0428	28.3425	4.9991	23.4626	38.9607	38.7612	38.968	38.8433
15	38.9435	63.3107	22.0422	28.2788	5.0129	23.3911	38.7612	38.968	38.8433	38.9621
16	39.3744	63.5015	21.9389	28.2281	5.0132	23.3398	38.968	38.8433	38.9621	38.9435
17	39.9004	64.1064	22.0644	28.6193	5.0688	23.4644	38.8433	38.9621	38.9435	39.3744
18	40.5777	64.7122	22.349	28.6571	5.1325	23.6452	38.9621	38.9435	39.3744	39.9004

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมิถุนายน 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	41.8945	65.9871	22.7328	29.1286	5.2225	23.8839	38.9435	39.3744	39.9004	40.5777
2	41.3624	68.4701	23.4678	29.9502	5.3888	24.6112	39.3744	39.9004	40.5777	41.8945
3	42.2613	67.4725	23.2083	29.7564	5.3224	24.5018	39.9004	40.5777	41.8945	41.3624
4	42.5036	68.9933	23.8337	30.4792	5.4333	24.9526	40.5777	41.8945	41.3624	42.2613
5	43.3856	69.2844	23.9761	30.509	5.4651	24.9385	41.8945	41.3624	42.2613	42.5036
6	42.8106	70.6307	24.3557	30.794	5.5826	25.1589	41.3624	42.2613	42.5036	43.3856
7	42.7824	69.7172	24.0236	30.3562	5.5079	24.8335	42.2613	42.5036	43.3856	42.8106
8	43.1006	69.8378	23.9556	30.3122	5.5054	24.6224	42.5036	43.3856	42.8106	42.7824
9	43.0545	70.036	23.9373	30.3309	5.5453	24.5215	43.3856	42.8106	42.7824	43.1006
10	43.3965	69.9353	23.7388	29.7799	5.5377	24.4933	42.8106	42.7824	43.1006	43.0545
11	42.9719	70.641	23.9403	29.7853	5.5845	24.638	42.7824	43.1006	43.0545	43.3965
12	42.8393	70.2909	23.7887	29.6062	5.533	24.4847	43.1006	43.0545	43.3965	42.9719
13	41.0273	70.6743	23.7935	29.7866	5.5156	24.615	43.0545	43.3965	42.9719	42.8393
14	41.3048	68.172	22.9294	29.9678	5.2809	24.5451	43.3965	42.9719	42.8393	41.0273
15	41.2606	68.8386	22.9816	30.1645	5.3172	24.6136	42.9719	42.8393	41.0273	41.3048
16	40.8078	68.4884	22.9396	29.9045	5.3129	24.8957	42.8393	41.0273	41.3048	41.2606
17	40.7914	68.17	22.6988	29.5388	5.2522	24.6293	41.0273	41.3048	41.2606	40.8078
18	40.8204	67.805	22.5946	29.1013	5.2532	24.5194	41.3048	41.2606	40.8078	40.7914
19	41.3296	68.0239	22.6495	28.7989	5.2542	24.4216	41.2606	40.8078	40.7914	40.8204
20	41.6713	68.872	22.9192	28.9008	5.3181	24.471	40.8078	40.7914	40.8204	41.3296
21	42.0466	69.1253	22.9688	29.2728	5.3622	24.5039	40.7914	40.8204	41.3296	41.6713
22	41.7012	69.9144	23.1886	29.7751	5.4081	24.439	40.8204	41.3296	41.6713	42.0466

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกรกฎาคม 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	41.3184	68.9917	22.8512	30.0281	5.3653	24.5781	41.3296	41.6713	42.0466	41.7012
2	40.9917	68.4098	22.6783	29.3915	5.3186	24.245	41.6713	42.0466	41.7012	41.3184
3	41.0925	67.2245	22.5004	29.1041	5.2748	23.7588	42.0466	41.7012	41.3184	40.9917
4	40.8895	67.2152	22.6414	29.2841	5.2879	23.9553	41.7012	41.3184	40.9917	41.0925
5	41.5617	66.8014	22.5021	29.431	5.2613	23.8981	41.3184	40.9917	41.0925	40.8895
6	41.4861	67.6415	22.7002	29.3206	5.3477	23.8843	40.9917	41.0925	40.8895	41.5617
7	40.9943	67.6264	22.8852	29.0068	5.3386	23.8038	41.0925	40.8895	41.5617	41.4861
8	41	66.9834	22.7212	28.9212	5.2723	23.8329	40.8895	41.5617	41.4861	40.9943
9	40.8003	66.8318	22.6701	29.061	5.2758	23.9942	41.5617	41.4861	40.9943	41
10	40.0868	66.5905	22.6687	28.9852	5.2487	23.9228	41.4861	40.9943	41	40.8003
11	40.7519	65.5759	22.3771	28.6634	5.1582	23.6233	40.9943	41	40.8003	40.0868
12	40.3883	66.8985	22.8631	29.1986	5.2441	23.7129	41	40.8003	40.0868	40.7519
13	40.665	66.3284	22.5874	28.9505	5.1969	23.5957	40.8003	40.0868	40.7519	40.3883
14	40.6764	66.7031	22.7264	28.8339	5.2343	23.6138	40.0868	40.7519	40.3883	40.665
15	40.7252	66.6346	22.6729	28.7226	5.234	23.6056	40.7519	40.3883	40.665	40.6764
16	40.6346	67.0951	22.7554	28.7829	5.2385	23.6982	40.3883	40.665	40.6764	40.7252
17	40.6813	67.1954	22.7932	28.5433	5.2288	23.4905	40.665	40.6764	40.7252	40.6346
18	40.5089	67.2333	22.7251	28.5447	5.2384	23.5103	40.6764	40.7252	40.6346	40.6813
19	40.4354	66.5905	22.8213	28.6255	5.2147	23.5062	40.7252	40.6346	40.6813	40.5089
20	40.4955	66.3549	22.7875	28.352	5.2058	23.3994	40.6346	40.6813	40.5089	40.4354
21	40.5354	66.1188	22.6868	28.0879	5.2118	23.3212	40.6813	40.5089	40.4354	40.4955

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนสิงหาคม 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	40.397	66.0629	22.7596	27.9217	5.2167	23.3036	40.5089	40.4354	40.4955	40.5354
2	40.397	65.6049	22.6021	27.8394	5.198	23.2466	40.4354	40.4955	40.5354	40.397
3	40.8029	66.1326	22.8123	28.0282	5.2036	23.3332	40.4955	40.5354	40.397	40.397
4	41.6186	66.5567	22.9522	28.1304	5.25	23.4647	40.5354	40.397	40.397	40.8029
5	41.5308	67.8434	23.4285	28.6489	5.3558	23.7481	40.397	40.397	40.8029	41.6186
6	41.7364	67.4552	23.2753	28.3249	5.3456	23.5255	40.397	40.8029	41.6186	41.5308
7	41.7512	68.0039	23.3682	28.398	5.3698	23.6155	40.8029	41.6186	41.5308	41.7364
8	41.4873	67.7583	23.2306	28.437	5.3695	23.6356	41.6186	41.5308	41.7364	41.7512
9	41.3996	67.2271	23.1689	28.4424	5.33	23.5361	41.5308	41.7364	41.7512	41.4873
10	41.2654	66.7656	22.9334	28.2285	5.3256	23.4399	41.7364	41.7512	41.4873	41.3996
11	41.2354	66.5527	22.9626	28.2689	5.3093	23.2919	41.7512	41.4873	41.3996	41.2654
12	40.9507	66.5948	22.8819	28.4927	5.3041	23.3102	41.4873	41.3996	41.2654	41.2354
13	40.9096	66.3648	22.7512	28.4245	5.2689	23.2302	41.3996	41.2654	41.2354	40.9507
14	41.3329	66.5648	22.6922	28.5376	5.2642	23.1519	41.2654	41.2354	40.9507	40.9096
15	41.1904	67.4381	22.8812	28.4606	5.3149	23.216	41.2354	40.9507	40.9096	41.3329
16	41.3633	67.304	22.8941	28.5216	5.3002	23.1517	40.9507	40.9096	41.3329	41.1904
17	41.5818	67.6164	22.9118	28.532	5.3218	23.1193	40.9096	41.3329	41.1904	41.3633
18	41.59	68.0482	22.9807	28.8294	5.3498	23.3149	41.3329	41.1904	41.3633	41.5818
19	41.6389	68.61	23.061	29.3218	5.3477	23.3422	41.1904	41.3633	41.5818	41.59
20	40.834	69.5619	23.7131	29.3337	5.3549	23.2381	41.3633	41.5818	41.59	41.6389

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกันยายน 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	40.2522	68.4724	23.3015	29.3185	5.2648	23.0399	41.5818	41.59	41.6389	40.834
2	40.6096	67.2281	22.9412	29.1715	5.1717	23.1475	41.59	41.6389	40.834	40.2522
3	40.508	67.6534	23.206	29.4711	5.2227	22.8612	41.6389	40.834	40.2522	40.6096
4	40.39	67.6424	23.2882	30.0444	5.2106	23.0119	40.834	40.2522	40.6096	40.508
5	40.3243	67.3234	23.3298	30.3737	5.1958	23.128	40.2522	40.6096	40.508	40.39
6	40.3617	66.877	23.2696	30.4933	5.1868	23.074	40.6096	40.508	40.39	40.3243
7	40.534	66.7098	23.2651	30.5045	5.193	23.3256	40.508	40.39	40.3243	40.3617
8	40.44	67.6394	23.6568	29.8335	5.2144	23.1947	40.39	40.3243	40.3617	40.534
9	40.5145	68.134	23.9386	30.1679	5.2007	23.192	40.3243	40.3617	40.534	40.44
10	40.5048	67.6059	24.1191	30.5339	5.2124	23.1923	40.3617	40.534	40.44	40.5145
11	40.5117	67.8792	24.1439	30.3443	5.2111	23.3347	40.534	40.44	40.5145	40.5048
12	40.41	67.6703	23.8875	30.0508	5.2133	23.3422	40.44	40.5145	40.5048	40.5117
13	40.3294	67.7111	23.8758	30.0306	5.1974	23.347	40.5145	40.5048	40.5117	40.41
14	40.3372	67.7155	23.7644	30.406	5.1878	23.2805	40.5048	40.5117	40.41	40.3294
15	40.3483	67.5469	23.7765	30.1849	5.1871	23.1037	40.5117	40.41	40.3294	40.3372
16	40.2848	67.5458	23.8043	29.9168	5.1888	23.1155	40.41	40.3294	40.3372	40.3483
17	39.8833	67.519	23.8775	29.6304	5.1813	23.1041	40.3294	40.3372	40.3483	40.2848
18	38.6131	66.9563	23.6745	29.1009	5.1312	23.0127	40.3372	40.3483	40.2848	39.8833
19	38.855	65.2853	22.9373	28.4707	4.9685	22.3592	40.3483	40.2848	39.8833	38.6131
20	38.7925	65.9102	23.1316	28.5527	4.9984	22.7536	40.2848	39.8833	38.6131	38.855
21	38.9658	66.1682	23.1011	28.5461	4.9914	22.8371	39.8833	38.6131	38.855	38.7925
22	39.1756	66.4588	23.2345	28.7012	5.0142	22.928	38.6131	38.855	38.7925	38.9658

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนตุลาคม 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	39.2988	66.3292	23.3941	28.6888	5.0435	23.03	38.855	38.7925	38.9658	39.1756
2	39.1458	66.7436	23.7589	28.926	5.0545	23.1113	38.7925	38.9658	39.1756	39.2988
3	38.5565	66.353	23.8603	28.9202	5.035	23.0367	38.9658	39.1756	39.2988	39.4158
4	38.5429	64.7588	23.5697	28.7783	4.9609	22.8168	39.1756	39.2988	39.4158	38.5565
5	38.2312	64.6827	23.5335	29.5203	4.9581	22.8463	39.2988	39.4158	38.5565	38.5429
6	38.16	64.8263	23.6918	31.3425	4.9192	23.1131	39.4158	38.5565	38.5429	38.2312
7	38.0204	65.2074	23.2161	32.4278	4.909	22.9958	38.5565	38.5429	38.2312	38.16
8	37.92	64.3529	23.1174	32.5389	4.8909	23.0841	38.5429	38.2312	38.16	38.0204
9	37.8729	64.0238	22.9489	31.9047	4.8779	23.0783	38.2312	38.16	38.0204	37.92
10	37.7444	64.4509	23.1078	31.6033	4.8713	23.1347	38.16	38.0204	37.92	37.8729
11	37.5517	64.3116	23.0138	31.6594	4.8553	23.188	38.0204	37.92	37.8729	37.7444
12	37.6433	63.9819	23.1936	32.161	4.8307	23.0585	37.92	37.8729	37.7444	37.5517
13	37.551	63.9034	23.2077	32.7433	4.8423	23.1094	37.8729	37.7444	37.5517	37.6433
14	37.5725	63.5936	22.9138	32.4833	4.8332	22.9312	37.7444	37.5517	37.6433	37.551
15	37.5426	64.0323	22.8658	32.2522	4.8313	22.9931	37.5517	37.6433	37.551	37.5725
16	37.3432	63.4659	22.6131	31.7169	4.8285	22.961	37.6433	37.551	37.5725	37.5426
17	37.2504	62.6463	22.644	31.3469	4.8011	22.7822	37.551	37.5725	37.5426	37.3432
18	36.8808	61.8861	22.3496	31.1353	4.7941	22.639	37.5725	37.5426	37.3432	37.2504
19	36.4196	61.5747	22.242	31.0668	4.7418	22.5124	37.5426	37.3432	37.2504	36.8808
20	36.4711	60.8172	21.934	30.8171	4.6855	22.2649	37.3432	37.2504	36.8808	36.4196
21	36.3989	61.1058	22.0101	31.3516	4.692	22.3283	37.2504	36.8808	36.4196	36.4711

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนพฤศจิกายน 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	36.4120	60.7708	22.0691	31.5254	4.6801	22.3455	36.8808	36.4196	36.4711	36.3989
2	36.3435	60.3723	21.9169	31.3932	4.6864	22.2546	36.4196	36.4711	36.3989	36.4120
3	36.2142	59.9885	21.8705	31.2799	4.6742	22.2439	36.4711	36.3989	36.4120	36.3435
4	36.1543	59.8783	21.6474	30.6880	4.6605	22.1344	36.3989	36.4120	36.3435	36.2142
5	36.3689	59.9608	21.7257	30.4866	4.6530	22.0836	36.4120	36.3435	36.2142	36.1543
6	36.9508	60.1029	21.6159	30.3836	4.6838	21.9875	36.3435	36.2142	36.1543	36.3689
7	36.4050	61.2403	21.8119	30.1091	4.7596	22.0954	36.2142	36.1543	36.3689	36.9508
8	36.5354	60.1186	21.5662	29.7215	4.6855	21.8674	36.1543	36.3689	36.9508	36.4050
9	36.7009	60.5235	21.6872	29.7666	4.7009	21.9439	36.3689	36.9508	36.4050	36.5354
10	36.4078	60.3739	21.5751	29.6454	4.6495	21.9206	36.9508	36.7009	36.4078	36.1404
11	36.1404	60.5049	21.6261	29.6518	4.6859	21.8916	36.7009	36.5354	36.7009	36.4078
12	36.1025	60.3379	21.5920	29.6380	4.6453	21.8835	36.5354	36.4078	36.1404	36.1025
13	35.9610	60.3379	21.5920	29.6380	4.6453	21.8835	36.4078	36.4078	36.1404	36.1025
14	35.8811	59.7698	21.3515	29.3309	4.6224	21.8351	36.4078	36.1404	36.1025	35.9610
15	35.8767	59.4804	21.2207	29.8852	4.6180	21.9358	36.1404	36.1025	35.9610	35.8811
16	35.9639	59.2512	21.1282	29.6860	4.6175	21.8095	36.1025	35.9610	35.8811	35.8767
17	35.8548	59.3299	21.0195	29.5335	4.6293	21.8005	35.9610	35.8811	35.8767	35.9639
18	35.8096	59.3408	20.9974	29.5713	4.6141	21.7338	35.8811	35.8767	35.9639	35.8548
19	35.7304	59.2553	20.9413	29.3415	4.6072	21.6774	35.8767	35.9639	35.8548	35.8096
20	35.8200	59.2345	20.9572	29.0654	4.5963	21.5101	35.9639	35.8548	35.8096	35.7304
21	35.8005	59.0052	20.8743	28.8699	4.6066	21.4969	35.8548	35.8096	35.7304	35.8200

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนธันวาคม 2541

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	35.7786	58.9149	21.1036	29.0505	4.6061	21.5716	35.8096	35.7304	35.8200	35.8005
2	35.6971	58.9816	21.1713	29.2626	4.6019	21.5132	35.7304	35.8200	35.8005	35.7786
3	35.6500	59.3490	21.2993	29.6023	4.5907	21.4852	35.8200	35.8005	35.7786	35.6971
4	35.7217	59.2985	21.3269	30.0191	4.5836	21.5092	35.8005	35.7786	35.6971	35.6500
5	35.6342	58.7936	21.1897	29.5733	4.5916	21.3432	35.7786	35.6971	35.6500	35.7217
6	35.5030	58.8953	21.2942	29.8057	4.5811	21.3520	35.6971	35.6500	35.7217	35.6342
7	35.4883	59.1415	21.4192	30.1732	4.5667	21.4086	35.6500	35.7217	35.6342	35.5030
8	35.6805	59.6708	21.4862	30.2849	4.5635	21.3917	35.7217	35.6342	35.5030	35.4883
9	36.2396	60.1204	21.5503	30.6650	4.5891	21.5080	35.6342	35.5030	35.4883	35.6805
10	36.4343	60.8521	21.7694	30.9686	4.6568	21.7418	35.5030	35.4883	35.6805	36.2396
11	36.3905	60.8070	21.7904	31.2492	4.6863	21.8919	35.4883	35.6805	36.2396	36.4343
12	36.0170	60.8153	21.8050	31.2019	4.6810	21.8760	35.6805	36.2396	36.4343	36.3905
13	35.9673	60.5051	21.6321	31.1352	4.6329	21.6936	36.2396	36.4343	36.3905	36.0170
14	35.9916	60.4110	21.4620	30.8656	4.6267	21.6200	36.4343	36.3905	36.0170	35.9673
15	36.0826	60.3639	21.4893	30.8324	4.6306	21.6080	36.3905	36.0170	35.9673	35.9916
16	36.1396	60.3584	21.4552	31.0765	4.6408	21.6268	36.0170	35.9673	35.9916	36.0826
17	36.2868	60.3159	21.4523	31.0164	4.6482	21.6308	35.9673	35.9916	36.0826	36.1396
18	36.7392	60.5454	21.4855	30.9110	4.6670	21.6972	35.9916	36.0826	36.1396	36.2868
19	36.4714	61.4431	21.8716	31.6782	4.7256	21.9865	36.0826	36.1396	36.2868	36.7392
20	36.0214	61.1509	21.7362	31.4060	4.6914	21.8315	36.1396	36.2868	36.7392	36.4716

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมกราคม 2542

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	35.7905	59.8384	21.6918	31.6142	4.6322	21.5950	36.2868	36.7392	36.4714	36.0214
2	35.9788	59.1727	21.5526	31.9758	4.6016	21.4282	36.7392	36.4714	36.0214	35.7905
3	35.2983	59.3680	21.5075	31.9502	4.6271	21.3328	36.4714	36.0214	35.7905	35.9788
4	36.0555	59.7815	21.5209	32.1198	4.6666	21.5236	36.0214	35.7905	35.9788	35.2983
5	36.0458	59.3742	21.4975	32.3339	4.6355	21.3729	35.7905	35.9788	35.2983	36.0555
6	36.0788	58.9980	21.2588	32.5412	4.6356	21.3960	35.9788	35.2983	36.0555	36.0458
7	36.4154	58.6578	21.0905	32.3374	4.6396	21.3501	35.2983	36.0555	36.0458	36.0788
8	36.6873	59.3502	21.4621	32.2630	4.6818	21.4532	36.0555	36.0458	36.0788	36.4154
9	36.9423	60.3741	21.8107	32.1773	4.7205	21.6523	36.0458	36.0788	36.4154	36.6873
10	36.2200	61.0109	21.9933	32.4811	4.7508	21.8585	36.0788	36.4154	36.6873	36.9423
11	36.1865	59.6637	21.3981	31.7527	4.6618	21.4245	36.4154	36.6873	36.9423	36.2200
12	36.3123	59.5672	21.3572	31.4896	4.6524	21.3412	36.6873	36.9423	36.2200	36.1865
13	36.1648	59.9394	21.4543	31.8448	4.6675	21.4345	36.9423	36.2200	36.1865	36.3123
14	36.4310	59.4030	21.3013	31.7824	4.6513	21.4230	36.2200	36.1865	36.3123	36.1648
15	36.7653	60.0604	21.5468	31.8502	4.6862	21.5868	36.1865	36.3123	36.1648	36.4310
16	36.4470	60.7219	21.7062	31.9857	4.7296	21.6645	36.3123	36.1648	36.4310	36.7652
17	36.4137	60.3318	21.4846	31.9192	4.6864	21.4940	36.1648	36.4310	36.7652	36.4470
18	36.6138	60.1745	21.3901	31.8685	4.6807	21.4909	36.4310	36.7652	36.4470	36.4137
19	36.6108	60.1188	21.3497	31.5726	4.7060	21.5381	36.7652	36.4470	36.4137	36.6138
20	36.4739	60.1378	21.2909	31.3689	4.7065	21.5071	36.4470	36.4137	36.6138	36.6108

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนกุมภาพันธ์ 2542

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	36.4500	59.8759	21.1155	31.4139	4.6888	21.4443	36.4137	36.6138	36.6108	36.4739
2	36.4250	59.7102	21.0244	31.5994	4.6899	21.4201	36.6138	36.6108	36.4739	36.4500
3	36.4833	59.5785	21.0308	32.2842	4.6832	21.4472	36.6108	36.4739	36.4500	36.4250
4	36.4550	59.5886	21.0210	32.0686	4.6903	21.4531	36.4739	36.4500	36.4250	36.4833
5	36.5577	59.7714	21.0825	32.3514	4.6856	21.4684	36.4500	36.4250	36.4833	36.4550
6	36.7584	59.5262	20.9794	32.1841	4.6988	21.4949	36.4250	36.4833	36.4550	36.5577
7	36.8312	60.0769	21.1958	31.9138	4.7322	21.5660	36.4833	36.4550	36.5577	36.7584
8	36.7564	60.1046	21.2253	32.0611	4.7358	21.6374	36.4550	36.5577	36.7584	36.8312
9	36.7182	59.6321	21.2101	32.0240	4.7268	21.6015	36.5577	36.7584	36.8312	36.7564
10	36.5429	59.4185	21.0227	31.9434	4.7195	21.5994	36.7584	36.8312	36.7564	36.7182
11	36.6026	59.5112	21.0108	31.9123	4.6974	21.5107	36.8312	36.7564	36.7182	36.5429
12	36.6825	59.3624	20.9272	31.1887	4.7083	21.4717	36.7564	36.7182	36.5429	36.6026
13	36.7571	59.9608	20.9900	30.9034	4.7189	21.4694	36.7182	36.5429	36.6026	36.6825
14	37.0377	59.9938	21.0767	30.8243	4.7266	21.4922	36.5429	36.6026	36.6825	36.7571
15	37.4779	60.3755	21.1291	30.6750	4.7658	21.6042	36.6026	36.6825	36.7571	37.0377
16	37.3581	60.6091	21.0699	30.5873	4.8218	21.7178	36.6825	36.7571	37.0377	37.4779
17	37.1196	60.4859	20.9862	30.8030	4.8011	21.5616	36.7571	37.0377	37.4779	37.3581
18	37.3000	59.7429	20.7960	30.5524	4.7753	21.4374	37.0377	37.4779	37.3581	37.1196
19	37.1722	59.5348	20.9438	30.6863	4.7972	21.4396	37.4779	37.3581	37.1196	37.3000
20	37.2065	59.3749	20.8759	30.9023	4.7824	21.4235	37.3581	37.1196	37.3000	37.1722

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดือนมีนาคม 2542

No.	เอาท์พุท	อินพุท								
	ดอลลาร์สหรัฐ(T+1)	ปอนด์สเตอร์ลิง	มาร์กเยอรมัน	เยน(ต่อ 100 เยน)	ดอลลาร์ฮ่องกง	ดอลลาร์สิงคโปร์	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)	ดอลลาร์สหรัฐ(T)
1	37.3783	59.7518	20.6518	30.8478	4.7861	21.3640	37.1196	37.3000	37.1722	37.2065
2	37.4888	60.2219	20.8032	30.8147	4.8058	21.4099	37.3000	37.1722	37.2065	37.3783
3	37.3684	60.2755	20.7542	30.5165	4.8175	21.4540	37.1722	37.2065	37.3783	37.4888
4	37.255	59.3797	20.6068	30.2263	4.8082	21.4456	37.2065	37.3783	37.4888	37.3684
5	36.8979	59.5871	20.5329	30.2453	4.7941	21.4023	37.3783	37.4888	37.3684	37.255
6	37.1095	59.3497	20.4936	30.3109	4.7449	21.2575	37.4888	37.3684	37.255	36.8979
7	37.3044	59.8678	20.6025	30.5545	4.7731	21.3265	37.3684	37.255	36.8979	37.1095
8	37.3154	60.5224	20.8354	31.0437	4.7968	21.4133	37.255	36.8979	37.1095	37.3044
9	37.1058	60.8394	20.9601	31.0361	4.7984	21.3909	36.8979	37.1095	37.3044	37.3154
10	37.1004	60.2711	20.6157	31.0406	4.7706	21.3503	37.1095	37.3044	37.3154	37.1058
11	37.0073	59.9198	20.5052	31.2871	4.7662	21.4561	37.3044	37.3154	37.1058	37.1004
12	37.1357	60.1066	20.7239	31.1235	4.7546	21.3371	37.3154	37.1058	37.1004	37.0073
13	37.3112	60.3609	20.8489	31.1883	4.7755	21.3845	37.1058	37.1004	37.0073	37.1357
14	37.2368	60.6300	20.8753	31.6538	4.7963	21.5193	37.1004	37.0073	37.1357	37.3112
15	37.3211	60.4678	20.6774	31.5820	4.7879	21.4586	37.0073	37.1357	37.3112	37.2368
16	37.2126	60.6001	20.7374	31.3284	4.7963	21.4264	37.1357	37.3112	37.2368	37.3211
17	37.3345	60.7979	20.6935	31.4993	4.7846	21.3788	37.3112	37.2368	37.3211	37.2126
18	37.3950	60.9232	20.7267	31.5411	4.7983	21.5105	37.2368	37.3211	37.2126	37.3345
19	37.4191	60.6028	20.6542	31.4727	4.7982	21.4922	37.3211	37.2126	37.3345	37.3950



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ขอมมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-1

โปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมสำหรับการเรียนรู้

```

// ** Genetic algorithms program for training **

// Warning

// To set your delphi that select Project -> Option -> Linker -> Min 16384 Max 16777216

// Description

// Select by reproduction no repeat and reproduction average ( by select from both Oldpop and Newpop )

// My program be arranged in order of weight which used in genetic algorithms program for forecasting

```

```
Unit Unit_comp;
```

```
Interface
```

```
Uses Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls;
```

```
Const
```

```

Ip           = 8 ;           { number of input nodes not include bias }
Hi_Node     = 10 ;          { number of hidden nodes not include bias }
Op_Node     = 1 ;           { number of hidden nodes }
Ich         = 11 ;          { number of bits For each weight }
Nip_Train   = 164 ;         { number of input patterns For Training }
Nip_Test    = 40 ;          { number of input patterns For Testing }
Loop        = 1 ;           { Loop For all popsize }
Round       = 1 ;           { Loop For each popsize }
Max_range   = 0.9 ;         { Maximum value For message value }
Min_range   = 0.1 ;         { Maximum value For message value }
Njcrossmx   = 50 ;          { Maximum of cut point For crossover }
Njcross1    = 2 ;           { Number of cut point For crossover in input weight }
Njcross2    = 2 ;           { Number of cut point For crossover in hidden weight }
start1      = 1 ;           { The first bit in input weight }
Pcross      = 0.9 ;         { Population For crossover }
PMutation   = 0.05 ;        { Population For Mutation }
Name_Ip     = 'Ip01.txt' ;   { Flie Name For input Training }
Name_Ipt    = 'Ipt01.txt' ;  { Flie Name For input Testing }
Name_Op     = 'Op01.txt' ;   { Flie Name For output Training }
Name_Opt    = 'Opt01.txt' ;  { Flie Name For output Testing }
Name_mm     = 'mm01.txt' ;   { Flie Name For Min&Max input }
Name_mmOp  = 'mmOp01.txt' ; { Flie Name For Min&Max output }
Max_pop     = 500 ;          { Population }
Cpop        = 10 ;           { Crossover }
Max_count1  = 75 ;           { Max count }
Max_count1_1 = 100 ;        { Max count }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากท่านใดนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Max_count2 = 50 ; Pointcut_pop1 = 100 ;
Pointcut_pop2 = 200 ; Pointcut_pop3 = 300 ;
Maxgen1 = 20 ; Maxgen2 = 300 ;
Maxgen3 = 400 ; Maxgen4 = 500 ;
Error_Train = 0.05 ; Error_Test = 0.05 ;
Min_num = 2 ;
    
```

Type

```

TForm2 = Class(TForm) Edit1 : TEdit;
Button1 : TButton; Button2 : TButton;
GroupBox1 : TGroupBox; GroupBox2 : TGroupBox;
Label1 : TLabel; ListBox1 : TListBox;
    
```

Procedure Button1Click(SEnder: TObject);

Procedure Button2Click(SEnder: TObject);

```

Private { Private declarations }
Public { Public declarations }
    
```

End;

Type

```

Allele = Byte;
Chromosome = Array[1..(((Ip+1)*Hi_Node)+(Hi_Node+1))*Ich] of Byte ;
Individual = Record
    Chrom : Chromosome ;
    Value : Array[1..((Ip+1)*Hi_Node)+(Hi_Node+1)] of Single;
    Fitness : Single ;
    Fitness_complement : Single;
    Parent1,Parent2,xsite : Integer;
End;
Individual2 = Record
    B_Chrom : Chromosome ;
    B_value : Array[1..((Ip+1)*Hi_Node)+(Hi_Node+1)] of Single ;
    B_fitness : Single ;
End;
Individual3 = Record
    Value : Array[1..((Ip+1)*Hi_Node)+(Hi_Node+1)] of Single ;
    Fitness : Single ;
    Fitness_Test : Single;
    Fitness_fact : Single;
End;
Population = Array[1..Max_pop] of Individual ;
Population2 = Array[1..Min_num] of Individual2 ;
Population3 = Array[1..Loop] of Individual3 ;
Ip_Array = Array[1..(Ip+1),1..Nip_Train] of Single ; { input from input nodes to hidden nodes }
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ipt_Array      =   Array[1..(Ip+1),1..Nip_Test] of Single ;   { input from input nodes to hidden nodes }
hid_Array      =   Array[1..Hi_Node] of Single;               { input from hidden nodes to output node }
Op_Array       =   Array[1..Nip_Train] of Single ;
Opt_Array      =   Array[1..Nip_Test] of Single ;
mm_Array       =   Array[1..(Ip+2)] of Single;
mm_Op_Array    =   Array[1..Op_Node] of Single ;
    
```

Var

```

Form2          :   TForm2;
Oldpop         :   Population ;           Best_pop      :   Population2;
Mate1,Mate2    :   Integer;               a,j,Njcross    :   Integer;
Ncross1,Ncross2 :   Integer;              Nmutation1,Nmutation2 : Integer;
Sumfitness_org , Sumfitness, Best,Best_all, Error_baht , Error_baht_Test : Single;
popsize, gen, Maxgen, Maxbit,start2, End1,End2, i, psize : Integer;
hh,mm,ss,ss100, hh1,mm1,ss1,ss100_1, hh2,mm2,ss2,ss100_2 : String ;
inp_Train_Flie, Op_Train_Flie, inp_Test_Flie, Op_Test_Flie,result_Flie : Text;
Name_result, Sumfit1 : String;
Avg,Min,Max, Max_Op,Min_Op : Single ;
Flag1,Flag2, Flag_chk, main_use : Boolean ;
Time_start,Time_use, Time_End : TDateTime ;
Parent1,Parent2, Child1,Child2 : Chosome;
r,l,count1,count2 : Byte ;
W_Ip          :   Byte; { W_Ip number of weight from input nodes include weight For bias }
W_hi          :   Byte; { W_hi number of weight from hidden nodes include weight For bias }
allelevel     :   Allele;
Ip_Train      :   Ip_Array ;
Ip_Test       :   Ipt_Array ;
Op_Train      :   Op_Array ;
Op_Test       :   Opt_Array ;
Max_Ip, Min_Ip : mm_Array ;
    
```

Implementation

Uses Unit_proj;

{SR *.DFM}

{*****>> Function Decode binary to Real <<*****}

Function Decode(Chrom:Chosome; l:Integer):Single ;

Var

d1,d2 : Integer ;

acc,power : Single ;

Begin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด Acc ตั้ง = 0; อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Power := 1 ;
d1 := l-lch;
For d2:=1 to (lch-1) do
Begin
    d1 := d1+1;
    If Chrom[d1] =1 Then acc:=acc+power;
    power:=power*2 ;
End;
If Chrom[1] =1 Then acc := -acc ;
Decode := acc / 1000;
End;

```

```
{*****>> Random Weight <<*****}
```

```
Procedure Random_weight ;
```

```
Var
```

```
r1,r2,r3,r4,r5 : Integer ;
```

```
Begin
```

```
Randomize;
```

```
For r1:=1 to popsize do
```

```
Begin
```

```
r5:=0;
```

```
For r2:=1 to (W_lp+W_hi) do with Oldpop[r1] do
```

```
Begin
```

```
For r3:=1 to lch do
```

```
Begin
```

```
r5:= r5+1 ;
```

```
r4:=Random(2);
```

```
Chrom[r5] := r4 ;
```

```
End;
```

```
value[r2]:=Decode(Chrom,r5);
```

```
If value[r2] >1 Then value[r2] := 1;
```

```
If value[r2] <-1 Then value[r2] := -1;
```

```
End;
```

```
End;
```

```
End;
```

```
{*****>> Store Min&Max input values For each pattern <<*****}
```

```
Procedure Store_MinMax_input_patterns;
```

```
Var
```

```
MinMaxFlie : Text ; s1 : Integer;
```

```
Min_Max : Single;
```

```
Begin
```

```
Assign(MinMaxFlie,Name_mm);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Reset(MinMaxFlie);
For s1:=2 to (Ip+1) do      { **> Store Min value of each input node }
Begin
    readln(MinMaxFlie,_Min);
    Min_Ip[s1] := _Min ;
End;
For s1:=2 to (Ip+1) do      { **> Store Max value of each input node }
Begin
    readln(MinMaxFlie,_Max);
    Max_Ip[s1] := _Max ;
End;
close(MinMaxFlie);
End;

{*****>> Store Min&Max output values <<*****}
Procedure Store_MinMax_output;
Var
    MinMaxFlie : Text ;      _Min,_Max : Single;
Begin
    Assign(MinMaxFlie,Name_mmOp);
    Reset(MinMaxFlie);
    readln(MinMaxFlie,_Min);
    Min_Op := _Min ;
    readln(MinMaxFlie,_Max);
    Max_Op := _Max ;
    close(MinMaxFlie);
End;

{*****>> Store Input Patterns <<*****}
Procedure Store_input_patterns(Nip:Integer; FlieName:String; Var inputFlie:Text);
Var    s1,s2 : Integer;      s3,s4 : Single;
Begin
    Assign(inputFlie,FlieName);
    Reset(inputFlie);
    For s1:=1 to Nip do
    Begin
        If Nip = Nip_Train Then Ip_Train[1][s1] := 1
        Else Ip_Test[1][s1]:=1;
        For s2:=2 to (Ip+1) do
        Begin
            readln(inputFlie,s3);
            If Nip = Nip_Train Then Ip_Train[s2][s1] := s3
            Else Ip_Test[s2][s1]:=s3;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ทางผู้เขียนได้อนุญาตให้ใช้หรือแจ้งให้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End;
End;
close(inputFlie);
End;

{*****>> Store Output Patterns <<*****}
Procedure Store_output_patterns(Nip:Integer; FlieName:String; Var outputFlie:Text);
Var
    s1      : Integer;      s2,s3   : Single;
Begin
    Assign(outputFlie,FlieName);
    Reset(outputFlie);
    For s1:=1 to Nip do
        Begin
            readln(outputFlie,s2);
            If Nip = Nip_Train Then Op_Train[s1] := s2;
            Else Op_Test[s1]:=s2;
        End;
    close(outputFlie);
End;

{*****>> Claculate Sigmoid Function For Train <<*****}
Procedure Calculate_Train (Var pop:Population; Nip:Integer; psize:Integer; main_use:Boolean);
Var
    c1      : Integer ;      A_hi      : Hid_Array ;
    c2,c3,c4,b,a : Integer;      word      : String;
    Sumfit,sum,sum1,sum2,sum3,sigmoid1,sigmoid2, result,result1 : Single ;
Begin
    Sumfit := 0 ;
    For c1:=1 to psize do with pop[c1] do
        Begin{c1}
            result := 0 ;      result1 := 0 ;
            For c2:=1 to Nip do
                Begin{c2}
                    a := 0 ;
                    For c3:=1 to Hi_Node do
                        Begin{c3}
                            sum := 0 ;      sum1:= 0 ;
                            For c4:= 1 to (Ip+1) do
                                Begin{c4}
                                     $b := c4+(a*(Ip+1));$ 
                                     $sum := Ip\_Train[c4][c2]*value[b];$ 
                                    sum1:= sum1+sum ;
                                End;
                            End;
                        End;
                    End;
                End;
            End;
        End;
    End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและที่อยู่ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        End ;{c4}

        sigmoid1 := 1/(1+exp(-sum1)) ;
        A_hi[c3] := sigmoid1 ;
        a := a+1 ;

    End;{c3}

    sum2 := 0 ;      sum3 := 0 ;
    sum2 := 1*value[1+W_Ip] ;
    sum3 := sum3+sum2 ;
    For c3:= 1 to Hi_Node do
    Begin {c3}
        sum2 := a_hi[c3]*value[1+c3+W_Ip] ;
        sum3 := sum3+sum2 ;
    End;{c3}
    sigmoid2 := 1/(1+exp(-sum3)) ;
    result := abs(Op_Train[c2] - sigmoid2) ;
    result1 := result1+result ;
End;{c2}
fitness := result1/Nip_Train ;
Sumfit := Sumfit+fitness;
fitness := result1/Nip_Train ;
End ;{c1}
Sumfit1 := Sumfit/popsiz;
End;

```

*{*****}>> Claculate Sigmoid Function For Test <<*****}*

Procedure Calculate_Test (Var pop:Population3);

Var

```

    A_hi      :   hid_Array ;      c2,c3,c4,b,a   : Integer;
    result,result1, sum,sum1,sum2,sum3,sigmoid1,sigmoid2 : Single ;

```

Begin

with pop[l] do

Begin {c1}

```

        result := 0 ;      result1 := 0 ;

```

For c2:=1 to Nip_Test do

Begin {c2}

```

        a := 0 ;

```

For c3:=1 to Hi_Node do

Begin {c3}

```

        sum := 0 ;      sum1:= 0 ;

```

For c4:= 1 to (Ip+1) do

Begin {c4}

```

        b := c4+(a*(Ip+1));
        sum := Ip_Test[c4][c2]*value[b] ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        sum1:=sum1+sum ;
    End ;{c4}
    sigmoid1 := 1/(1+exp(-sum1)) ;
    A_hi[c3] := sigmoid1;
    a := a+1 ;

End;{c3}
sum2 := 0 ;      sum3 := 0 ;
sum2 := 1*value[1+W_Ip] ;
sum3 := sum3+sum2 ;
For c3:= 1 to Hi_Node do
Begin{c3}
    sum2 := a_hi[c3]*value[1+c3+W_Ip] ;
    sum3 := sum3+sum2 ;
End;{c3}
sigmoid2 := 1/(1+exp(-sum3)) ;
result := abs(Op_Test[c2] - sigmoid2) ;
result1 := result1+result ;
End;{c2}
fitness_Test := result1/Nip_Test ;
End ;{c1}
End;

/*****>> Calculate Sigmoid Function For Test <<*****/
Procedure Claculate_Test_round ;
Var    round_pop    : Population3;      i, j, k, a    : Integer ;
        word         : String;          Name_weight ,b : Single;
        weight_Flie  : Text;           Temp          : String[5];
Begin
    round_pop[l].fitness := best_pop[1].B_fitness;
    If round_pop[l].fitness < Error_Train Then Flag1 := true
    Else Flag1 := false ;
    For i:=1 to (W_Ip+W_hi) do round_pop[l].value[i] := best_pop[1].B_value[i];
    Calculate_Test(round_pop);
    If round_pop[l].fitness_Test < Error_Test Then Flag2 := true
    Else Flag2 := false ;
    appEnd(result_Flie);
    word := 'Best weight : ';          writeln(result_Flie,word);
    For i:=1 to (W_Ip+W_hi) do
    Begin
        b:=round_pop[l].value[i];
        writeln(result_Flie,b:0.5);
    End;
    word := 'Avg Fitness For Training : ';    write(result_Flie,word);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

b := round_pop[1].fitness ;           writeln(result_Flie,b:0:9);
word := 'Avg Fitness For Testing : ';   write(result_Flie,word);
b := round_pop[1].fitness_Test ;       writeln(result_Flie,b:0:9);
Error_baht := round_pop[1].fitness*(Max_Op-Min_Op)/(Max_range-Min_range);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ');
Temp := FloatToStr(Error_baht);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดสำหรับข้อมูลชุดเรียนรู้ ==> '+Temp+' บาท');
Error_baht_Test := round_pop[1].fitness_Test*(Max_Op-Min_Op)/(Max_range-Min_range);
word := 'Avg Fitness For Training For baht : ';   write(result_Flie,word);
b := Error_baht ;                               writeln(result_Flie,b:0:9);
Temp := FloatToStr(Error_baht_Test);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสำหรับชุดทดลอง ==> '+Temp+' บาท');
word := 'Avg Fitness For Testing For baht : ';     write(result_Flie,word);
b := Error_baht_Test ;                             writeln(result_Flie,b:0:9);
close(result_Flie);
// Write weight to new flie for new pattern
Name_Weight := 'W_'+Name_result;
Assign(Weight_Flie,Name_Weight);
If (l = 1) and (r = 1) Then rewrite(Weight_Flie)
Else appEnd(Weight_Flie) ;
writeln(weight_Flie, ' ');
word := 'Best weight at popsize : ';               write(Weight_Flie,word);
writeln(Weight_Flie,popsize);
For j:=1 to Ip+1 do
  For k:=0 to (Hi_Node-1) do
    Begin
      i := (k*(Ip+1)) + j ;
      b := round_pop[1].value[i];                  writeln(Weight_Flie,b:0:5);
    End;
  For k:=1 to W_hi do
    Begin
      b := round_pop[1].value[i+k];
      writeln(Weight_Flie,b:0:5);
    End;
  close(weight_Flie);
End ;

{*****>> GENETIC OPERATION <<*****}
Function rnd_real:Single; { Random number in [0-1] }
Var r1 :Integer; r2 :Single;
Begin
  r1 := Randomize;
  r2 := r1/Integer(Hi_Node);
  rnd_real := r2;
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด Randomize; อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

r1 := Random(101);
rnd_real:= r1/100;
r2 := r1/100;
End;

{*****}>> Random Probability <<*****}
Function flp(probability:Real):Boolean;
Var b_flp :Boolean;
Begin
  If probability = 1.0 Then flp := true
  Else flp := (rnd_real<=probability);
End;

{*****}>> Selection Chromosome <<*****}
Function select(popsiz:Integer; Sumfitness:Single;
  Var pop:Population; Var newpop : Population;
  Min_i : Array of Integer) :Integer;
Var rand,partsum : Real; i,j :Integer;
Begin
  Partsum := 0.00; j :=0;
  rand := rnd_real * Sumfitness;
  Repeat
    j:=j+1;
    If (j=Min_i[j]) Then
      Else partsum := partsum + pop[j].fitness_complement;
  Until (partsum>=rand) or (j=popsiz);
  select := j;
End;

{*****}>> Mutation Operation <<*****}
Function Mutation(allelevel: Allele; PMutation:Single;
  Var Nmutation:Integer):Allele;
Var Mutate : Boolean;
Begin
  Mutate := flp(PMutation);
  If Mutate Then
    Begin
      Nmutation:= Nmutation+1;
      If allelevel=0 Then Mutation:= 1
      Else If allelevel=1 Then Mutation := 0;
    End
  Else Mutation := allelevel;
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใด ๆ ที่เกิดขึ้น ย้ำให้ไม่มีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{*****}>> Crossover Operation <<*****}
Procedure Crossover(Var Parent1,Parent2,Child1,Child2: Chosome;
                    start,Endd,Njcross    : Integer;
                    Var Ncross,Nmutation  : Integer;
                    Pcross,PMutation      : Single);
{crossover Chromosome by Random number of cut point }
Var    rd,jcross : Array[1..Njcrossmx] of Integer;
        i,a,j1,rd_temp1,s,j,l,rd1      : Integer;
Begin
    rd1 :=1;      rd_temp1 := 1;
    If flIp(Pcross) Then
        Begin
            Ncross:= Ncross+1;
            For a:=1 to Njcross do jcross[a]:=0;
            Randomize;
            rd1 := Random(Endd);
            If rd1=0 Then
                Begin
                    Repeat
                        rd1 := Random(Endd);
                    Until rd1 <> 0;
                End
            Else If rd1 < start Then
                Begin
                    Repeat
                        rd1 := Random(Endd);
                    Until rd1 >= start ;
                End;
            jcross[1] := rd1;
            For j:= 1 to Njcross-1 do
                Begin
                    Randomize;
                    rd1 := Random(Endd);
                    While rd1 < start do
                        Begin
                            Randomize;
                            rd1:= Random(Endd);
                        End;
                    For s:=Njcross downto 1 do
                        Begin
                            If jcross[s]=rd1 Then
                                Begin
                                    Begin
                                        While jcross[s]=rd1 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Begin
    Randomize;
    rd1 := Random(Endd);
End;
End;
End;
If rd1>jcross[j] Then jcross[j+1] := rd1
Else If rd1<jcross[j] Then
Begin
    rd_temp1:= jcross[j];
    jcross[j] := rd1;
    jcross[j+1] := rd_temp1;
    j1:=j;
    Repeat
        If jcross[j1]>jcross[j1-1] Then jcross[j1]:= jcross[j1]
        Else If ((jcross[j1] < jcross[j1-1])and(j1<>1)) Then
        Begin
            rd_temp1 := jcross[j1-1];
            jcross[j1-1] := jcross[j1];
            jcross[j1] := rd_temp1;
        End;
        j1 := j1-1;
    Until j1<=1;
End;
End;
End Else
Begin
    For a:=1 to Njcross do
        jcross[a] := Endd;
    End;
    If jcross[1] = Endd Then
        For j:= start to jcross[1] do
            Begin
                Child1[j] := Mutation(Parent1[j],PMutation,Nmutation);
                Child2[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);
            End
        Else
            Begin
                For j:= start to jcross[1] do
                    Begin
                        Child1[j] := Mutation(Parent1[j],PMutation,Nmutation);
                        Child2[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);
                    End;
                End;
            End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

```

I := 1;
While i < Njcross do
Begin
  For j:= jcross[i]+1 to jcross[i+1] do
  Begin
    Child1[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);
    Child2[j] := Mutation(Parent1 [j],PMutation,Nmutation);

  End;
  If i+1 < Njcross Then
  For j:= jcross[i+1]+1 to jcross[i+2] do
  Begin
    Child1[j] := Mutation(Parent1 [j],PMutation,Nmutation);
    Child2[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);

  End;
  i:= i+2;
End;
If ((Njcross mod 2)=0) Then
  For j:= jcross[Njcross]+1 to Endd do
  Begin
    Child1[j] := Mutation(Parent1 [j],PMutation,Nmutation);
    Child2[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);
  End
Else
  For j:= jcross[Njcross]+1 to Endd do
  Begin
    Child1[j] := Mutation(Parent2[j],PMutation,Nmutation);
    Child2[j] := Mutation(Parent1 [j],PMutation,Nmutation);
  End;
End;
End;
End;
{*****}>> Operation in each Generation <<*****}
Procedure generation(Sumfitness_org:Single;Var Sort_fit : Population; Var newpop:Population);
{ Operation in each generation and select best pop }
Var    Sumfitness,Min_chk,Min_tmp    : Single;
        Min_i : Array[0..Min_num] of Integer;
        x,j,i2,a,Mate1,Mate2,Min_num_count,i1,s1, I, s : Integer;
        Min_tmp_arr : Chomosome;

Begin
  Sumfitness := 0;
  For a:=1 to popsize do
  Begin
    Oldpop[a].fitness_complement := (1+Sumfitness_org) / (1+Oldpop[a].fitness);
    Sumfitness := Sumfitness + Oldpop[a].fitness_complement;

```

```

End;
Min := 100;  Min_i[0] := 0;
For i:=1 to popsize do
Begin
  If Oldpop[i].fitness < Min Then
  Begin
    Min:= Oldpop[i].fitness;
    Min_i[1] := i;
  End;
End;
Min_num_count := 1;
While Min_num_count <> Min_num do
Begin
  Min := 100;
  For i:=1 to popsize do
  Begin
  If ((Oldpop[i].fitness<Min) and (Oldpop[i].fitness<Min_i[Min_num_count])and(i<>Min_i[Min_num_count])) Then
  Begin
    Min:= Oldpop[i].fitness;
    Min_i[Min_num_count+1] := i;
  End;
  End;
  Min_num_count := Min_num_count+1;
End;
x:= Min_i[1];
best_pop[1].B_Chrom := Oldpop[x].Chrom;
best_pop[1].B_fitness := Oldpop[x].fitness;
For i:=1 to (W_lp+W_hi) do  best_pop[1].B_value[i] := Oldpop[x].value[i];
For i:=1 to Min_num do
Begin
  x := Min_i[i];
  newpop[i].Chrom := Oldpop[x].Chrom;
  newpop[i].fitness := Oldpop[x].fitness;
  newpop[i].value := Oldpop[x].value;
End;
For i:=1 to popsize do
Begin
  Sort_fit[i].fitness := 0;
  For i2:=1 to Maxbit do Sort_fit[i].Chrom[i2] := 0;
End;
Sort_fit[1].fitness := Oldpop[1].fitness;
Sort_fit[1].Chrom := Oldpop[1].Chrom;
s:=2;      i:= 1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นเห็นสมควรเห็นแก่ประโยชน์และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

While (i < popsize) do
Begin
  If (Oldpop[s].fitness > Sort_fit[i].fitness) Then
  Begin
    Sort_fit[i+1].fitness := Oldpop[s].fitness;
    Sort_fit[i+1].Chrom := Oldpop[s].Chrom;
  End
  Else If (Oldpop[s].fitness < Sort_fit[i].fitness) Then
  Begin
    Min_tmp      := Sort_fit[i].fitness;
    Sort_fit[i].fitness := Oldpop[s].fitness;
    Sort_fit[i+1].fitness := Min_tmp;
    Min_tmp_arr   := Sort_fit[i].Chrom;
    Sort_fit[i].Chrom := Oldpop[s].Chrom;
    Sort_fit[i+1].Chrom := Min_tmp_arr;
    il := i;
    Repeat
      If Sort_fit[il].fitness > Sort_fit[il-1].fitness Then
      Else If (Sort_fit[il].fitness < Sort_fit[il-1].fitness) and (il > 1) Then
      Begin
        Min_tmp := Sort_fit[il-1].fitness;
        Sort_fit[il-1].fitness := Sort_fit[il].fitness;
        Sort_fit[il].fitness := Min_tmp;
        Min_tmp_arr := Sort_fit[il-1].Chrom;
        Sort_fit[il-1].Chrom := Sort_fit[il].Chrom;
        Sort_fit[il].Chrom := Min_tmp_arr;
      End;
      il := il-1;
    Until il <= 1;
  End
  Else
  Begin
    Sort_fit[i+1].fitness := Oldpop[s].fitness;
    Sort_fit[i+1].Chrom := Oldpop[s].Chrom;
  End;
  i:= i+1;      s:= s+1;
End;
j:=3;
Repeat
  Mate1 := select(popsize,Sumfitness,Oldpop,newpop,Min_i);
  Mate2 := select(popsize,Sumfitness,Oldpop,newpop,Min_i);
  While Mate2=Mate1 do
  Begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
 Mate2 := select(popsize,Sumfitness,Oldpop,newpop,Min_i);
 ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นให้ผมให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 Begin

```

Mate2 := select(popsiz,Sumfitness,Oldpop,newpop,Min_i);
End;
crossover(Oldpop[Mate1].Chrom,Oldpop[Mate2].Chrom,newpop[j].Chrom,newpop[j+1].Chrom,start1,End1,Njcross1,
Ncross1,Nmutation1 ,Pcross,PMutation);
crossover(Oldpop[Mate1].Chrom,Oldpop[Mate2].Chrom,newpop[j].Chrom,newpop[j+1].Chrom,start2,End2,Njcross2,
Ncross2,Nmutation2,Pcross,PMutation);
j:= j+2;
Until j>=(popsiz);
End;

```

```
{*****}> Select best popsiz <<***** }
```

```
Procedure select_popsiz(Oldpop:Population; Var newpop:Population);
```

```
{ select best pop between Oldpop and newpop by select Minimum fitness Chromosome }
```

```
Type
```

```
Individual4 = Record
```

```
Chrom : Chromosome ;
```

```
fitness : Single ;
```

```
End;
```

```
Population4 = Array[1..(2*Max_pop)] of Individual4 ;
```

```
Population5 = Array[1..(Max_pop)] of Individual4 ;
```

```
Var
```

```
sel_pop : Population4; newpop_tmp,new_tmp : Population5;
```

```
Oldpop_tmp : Population5; Min_tmp : Single;
```

```
Min_tmp_arr : Chromosome; rep,rep1 : Boolean;
```

```
pos_nrep : Array[1..Max_pop] of Integer; pos_rep : Array[1..Max_pop] of Integer;
```

```
s,i,a,a1,o2,o4,o5,o7,o8,o9,i1,i2, n_Repeat,n_rep,n_nrep, n_nRepeat,n_nRepeat1 : Integer;
```

```
Begin
```

```
For i:=1 to (popsiz) do
```

```
Begin
```

```
Oldpop_tmp[i].fitness := 0;
```

```
For i2:=1 to Maxbit do Oldpop_tmp[i].Chrom[i2] := 0;
```

```
End;
```

```
For i:=1 to (popsiz) do
```

```
Begin
```

```
newpop_tmp[i].fitness := 0;
```

```
For i2:=1 to Maxbit do
```

```
newpop_tmp[i].Chrom[i2] := 0;
```

```
End;
```

```
For i:=1 to (popsiz) do
```

```
Begin
```

```
new_tmp[i].fitness := 0;
```

```
For i2:=1 to Maxbit do
```

```
new_tmp[i].Chrom[i2] := 0;
```

```
End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากพบเห็นผิดเบี่ยงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

For i:=1 to (2*popsize) do
Begin
    sel_pop[i].fitness := 0;
    For i2:=1 to Maxbit do
        sel_pop[i].Chrom[i2] := 0;
    End;
o8 := 1;
For o2:=1 to popsize do
Begin
    rep := false;
    For o4:=o2+1 to popsize do
        If (Oldpop[o2].fitness = Oldpop[o4].fitness) Then rep:= true;
    If not rep Then
        Begin
            Oldpop_tmp[o8].fitness := Oldpop[o2].fitness;
            Oldpop_tmp[o8].Chrom := Oldpop[o2].Chrom;
            o8 := o8+1;
        End;
    End;
sel_pop[1].fitness := Oldpop_tmp[1].fitness;
sel_pop[1].Chrom := Oldpop_tmp[1].Chrom;
s:=2; i:= 1;
While (s <= (o8-1) ) do
Begin
    If (Oldpop_tmp[s].fitness > sel_pop[i].fitness) Then
    Begin
        sel_pop[i+1].fitness := Oldpop_tmp[s].fitness;
        sel_pop[i+1].Chrom := Oldpop_tmp[s].Chrom;
        i := i+1;
    End
    Else If (Oldpop_tmp[s].fitness < sel_pop[i].fitness) Then
    Begin
        Min_tmp := sel_pop[i].fitness;
        sel_pop[i].fitness := Oldpop_tmp[s].fitness;
        sel_pop[i+1].fitness := Min_tmp;
        Min_tmp_arr := sel_pop[i].Chrom;
        sel_pop[i].Chrom := Oldpop_tmp[s].Chrom;
        sel_pop[i+1].Chrom := Min_tmp_arr;
        i1 := i;
    End
    Repeat
        If ((sel_pop[i1].fitness > sel_pop[i1-1].fitness)and(i1<>1)) Then i1 := i1-1
        Else If (sel_pop[i1].fitness < sel_pop[i1-1].fitness) and (i1<>1) Then
        Begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่มีสิทธิเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Min_tmp := sel_pop[i1-1].fitness;
sel_pop[i1-1].fitness := sel_pop[i1].fitness;
sel_pop[i1].fitness := Min_tmp;
Min_tmp_arr := sel_pop[i1-1].Chrom;
sel_pop[i1-1].Chrom := sel_pop[i1].Chrom;
sel_pop[i1].Chrom := Min_tmp_arr;
i1 := i1-1;

End

Else If (i1 <> 1) Then i1:=i1;

Until i1 <= 1;

i := i+1;

End

Else i := i;

s:= s+1;

End;

For o7:=1 to popsize do pos_rep[o7]:=0;
For o7:=1 to popsize do pos_nrep[o7]:=0;
n_Repeat := 0;
For o2:=1 to popsize do
  For o4:=1 to popsize do
    Begin
      If (newpop[o2].fitness = Oldpop_tmp[o4].fitness) Then
        Begin
          If n_Repeat <> 0 Then
            Begin
              n_rep := n_Repeat+1;
              Repeat
                If o2=pos_rep[n_rep-1] Then rep:= true
                Else rep:= false;
                n_rep:= n_rep-1
              Until (rep=true)or (n_rep<1);
              If not rep Then
                Begin
                  n_Repeat := n_Repeat + 1;
                  pos_rep[n_Repeat] := o2;
                End;
              End
            End
          Else If n_Repeat=0 Then
            Begin
              n_Repeat := n_Repeat + 1;
              pos_rep[n_Repeat] := o2;
            End;
          End
        End
      End
    End
  End
End;

End

Else If n_Repeat=0 Then
  Begin
    n_Repeat := n_Repeat + 1;
    pos_rep[n_Repeat] := o2;
  End;
End;

End

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End

```

Else
Begin
  o9:=1; rep1:=true;
  Repeat
    If (newpop[o2].Chrom[o9] = Oldpop_tmp[o4].Chrom[o9]) Then rep1:= true
    Else rep1:= false;
    o9:= o9+1;
  Until ((o9=(Maxbit+1)) or (rep1=false));
  If not rep1 Then
  Else
  Begin
    n_Repeat := n_Repeat + 1;
    pos_rep[n_Repeat] := o2;
  End;
End;
n_nRepeat1 := popsize - n_Repeat;
n_nrep := 1; n_rep := 1;
For o5:=1 to popsize do
  If (o5 < pos_rep[n_rep]) Then
  Begin
    pos_nrep[n_nrep] := o5;
    n_nrep := n_nrep+1;
  End
  Else n_rep := n_rep + 1;
For a:=1 to n_nRepeat1 do
Begin
  new_tmp[a].Chrom := newpop[pos_nrep[a]].Chrom;
  new_tmp[a].fitness := newpop[pos_nrep[a]].fitness;
End;
n_Repeat := 0; o8 := 1;
For o2:=1 to n_nRepeat1 do
Begin
  rep := false;
  For o4:=o2+1 to n_nRepeat1 do
  If (new_tmp[o2].fitness = new_tmp[o4].fitness) Then rep:= true;
  If not rep Then
  Begin
    newpop_tmp[o8].fitness := new_tmp[o2].fitness;
    newpop_tmp[o8].Chrom := new_tmp[o2].Chrom;
    o8 := o8+1;
  End;
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End;

```

s:=1;
While (s <= (o8-1)) do
Begin
  If (newpop_tmp[s].fitness > sel_pop[i].fitness) Then
  Begin
    sel_pop[i+1].fitness := newpop_tmp[s].fitness;
    sel_pop[i+1].Chrom := newpop_tmp[s].Chrom;
    I := i+1;
  End
  Else If (newpop_tmp[s].fitness < sel_pop[i].fitness) Then
  Begin
    Min_tmp := sel_pop[i].fitness;
    sel_pop[i].fitness := newpop_tmp[s].fitness;
    sel_pop[i+1].fitness := Min_tmp;
    Min_tmp_arr := sel_pop[i].Chrom;
    sel_pop[i].Chrom := newpop_tmp[s].Chrom;
    sel_pop[i+1].Chrom := Min_tmp_arr;
    il := i; rep := false;
    Repeat
      If ((sel_pop[il].fitness > sel_pop[il-1].fitness)and(il<>1)) Then il := il-1
      Else If (sel_pop[il].fitness < sel_pop[il-1].fitness) and (il<>1) Then
      Begin
        Min_tmp := sel_pop[il-1].fitness;
        sel_pop[il-1].fitness := sel_pop[il].fitness;
        sel_pop[il].fitness := Min_tmp;
        Min_tmp_arr := sel_pop[il-1].Chrom;
        sel_pop[il-1].Chrom := sel_pop[il].Chrom;
        sel_pop[il].Chrom := Min_tmp_arr;
        il := il-1;
      End
      Until il<=1;
    i := i+1;
  End
  Else i := i;
  s:= s+1;
End;
For s:=1 to popsize do
Begin
  newpop[s].Chrom := sel_pop[s].Chrom;
  newpop[s].fitness := sel_pop[s].fitness;
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่


```

Else If n_Repeat=0 Then
Begin
    n_Repeat := n_Repeat + 1;
    pos_rep[n_Repeat] := 0;
End;
End ;
For i:=1 to n_Repeat do
Begin
    newpop[pos_rep[i]].Chrom := Sort_fit[i].Chrom;
    newpop[pos_rep[i]].fitness := Sort_fit[i].fitness;
End;
select_popsiz(Oldpop,newpop);
For i:=1 to popsize do with newpop[i] do
Begin
    Oldpop[i].Chrom := Chrom;
    For j:=1 to (W_Lp+W_Hi) do
    Begin
        x:= Decode(Chrom,(j*1ch));
        If x >1 Then x :=1
        Else If x <-1 Then x :=-1;
        Oldpop[i].value[j]:= x;
    End;
End;
End;

/*****>> write result to Flie <<*****/
Procedure Write_to_Flie_gen;
Var
    word : String;      Temp : String[9];
    b    : Single;
Begin
    Assign(result_Flie,Name_result);
    appEnd(result_Flie);
    If gen=1 Then
    Begin
        writeln(result_Flie,' ');
        word :=' Avg Fitness For popsize : ';      write(result_Flie,word);
        write(result_Flie,popsiz);
        word :=' at round : ';                      write(result_Flie,word);
        writeln(result_Flie,r);
        Form2.ListBox1.Items.Add(' ');
        Form2.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสำหรับประชากรขนาด '+FloatToStr(popsiz)+' ณ รอบที่ '+
        FloatToStr(r));
    End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อสำนักงานเพื่อการศึกษา โทร. 0-2354-1414

```

End;
word := ' At gen : ';          write(result_Flie,word);
write(result_Flie,gen);
word := ' => ';              write(result_Flie,word);
b := best_pop[1].B_fitness ;  write(result_Flie,b:0:9);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ');
Form2.ListBox1.Items.Add(' เจนเนอร์เรชั่นที่ '+FloatToStr(gen));
Temp := FloatToStr(b);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของประชากรที่เหมาะสมที่สุด ==> '+Temp);
word := ' All => ';          write(result_Flie,word);
b := Sumfit1 ;                writeLn(result_Flie,b:0:9);
Temp := FloatToStr(b);
Form2.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของประชากรทั้งหมด ==> '+Temp);
Form2.ListBox1.Refresh;
close(result_Flie);

```

```
End;
```

```
{*****}> Get start time <<*****}
```

```
Procedure Gettime_start;
```

```
Var h,m,s,s100 : word ;
```

```
Begin
```

```
Time_Start := now ;
```

```
DecodeTime(Time_start,h,m,s,s100);
```

```
hh := IntToStr(h); { Hour }
```

```
mm := IntToStr(m); { Minute }
```

```
ss := IntToStr(s); { second }
```

```
ss100 := IntToStr(s100); { second/1000 }
```

```
End;
```

```
{*****}> Get Finish time <<*****}
```

```
Procedure Gettime_End;
```

```
Var h,m,s,s100 : word ;
```

```
Begin
```

```
Time_End := now ;
```

```
DecodeTime(Time_End,h,m,s,s100);
```

```
hh1 := IntToStr(h); { Hour }
```

```
mm1 := IntToStr(m); { Minute }
```

```
ss1 := IntToStr(s); { second }
```

```
ss100_1 := IntToStr(s100); { second/1000 }
```

```
End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่รับผิดชอบโดยตรงและอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure Gettime_use;
```

```

Var   h,m,s,s100   : word ;
Begin
    Time_use := Time_start - Time_End ;
    DecodeTime(Time_use,h,m,s,s100);
    hh2      := IntToStr(h);      { Hour }
    mm2      := IntToStr(m);      { Minute }
    ss2      := IntToStr(s);      { second }
    ss100_2 := IntToStr(s100);    { second/1000 }
End;

{*****>> Show Final Result <<*****}

Procedure Show_Result;
Var   i,j,l,a   : Integer;
      word      : String;
      b         : Single;
Begin
    Assign(result_Flie,Name_result);
    appEnd(result_Flie);
    word := 'Time result ' ;      writeln(result_Flie,word);
    word := 'Start Time at *=> ' ;  write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh);         write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm);        write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss);        write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100);
    word := 'Finish Time at *=> ' ; write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh1);       write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm1);      write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss1);      write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100_1);
    word := 'Use Time at *=> ' ;  write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh2);      write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm2);      write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss2);      write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100_2);
    close(result_Flie);
    Form2.ListBox1.Items.Add(' ');
    Form2.ListBox1.Items.Add(' เวลาเริ่มต้น =>> '+hh + '+'mm+'+'ss);
    Form2.ListBox1.Items.Add(' เวลาที่เสร็จ =>> '+hh1+ '+'mm1+'+'ss1);
    Form2.ListBox1.Items.Add(' เวลาที่ใช้   =>> '+hh2+ '+'mm2+'+'ss2);
    Form2.ListBox1.Refresh;
End;

{*****>> Show Time For Read Data <<*****}

Procedure Show_Time;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควรเผยแพร่ หักห้ามมิให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตของเขกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Var    i,j,l,a    : Integer;
        word      : String;      b    : Single;
Begin
    Assign(result_Flie,Name_result);
    rewrite(result_Flie) ;
    word := ' Hidden node = ';          write(result_Flie,word);
    writeln(result_Flie,Hi_Node);
    word := ' Pop_crossover = ';        write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,Pcross:0:3);
    word := ' Pop_Mutation = ';         write(result_Flie,word);
    writeln(result_Flie,PMutation:0:3);
    word := ' Njcross_wlp = ';           write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,Njcross1);
    word := '      Njcross_who = ';      write(result_Flie,word);
    writeln(result_Flie,Njcross2);
    word := ' Start Time to read at *=> '; write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss);                write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100);
    word :=' Finish Time to read at *=> '; write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh1);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm1);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss1);                write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100_1);
    word :=' Use Time to read at *=> ';   write(result_Flie,word);
    write(result_Flie,hh2);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,mm2);                write(result_Flie,' ');
    write(result_Flie,ss2);                write(result_Flie,' ');
    writeln(result_Flie,ss100_2);
    close(result_Flie);
End;

//*****>> Store Input <<*****
Procedure Store_output(Nip:Integer; FlieName:String; Var outputFlie:Text);
Begin
    Assign(outputFlie,FlieName);
    Reset(outputFlie);
    close(outputFlie);
End;

//*****>> Check Flie <<*****
ไม่ Function FlieExists(FlieName: String): Boolean; เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{ Boolean Function that returns True If the Flie exists; otherwise, it returns False. Closes the Flie If it exists. }

Var F: Flie;

Begin

{S1-}

AssignFlie(F, FlieName);

FlieMode := 0; { Set Flie access to read only }

try

Rewrite(F);

CloseFlie(F);

except

Application.MessageBox('ไม่สามารถเขียนไฟล์ได้', 'บันทึกไฟล์', MB_OK);

End;

{S1+}

FlieExists := (IOResult = 0) and (FlieName <> "");

End; { FlieExists }

*****>> MAIN PROGRAME <<*****

Procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);

Var temp1, temp2 : String;

Begin

If (FlieExists(Edit1.Text)) Then

Begin

Name_result := Edit1.Text;

Gettime_start;

Flag1 := false;

Flag2 := false;

l := 1;

r := 0;

W_Ip := (l+1)*Hi_Node;

W_hi := Hi_Node+1;

Maxbit := (W_Ip+W_hi)*lch;

End1 := W_Ip*lch;

start2 := End1+1;

End2 := Maxbit;

Store_MinMax_input_patterns;

Store_MinMax_output;

Store_input_patterns(Nip_Train,Name_Ip,inp_Train_Flie); {show_input_pattern(Nip_Train);}

Store_input_patterns(Nip_Test,Name_Ipt,inp_Test_Flie); {show_input_pattern(Nip_Test);}

Store_output_patterns(Nip_Train,Name_Op,Op_Train_Flie);

Store_output_patterns(Nip_Test,Name_Opt,Op_Test_Flie);

Gettime_End;

Gettime_use;

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยินดีให้คำปรึกษาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Show_Time;

End
Else
Begin
    Application.MessageBox('ไม่สามารถเขียนไฟล์ได้, บันทึกไฟล์, MB_OK);
    Exit;
End;
Repeat
Begin
    If r= round Then
    Begin
        R := 1;
        l := l+1;
    End
    Else r:= r+1;
    Gettime_start;
    If l = 1 Then Popsiz := (Cpop)*(l*4) // For popsize = 200 250 300 ...
    Else popsiz := Cpop * (l+3);
    If popsiz >= Pointcut_pop3 Then Maxgen := Maxgen4
    Else If popsiz >= Pointcut_pop2 Then Maxgen := Maxgen3
    Else If popsiz >= Pointcut_pop1 Then Maxgen := Maxgen2
    Else Maxgen := Maxgen1;
    Random_weight;
    Calculate_Train(Oldpop,Nip_Train,popsiz,main_use);
    Flag_chk := True;
    gen := 1;
    While ((gen <> Maxgen) and (Flag_chk <> False)) do
    Begin
        main_use := true;
        Operation;
        Calculate_Train(Oldpop,Nip_Train,popsiz,main_use);
        If gen = 1 Then
        Begin
            count1 := 0;
            count2 := 0;
            best := best_pop[1].B_fitness;
            best_all := Sumfit1;
        End
        Else If (gen <> 1) and (best - best_pop[1].B_fitness >= 0.00000001) Then
        Begin
            best := best_pop[1].B_fitness;
            count1 := 0;
            count2 := 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์; ารศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End
Else If(gen <>1) and (best - best_pop[1].B_fitness < 0.00000001) Then
Begin
    count1 := count1+1 ;
End;
If (gen <>1) and (best_all - Sumfit1 < 0.00000001) and (count1 <> 0)Then
Begin
    count2 := count2+1 ;
End
Else If (gen <>1) and (best_all - Sumfit1 >= 0.00000001) and (count1 <> 0)Then
Begin
    best_all := Sumfit1;
    count2 := 0 ;
End;
If (gen = 1)or (gen mod 5)=0 Then write_to_Flie_gen;
If ((Count1 >= Max_count1)and(Count2 >= Max_count2))or(count1 >=Max_count1_1) Then Flag_chk:= False ;
gen := gen+1 ;
End;
Claculate Test_round; {*****}> Calculate Error In Input pattern For Testing <<*****}
Gettime_End;
Gettime_use;
show_result;
End;
Until (((l=Loop)and(r=round)) or ((Flag1 = true) and (Flag2 =true)));
Application.MessageBox('ประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว', 'โปรแกรม GA', MB_OK) ;
End;

Procedure TForm2.Button2Click(SEnder: TObject);
Begin
    Form2.hide;
    Form3.show;
End;
END:

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-2

โปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมสำหรับทดสอบ

```
// ** Genetic algorithms program For testing **
```

```
// Warning
```

```
// To set your delphi that select Project -> Option -> Linker -> Min 16384 Max 16777216
```

```
// Description
```

```
// Select the best set of Weight to Forecast exchange rate which based on bank of Thailand in testing data
```

```
Unit Unit_Feed;
```

```
Interface
```

```
Uses Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls;
```

```
Const
```

```

Ip           = 8;           { number of input nodes not include bias }
Hi_Node     = 10;          { number of hidden nodes not include bias }
Op_Node     = 1;           { number of hidden nodes }
lch         = 11;          { number of bits For each Weight }
Nip_Train   = 164;         { number of input patterns For Training }
Nip_Test    = 40;          { number of input patterns For Testing }
Loop        = 1;           { Loop For all popsize }
Round       = 1;           { Loop For each popsize }
Max_range   = 0.9;         { Maximum value For message value }
Min_range   = 0.1;         { Maximum value For message value }
Njcrossmx   = 50;          { Maximum of cut point For crossover }
Njcross1    = 2;           { Number of cut point For crossover in input Weight }
Njcross2    = 2;           { Number of cut point For crossover in hidden Weight }
start1      = 1;           { The first bit in input Weight }
Pcross      = 0.9;         { Population For crossover }
PMutation   = 0.05;        { Population For Mutation }
Name_Ip     = 'Ip01.txt';  { Flie Name For input Training }
Name_Ipt    = 'Ipt01.txt'; { Flie Name For input Testing }
Name_Op     = 'Op01.txt';  { Flie Name For output Training }
Name_Opt    = 'Opt01.txt'; { Flie Name For output Testing }
Name_mm     = 'mm01.txt';  { Flie Name For Min&Max input }
Name_mmOp   = 'mmOp01.txt'; { Flie Name For Min&Max output }
Max_pop     = 500;         { Max pop }
Cpop        = 10;          { Max count1 }
Max_count1  = 75;          { Max count1_1 }
Max_count1_1 = 100;        { Max count2 }
Max_count2  = 50;          { Pointcut_pop1 }
Pointcut_pop1 = 100;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการแก้ไข หรือการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Pointcut_pop2 = 200 ;      Pointcut_pop3 = 300 ;
Maxgen1       = 20 ;      Maxgen2   = 300 ;
Maxgen3       = 400 ;    Maxgen4   = 500 ;
Error_Train   = 0.05 ;    Error_Test = 0.05 ;
Min_num       = 2;

```

Type

```

TForm1       = Class(TForm)  Edit1       : TEdit;
Button1      : TButton;     Button2     : TButton;
GroupBox1    : TGroupBox;   GroupBox2  : TGroupBox;
Label1       : TLabel;     ListBox1   : TListBox;
Edit1        : TEdit;

```

Procedure Button1Click(SEnder: TObject);**Procedure Button2Click(SEnder: TObject);**

```
Private { Private declarations }
```

```
Public { Public declarations }
```

```
End;
```

Type

```

Allele       = Byte;
Chromosome   = Array[1..((ip+1)*hi_node)+(hi_node+1)*1ch] of Byte ;
Individual3  = record
    alue : Array[1..((ip+1)*hi_node)+(hi_node+1)] of Single ;
    Fitness : Single ;
    Fitness_Test :Single;
    Fitness_Fact :Single;
End;

Population3  = Array[1..Loop] of Individual3 ;
Ip_Array     = Array[1..(Ip+1),1..Nip_Train] of Single ; { input from input nodes to hidden nodes }
Ipt_Array    = Array[1..(Ip+1),1..Nip_Test] of Single ; { input from input nodes to hidden nodes }
hid_Array    = Array[1..Hi_Node] of Single; { input from hidden nodes to output node }
Op_Array     = Array[1..Nip_Train] of Single ;
Opt_Array    = Array[1..Nip_Test] of Single ;
mm_Array     = Array[1..(Ip+2)] of Single;
mm_Op_Array  = Array[1..Op_Node] of Single ;

```

Var

```
Form2       : TForm2; .
```

```
Best_pop    : Population2;
```

```
SumFitness_org , SumFitness, Best,Best_all, Error_baht , Error_baht_Test : Single;
```

```
popsize, gen, Maxgen, Maxbit,start2, End1,End2, i, psize : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีโดย หงส์สิน ลีภวังคหมาเป็นต้นฉบับโดยเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hh,mm,ss,ss100, hh1,mm1,ss1,ss100_1, hh2,mm2,ss2,ss100_2      : String ;
Name_Result, Sumfit1      :      String;
Avg,Min,Max, Max_Op,Min_Op :      Single ;
Flag1,Flag2, Flag_chk, main_use :      Boolean ;
Time_start,Time_use, Time_End :      TDateTime ;
r,l ,count1,count2      :      Byte ;
W_Ip      :      Byte; { W_Ip number of Weight from input nodes include Weight For bias }
W_hi      :      Byte; { W_hi number of Weight from hidden nodes include Weight For bias }
Allelevel :      Allele;
Ip_Train  :      Ip_Array ;
Ip_Test   :      Ipt_Array ;
Op_Train  :      Op_Array ;
Op_Test   :      Opt_Array ;
Max_Ip, Min_Ip :      mm_Array ;
Main_use  :      Boolean ;

```

Implementation

Uses Unit_proj;

{SR *.DFM}

*/{*****}>> Store Weight <<*****/*

Procedure Store_Weight ;

Var

r2 :Integer ;

r4 :Single ;

Begin

Assign(WeightFile,Name_Weight);

Reset(WeightFile);

For r2:=1 to (w_ip+w_hi) do

Begin

 Readln(WeightFile,r4) ;

 Best_pop[1].Value[r2] := r4 ;

End;

Close(WeightFile);

End;

*/{*****}>> Store Min&Max input Values For each pattern <<*****/*

Procedure Store_MinMax_input_patterns;

Var MinMaxFile : Text ;

s1 : Integer;

_Min_Max : Single;

Begin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Assign(MinMaxFile,Name_mm);
Reset(MinMaxFile);
For s1:=2 to (ip+1) do
Begin
    Readln(MinMaxFile,_Min);
    Min_ip[s1] := _Min ;
End;
For s1:=2 to (ip+1) do
Begin
    Readln(MinMaxFile,_Max);
    Max_ip[s1] := _Max ;
End;
Close(MinMaxFile);
End;

{*****>> Store Min &Max output values <<*****}
Procedure Store_MinMax_output;
Var
    MinMaxFile   :   Text ;
    _Min,_Max    :   Single;
Begin
    Assign(MinMaxFile,Name_mmop);
    Reset(MinMaxFile);
    Readln(MinMaxFile,_Min);
    Min_op := _Min ;
    Readln(MinMaxFile,_Max);
    Max_op := _Max ;
    Close(MinMaxFile);
End;

{*****>> Store Input Patterns <<*****}
Procedure Store_input_patterns(nip:Integer; FileName:String; Var inputFile:Text);
Var
    s1,s2       : Integer;
    s3,s4       : Single;
Begin
    Assign(inputFile,FileName);
    Reset(inputFile);
    For s1:=1 to nip do
        Begin
            If nip = nip_train Then ip_train[1][s1] := 1
            Else ip_test[1][s1] := 1;
        End;
    End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้แก่นักศึกษาใช้ภายในสถานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งผู้รับมอบให้ต้องแจ้งชื่อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

For s2:=2 to (ip+1) do
Begin
    readln(inputFile,s3);
    If nip = nip_train Then ip_train[s2][s1] := s3
    Else
    Begin
        ip_test[s2][s1]:=s3;
    End
End;
Close(inputFile);
End;

{*****>> Store Output Patterns <<*****}
Procedure Store_output_patterns(nip:Integer; FileName:String; Var outputFile:Text);
Var
    s1      : Integer;
    s2,s3   : Single;
Begin
    Assign(outputFile,FileName);
    Reset(outputFile);
    For s1:=1 to nip do
    Begin
        readln(outputFile,s2);
        If nip = nip_train Then op_train[s1] := s2;
        Else
        Begin
            op_test[s1]:=s2;
        End;
    End;
End;
Close(outputFile);
End;

{*****>> Calculate Sigmoid function For test <<*****}
Procedure calculate_test (Var best_pop:Population3);
Var
    A_hi      :      hid_array ;
    c2,c3,c4,b,a      :      Integer;
    Sum,Sum1,Sum2,Sum3,Sigmoid1,Sigmoid2, Result,Result1,Error_bath      : Single ;
    Temp      :      String[7];
Begin
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ');
    Form1.ListBox1.Items.Add(' แสดงค่าความผิดพลาดจากการทำนายอัตราแลกเปลี่ยน);เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
    Form1.ListBox1.Items.Add(' สำหรับข้อมูลชุดทดสอบ (04 Jan 98 -> 26 Feb 98)');

```

```

Form1.ListBox1.Items.Add(' ไฟล์นำหนักที่ใช้ในการทำนายคือ '+Form1.Edit1.text);
Form1.ListBox1.Items.Add(' ');
Result := 0 ;
Result1 := 0 ;
For c2:=1 to nip_test do
Begin{c2}
    a := 0 ;
    For c3:=1 to hi_node do
    Begin{c3}
        Sum := 0 ;
        Sum1:= 0 ;
        For c4:= 1 to (ip+1) do
        Begin{c4}
            b := c4+(a*(ip+1));
            Sum := ip_test[c4][c2]*best_pop[1].Value[b] ;
            Sum1:=Sum1+Sum ;
        End ;{c4}
        Sigmoid1 := 1/(1+exp(-Sum1)) ;
        A_hi[c3] := Sigmoid1;
        a := a+1 ;
    End;{c3}
    Sum2 := 0 ;
    Sum3 := 0 ;
    Sum2 := 1*best_pop[1].Value[1+w_ip] ;
    Sum3 := Sum3+Sum2 ;
    For c3:= 1 to hi_node do
    Begin{c3}
        Sum2 := a_hi[c3]*best_pop[1].Value[1+c3+w_ip] ;
        Sum3 := Sum3+Sum2 ;
    End;{c3}
    Sigmoid2 := 1/(1+exp(-Sum3)) ;
    Result := Abs(op_test[c2] - Sigmoid2) ;
    Error_bath := (Sigmoid2-0.1)*(Max_op-Min_op)/(Max_range-Min_range)+Min_op;
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ข้อมูลชุดที่ '+FloatToStr(c2)+'');
    Temp :=FloatToStr(Error_bath);
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ค่าที่ทำนายได้ ==> '+ Temp +' บาท');
    Error_bath := Result*(Max_op-Min_op)/(Max_range-Min_range);
    Temp :=FloatToStr(Error_bath);
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาด ==> '+ Temp +' บาท');
    Result1 := Result1+Result ;
End;{c2}
best_pop[1].Fitness_test := Result1/nip_test ;
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม กรุณาติดต่อ [best_pop\[1\].Fitness_test](mailto:best_pop[1].Fitness_test) หรือ Result1/nip_test หากพบข้อผิดพลาดหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

End;

```
{*****}>> Calculate Sigmoid function For test <<*****}
```

```
Procedure claculate_test_round ;
```

```
Var
```

```
    ij,k ,a    : Integer ;           Weight_File    : Text;
    word       : String;           Name_Weight  : String;
    b          : Single;          Temp          : String[5];
```

```
Begin
```

```
    calculate_test(best_pop);
    Error_baht_test := best_pop[1].Fitness_test*(Max_op-Min_op)/(Max_range-Min_range);
    Temp           := FloatToStr(Error_baht_test);
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ');
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสำหรับข้อมูลชุดทดลอง '+Temp+ ' บาท');
    Form1.ListBox1.Items.Add(' ');
```

```
End ;
```

```
// *****>> Check File <<*****
```

```
{ Boolean function that returns True If the File exists; otherwise, it returns False. Closes the File If it exists. }
```

```
Function FileExists1(FileName: String): Boolean;
```

```
Var
```

```
    F: File;
```

```
Begin
```

```
    {SI-}
    AssignFile(F, FileName);
    FileMode := 0;           { Set File access to read only }
    Try
    Reset(F);
    CloseFile(F);
    except
        Application.MessageBox("ไม่สามารถค้นพบไฟล์, 'อ่านค่าจาก ไฟล์', MB_OK);
```

```
    End ;
```

```
    {SI+}
```

```
    FileExists1 := (IOResult = 0) and (FileName <> "");
```

```
End; { FileExists }
```

```
***** MAIN PROGRAM *****
```

```
Procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
```

```
Var
```

```
    Temp1, Temp2 : String ;
```

```
Begin
```

```
    If (FileExists1(Edit1.Text))Then
```

```
        Begin
```

```
            Name_Weight := Edit1.Text ;
```

```
            w_ip := (ip+1)*hi_node ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้ใช้ที่มีสิทธิที่จะเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

w_hi := hi_node+1 ;
Maxbit := (w_ip+w_hi)*lch ;
Store_MinMax_input_patterns;
Store_MinMax_output;
Store_input_patterns(nip_train,Name_ip,inp_train_File);    {show_input_pattern(nip_train);}
Store_input_patterns(nip_test,Name ipt,inp_test_File);      {show_input_pattern(nip_test);}
Store_output_patterns(nip_train,Name_op,op_train_File);
Store_output_patterns(nip_test,Name_opt,op_test_File);

End
Else
Begin
    Application.MessageBox('ไม่สามารถค้นพบไฟล์, 'อ่านค่าจากไฟล์', MB_OK);
    Exit ;
End ;
popsize := Cpop ;
Store_Weight;
Claculate_test_round;    {*****>> Calculate Error In Input pattern For testing <<*****}
Application.MessageBox('ประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว, 'โปรแกรม GA', MB_OK);
End;

// ***** Go back mian menu *****
Procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
Begin
    Form1.hide;
    Form3.show;
End;
END.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-3

โปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมสำหรับการทำนาย

```
// ** Genetic algorithms program For Forecasting **
// Warning
// To set your delphi that select Project -> Option -> Linker -> Min 16384 Max 16777216
// Description
// Select the best set of Weight to Forecast exchange rate which based on bank of thailand

Unit Unit_new_1;

Interface

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

Const
    Min1 = 58.6578; Max1 = 70.6743;
    Min2 = 20.796; Max2 = 24.3557;
    Min3 = 27.8294; Max3 = 32.7498;
    Min4 = 4.5635; Max4 = 5.59;
    Min5 = 20.3; Max5 = 25.1589;
    Min6 = -3.7706000991; Max6 = 2.7530986884;
    Min7 = 35.2983; Max7 = 43.3965;
    N = 8; P = 10;
    M = 1;

Type
    TForm5 = Class(TForm)
    GroupBox1 : TGroupBox; GroupBox2 : TGroupBox;
    Edit1 : TEdit; Label1 : TLabel;
    Edit2 : TEdit; Label2 : TLabel;
    Edit3 : TEdit; Label3 : TLabel;
    Edit4 : TEdit; Label4 : TLabel;
    Edit5 : TEdit; Label5 : TLabel;
    Edit6 : TEdit; Label6 : TLabel;
    Edit7 : TEdit; Label7 : TLabel;
    Edit8 : TEdit; Label8 : TLabel;
    Edit9 : TEdit; Label9 : TLabel;
    Edit10 : TEdit; Label10 : TLabel;
    Button1 : TButton; Label11 : TLabel;
    Button2 : TButton; Button3 : TButton;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Procedure Calculate;

Procedure Receive_input;

Procedure Button1Click(SEnder: TObject);

Procedure Button2Click(SEnder: TObject);

Procedure Button3Click(SEnder: TObject);

Private { Private Declarations }

Public { Public Declarations }

End;

Var

Form5 : TForm5;

IP : Array [0..n] of Real;

Result : Text;

Implementation

Uses Unit_Proj;

{SR *.DFM}

//*****>> Receive Input & converse to massage value <<*****

Procedure TForm5.Receive_input;

Type

Array_Series = Array [1..4] of Real;

Array_Fact = Array [1..3] of Real;

Var

TseriesIP : Array_Series; T : Array_Series;

Tk : Array_Series; Factor : Array_Fact;

I : Integer;

Begin

IP[0] := 1;

IP[1] := (0.8*(Strtfloat(Edit1.Text)- Min1)/(Max1-Min1))+0.1 ;

IP[2] := (0.8*(Strtfloat(Edit2.Text)- Min2)/(Max2-Min2))+0.1;

IP[3] := (0.8*(Strtfloat(Edit3.Text)- Min3)/(Max3-Min3))+0.1;

IP[4] := (0.8*(Strtfloat(Edit4.Text)- Min4)/(Max4-Min4))+0.1;

IP[5] := (0.8*(Strtfloat(Edit5.Text)- Min5)/(Max5-Min5))+0.1;

TseriesIP[1] := Strtfloat(Edit6.Text);

TseriesIP[2] := Strtfloat(Edit7.Text);

TseriesIP[3] := Strtfloat(Edit8.Text);

TseriesIP[4] := Strtfloat(Edit9.Text);

Factor[1] := 0.011713179040;

Factor[2] := 0.0172889311;

Factor[3] := 0.0221787669;

For i:=1 to 3 do T[i] := (TseriesIP[4]-TseriesIP[4-i])/(TseriesIP[4]*Factor[i]);

```
For i:=1 to 3 do Tk[i] := (0.8*(T[i]-Min6)/(Max6-Min6))+0.1;
```

```
For i:=6 to 8 do IP[i] := Tk[i-5];
```

```
AssignFile(Result,'buf2.txt');
```

```
Rewrite(Result);
```

```
For i:=1 to 8 do writeln(Result,IP[i]:0:5);
```

```
CloseFile(Result);
```

```
End;
```

```
//*****>> Store Weight & Calculate exchange rate <<*****
```

```
Procedure TForm5.Calculate;
```

```
Type
```

```
ArrayHD = Array [0..p] of Real; { Hidden Unit = p, Bias=1 }
```

```
ArrayVij = Array [0..n,1..p] of Real;
```

```
ArrayWjk = Array [0..p] of Real;
```

```
Var
```

```
HD : ArrayHD; OP : Real;
```

```
Vij : ArrayVij; Wjk : ArrayWjk;
```

```
WeightFile : TextFile; Weight,Sum : Real;
```

```
i, j : Integer; OPI : String[5];
```

```
Begin
```

```
AssignFile(WeightFile,'W_bp.txt');
```

```
Reset(WeightFile);
```

```
For i:=0 to n do
```

```
For j:=1 to p do
```

```
Begin
```

```
Readln(WeightFile,Weight);
```

```
Vij[i][j] := Weight;
```

```
End;
```

```
For j:=0 to p do
```

```
Begin
```

```
Readln(WeightFile,Weight);
```

```
Wjk[j] := Weight;
```

```
End;
```

```
CloseFile(WeightFile);
```

```
HD[0] := 1; { Bias }
```

```
For j:=1 to p do
```

```
Begin
```

```
Sum := 0;
```

```
For i:=0 to n do
```

```
Sum := Sum+IP[i]*Vij[i][j];
```

```
HD[j] := 1/(1+exp(-Sum));
```

```
End;
```

```
Sum:=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น End; ห้ามนำไปแก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

For j:=0 to p do Sum:=Sum+HD[j]*Wjk[j];
OP := 1/(1+exp(-Sum));
OP := ((OP-0.1)*(Max7-Min7)/0.8) + Min7;
OP1 := FloatToStr(OP);
Edit10.Text:=OP1+' '+ภาษาไทย';

End;

//*****>> Receive Input & Calculate <<*****
Procedure TForm5.Button1Click(Sender: TObject);
Begin
    Receive_input;
    Calculate;
End;

//*****>> Clear Form <<*****
Procedure TForm5.Button2Click(Sender: TObject);
Begin
    Edit1.Text := '';    Edit6.Text := '';
    Edit2.Text := '';    Edit7.Text := '';
    Edit3.Text := '';    Edit8.Text := '';
    Edit4.Text := '';    Edit9.Text := '';
    Edit5.Text := '';    Edit10.Text := '';
End;

//*****>> Go back to main menu <<*****
Procedure TForm5.Button3Click(Sender: TObject);
Begin
    Form5.Hide;
    Form3.Show;
End;
End.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

คู่มือการใช้งานโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึม

1. ลักษณะของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึม:

โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมนี้ พัฒนาขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ โดยโปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยภาษาปาสคาล7.0ในช่วงแรก ต่อมาได้เกิดปัญหาคือความจุของสแตกไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถการพัฒนาโปรแกรมต่อไปได้ จึงได้เปลี่ยนภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเป็นภาษาเดลไฟล์3.0แทนภาษาปาสคาล7.0

2. การทำงานของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึม

โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ใช้ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมภายใต้โครงสร้างทางนิวรอนเน็ตเวิร์ค โดยการประยุกต์ใช้วิธีเงินเติก อัลกอริทึม โดยการวัดค่าความถูกต้องของการทำนายจะวัดจากข้อมูลชุดเรียนรู้(ค่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2541 จนถึง 31 ธันวาคม 2541) ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลชุดเรียนรู้ได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ข. ซึ่งผลลัพธ์ของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมในส่วนนี้คือค่าน้ำหนักที่เหมาะสม
2. โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการทดสอบ เป็นส่วนที่นำค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่ได้จากโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการเรียนรู้มาทำการทดสอบกับข้อมูลชุดทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าค่าน้ำหนักที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ในสภาวะงานจริง โดยผลลัพธ์ที่ได้คือค่าความผิดพลาดของข้อมูลชุดทดสอบ
3. โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมการทำนาย เป็นส่วนที่จะนำมาใช้กับสถานการณ์จริง คือทำการป้อนข้อมูลลงโปรแกรมโดยตรงแล้ว โปรแกรมจะทำนายค่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศของวันรุ่งขึ้นออกมา

โดยโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมจะทำการรันโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอ็นที และเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเดลไฟล์สำหรับวินโดวส์เอ็นที จะทำให้การปฏิบัติงานของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

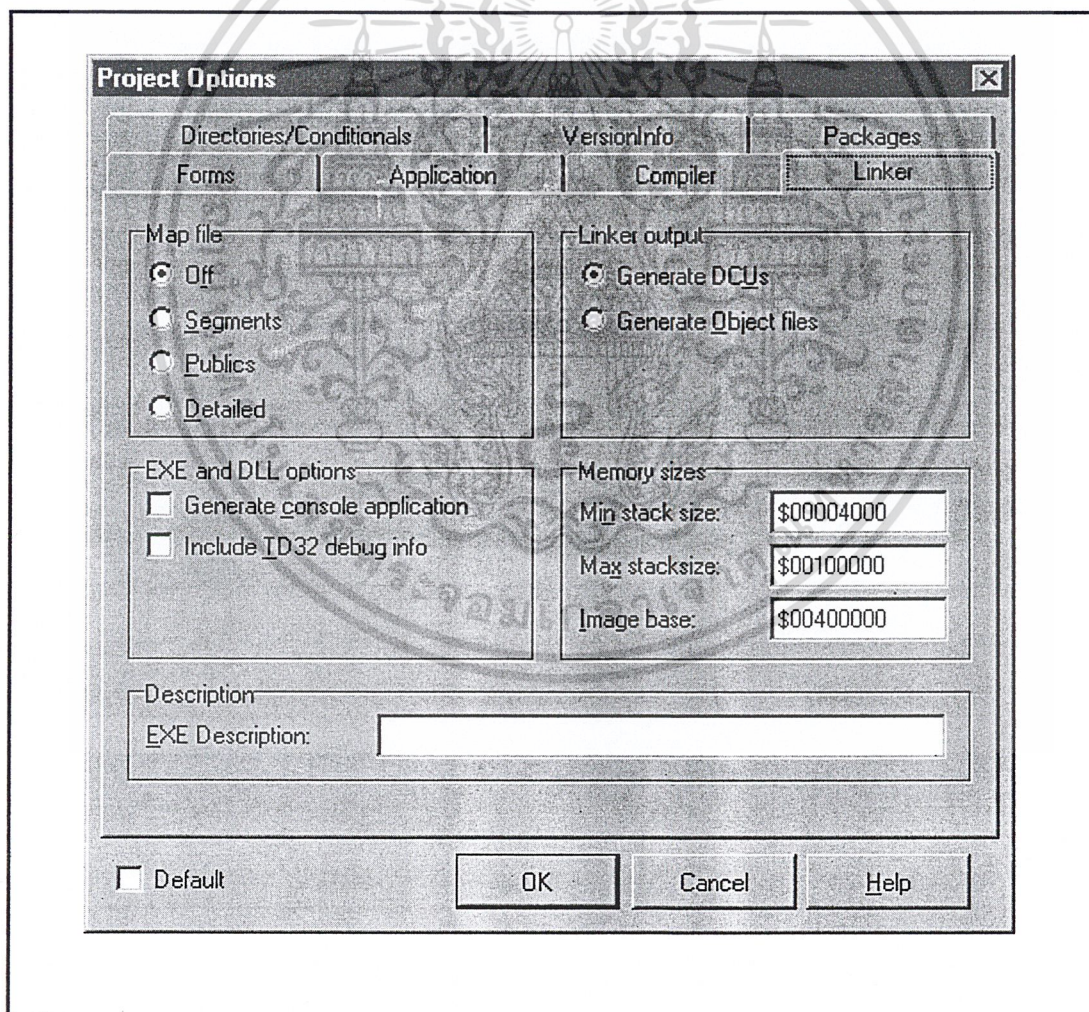
3. การใช้งานโปรแกรมจินตริก อัลกอริทึม

การใช้งานโปรแกรมจินตริก อัลกอริทึม มีรายละเอียดเบื้องต้นบางอย่างที่ต้องทำการเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ในการใช้โปรแกรมอย่างเต็มประสิทธิภาพ หรือสามารถนำโปรแกรมนี้ไปพัฒนาต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กำหนดค่าเริ่มต้นในโปรแกรมภาษาเดสไพล์

ก่อนจะรัน โปรแกรมต้องทำการเซตค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดของหน่วยความจำให้มีค่า 16384 และ 16777216 ตามลำดับ มีขั้นตอนดังนี้

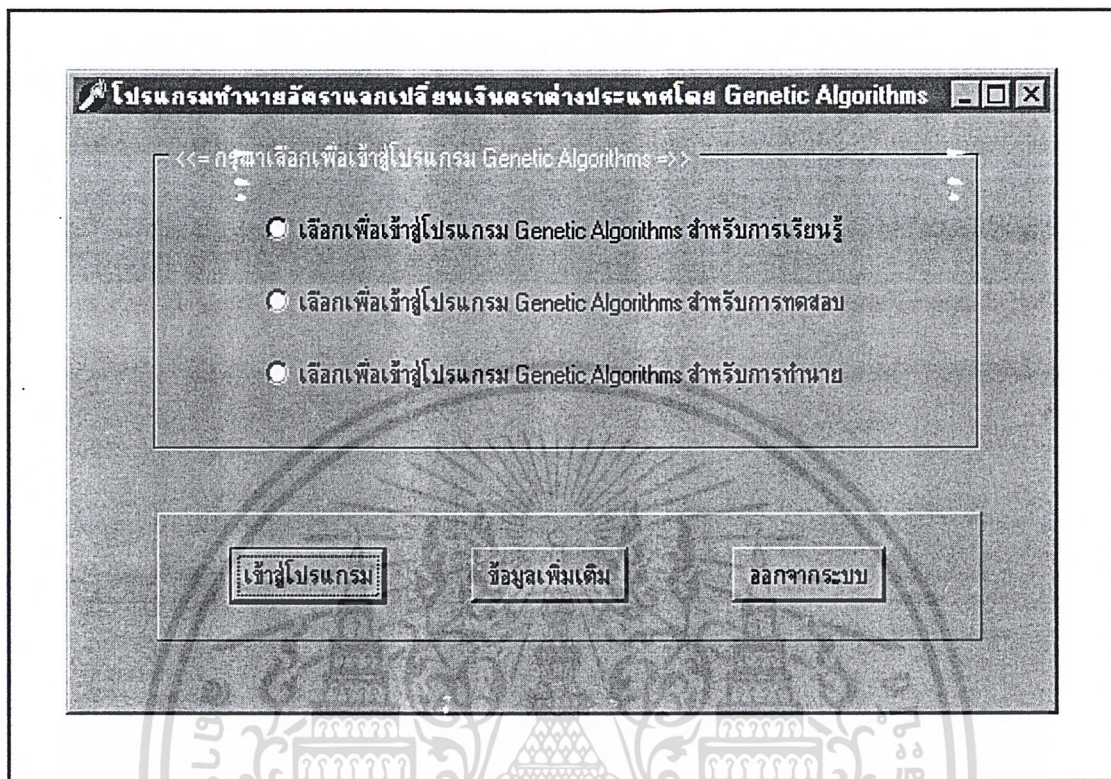
- เลือกที่เมนูโปรเจค (Project)
- เลือกที่ Option
- เลือกที่ Linker
- ทำการเซตค่าต่างๆ ดังรูปที่ ง-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ ง-1 การเซตค่าหน่วยความจำในโปรแกรมภาษาเดสไพล์ซึ่งประโยชน์ด้านการคำนวณที่มากกว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึม

ทำการรันโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมบนภาษาเดลไฟล์ โปรแกรมจะได้นำเมนูหลักดังรูปที่ง-2



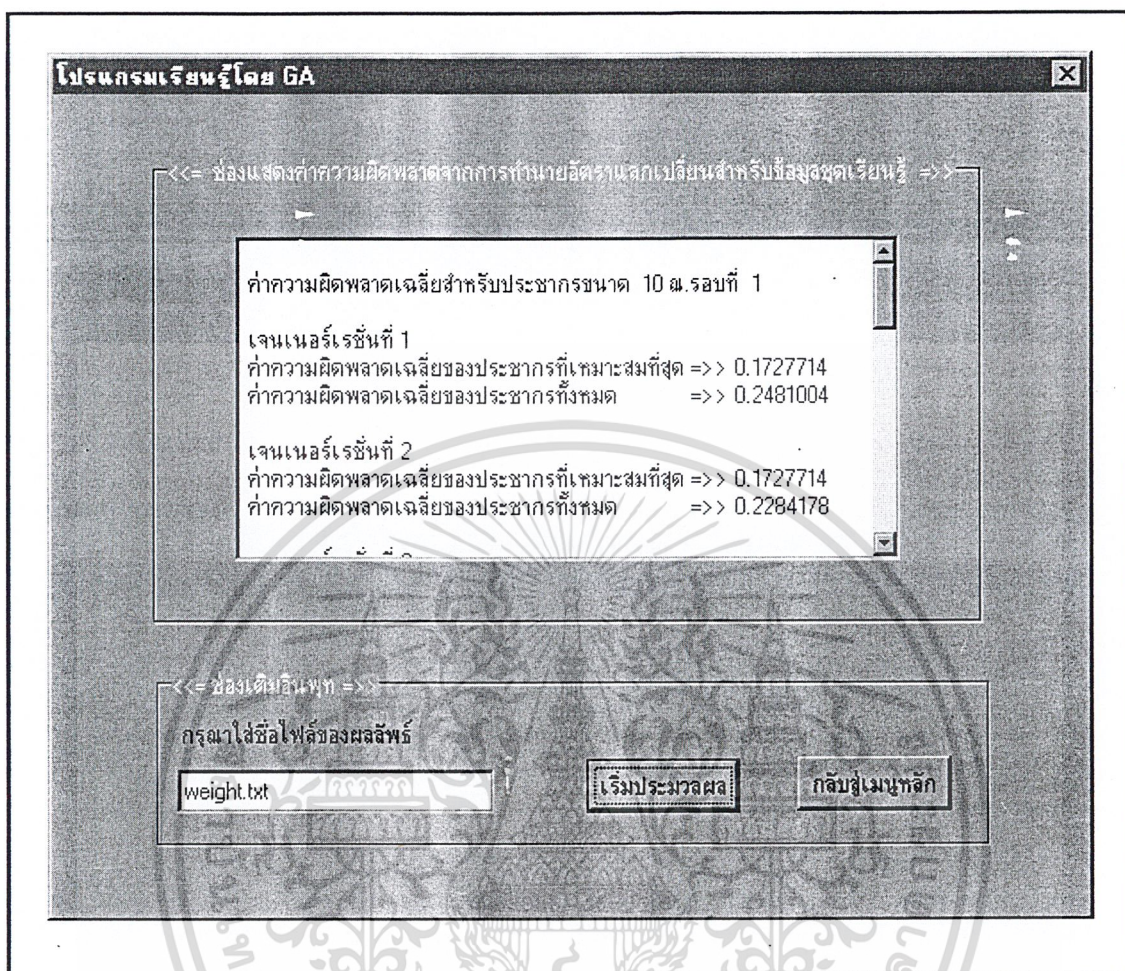
รูปที่ง - 2 เมนูหลักของโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึม

จะเห็นได้ว่าโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

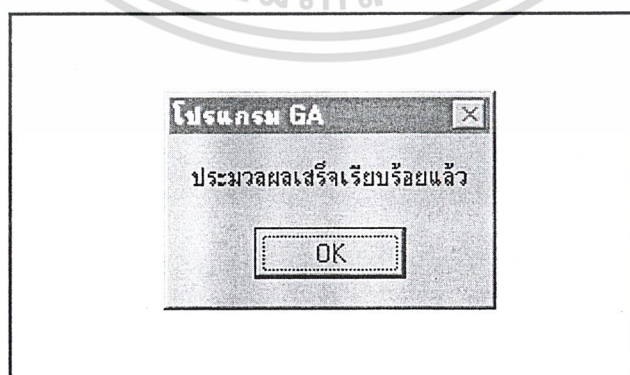
- โปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมเพื่อการเรียนรู้ โดยเลือกปุ่มแรกพร้อมกดปุ่มเข้าสู่โปรแกรม จะปรากฏหน้าจอจิงรูปที่ง-3 โดยป้อนชื่อไฟล์ที่ต้องการบันทึก ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมจะสร้างค่าน้ำหนัก 2 อย่างคือ

1. ค่าน้ำหนักที่ใช้ในโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมเพื่อการทดสอบ เนื่องจากไฟล์ที่บันทึกไม่ได้บันทึกค่าน้ำหนักเพียงอย่างเดียว แต่บันทึกรายละเอียดต่างๆและผลลัพธ์อื่นๆ ดังนั้นจึงต้องทำการสร้างไฟล์ที่ใช้เอง โดยไปคัดลอกค่าน้ำหนักที่ต้องการ เพื่อมาวางและสร้างไฟล์ใหม่
2. ค่าน้ำหนักที่ใช้ในโปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมเพื่อการทำนาย ต้องสร้างไฟล์ใหม่เช่นกัน แต่ค่าน้ำหนักจะไปเอาที่ไฟล์ที่ขึ้นต้นด้วย “ W_ ” แล้วตามด้วยชื่อน้ำหนักแทนไฟล์เดิม

โดยโปรแกรมจะทำการประมวลผล ซึ่งจะแสดงผลลัพธ์ในลิสต์บ็อก(List Box)และมีการเขียนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าลงไฟล์เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล เมื่อทำการประมวลผลเสร็จจะมีข้อความแสดงบอกจิงรูปที่ง-4 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



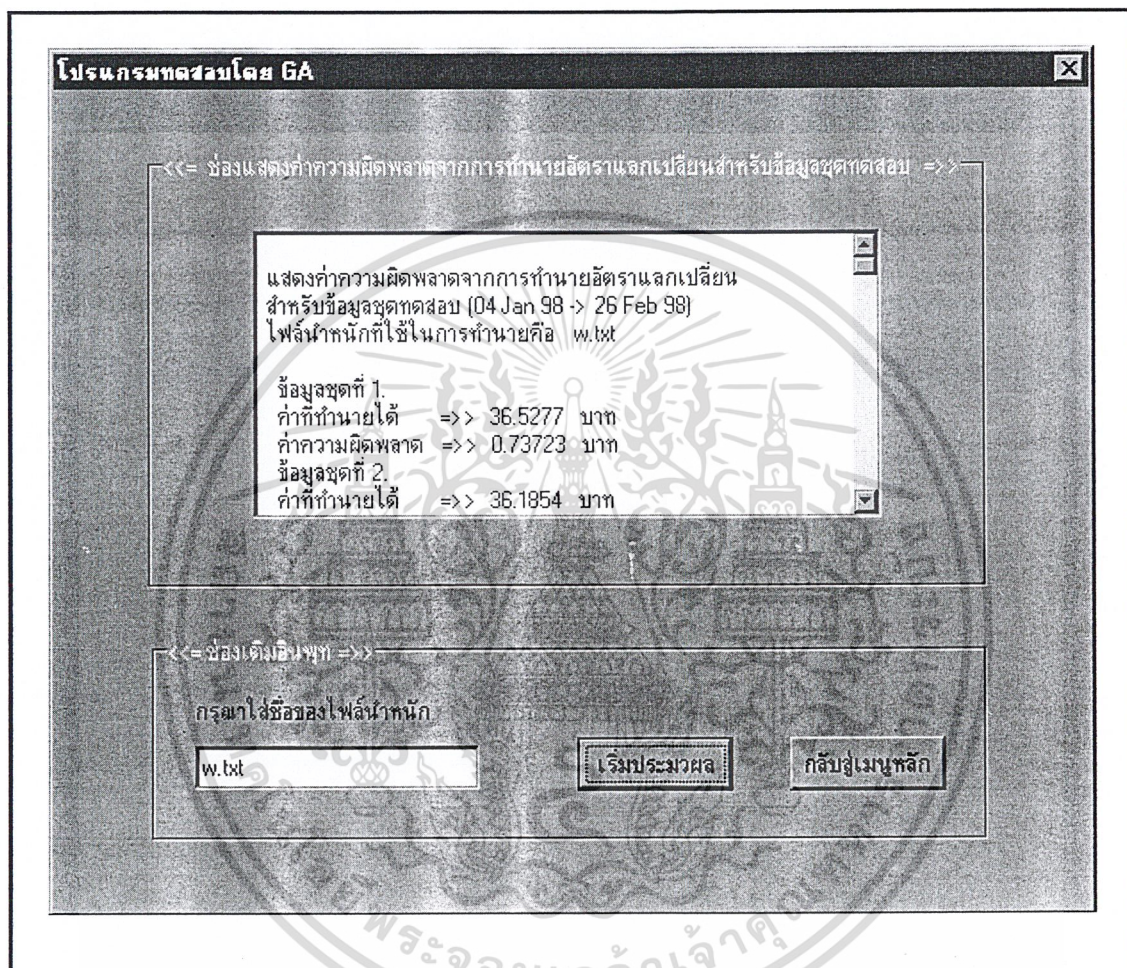
รูปที่ 3 - โปรแกรมจีนติก อัลกอริทึมเพื่อการเรียนรู้



รูปที่ 4 - กล่องแสดงว่าประมวลผลเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการทดสอบ โดยเลือกปุ่มที่สองพร้อมกดปุ่มเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมดังรูปที่ ง – 5 โดยป้อนชื่อไฟล์นำหน้าที่ต้องการหาค่าความผิดพลาดจากข้อมูลชุดทดสอบ โดยแสดงค่าความผิดพลาดของทุกๆชุดข้อมูลที่ทดสอบ หากต้องการเข้าไปใช้งานในส่วนอื่น สามารถทำได้โดยกดปุ่มกลับสู่เมนูหลัก



รูปที่ ง – 5 โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการทดสอบ

- โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมเพื่อการทำนาย โดยเลือกปุ่มที่สามพร้อมกดปุ่มเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอของโปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมดังรูปที่ ง – 6 โดยการกำหนดชื่อไฟล์นำหน้าที่ต้องการแก้ไขค่าคงที่ในโปรแกรม โดยจะต้องทำการกรอกข้อมูลให้ครบพร้อมทั้งกดปุ่มประมวลผล โปรแกรมเงินเติก อัลกอริทึมจะทำการคำนวณหาค่าอัตราแลกเปลี่ยนที่ทำนายออกมาดังรูป ง-7 โดยหากต้องการทำนายอีกครั้งกดปุ่ม Clear หน้าจอก็จะกลับไปดังรูปที่ ง – 6 ก็สามารถหาค่าของการทำนายโดยการป้อนข้อมูลเช่นเดิม หากต้องการเข้าไปใช้งานในส่วนอื่น สามารถทำได้โดยกดปุ่ม กลับสู่เมนูหลัก ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมทำนายอัตราดอกเบี้ยโดยใช้ Genetic Algorithms

<<= ช่องแสดงอินพุต =>>

กรุณาเติมข้อมูลให้ครบทุกช่อง

ปอนด์สเตอร์ลิง

มาร์กเยอรมัน

เยน(ต่อ100เยน)

ดอลลาร์ฮ่องกง

ดอลลาร์สิงคโปร์

ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)

ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)

ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)

ดอลลาร์สหรัฐ(T)

<<= ช่องแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย =>>

ค่าเงินดอลลาร์สหรัฐ (T+1)

เริ่มประมวลผล

รูปที่ 6 โปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมเพื่อการทำนาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมทำนายอัตราแลกเปลี่ยนโดยใช้ Genetic Algorithms

<<= ช่องแสดงอินพุต =>>

กรุณาเติมข้อมูลให้ครบทุกช่อง	21.4456	ดอลลาร์สิงคโปร์	
ปอนด์สเตอร์ลิง	59.3797	37.2065	ดอลลาร์สหรัฐ(T-3)
มาร์กเยอรมนี	20.6068	37.3783	ดอลลาร์สหรัฐ(T-2)
เยน(ต่อ100เยน)	30.2263	37.4888	ดอลลาร์สหรัฐ(T-1)
ดอลลาร์ฮ่องกง	4.8082	37.3684	ดอลลาร์สหรัฐ(T)

<<= ช่องแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย =>>

ค่าเงินดอลลาร์สหรัฐ (T+1)

37.16 บาท

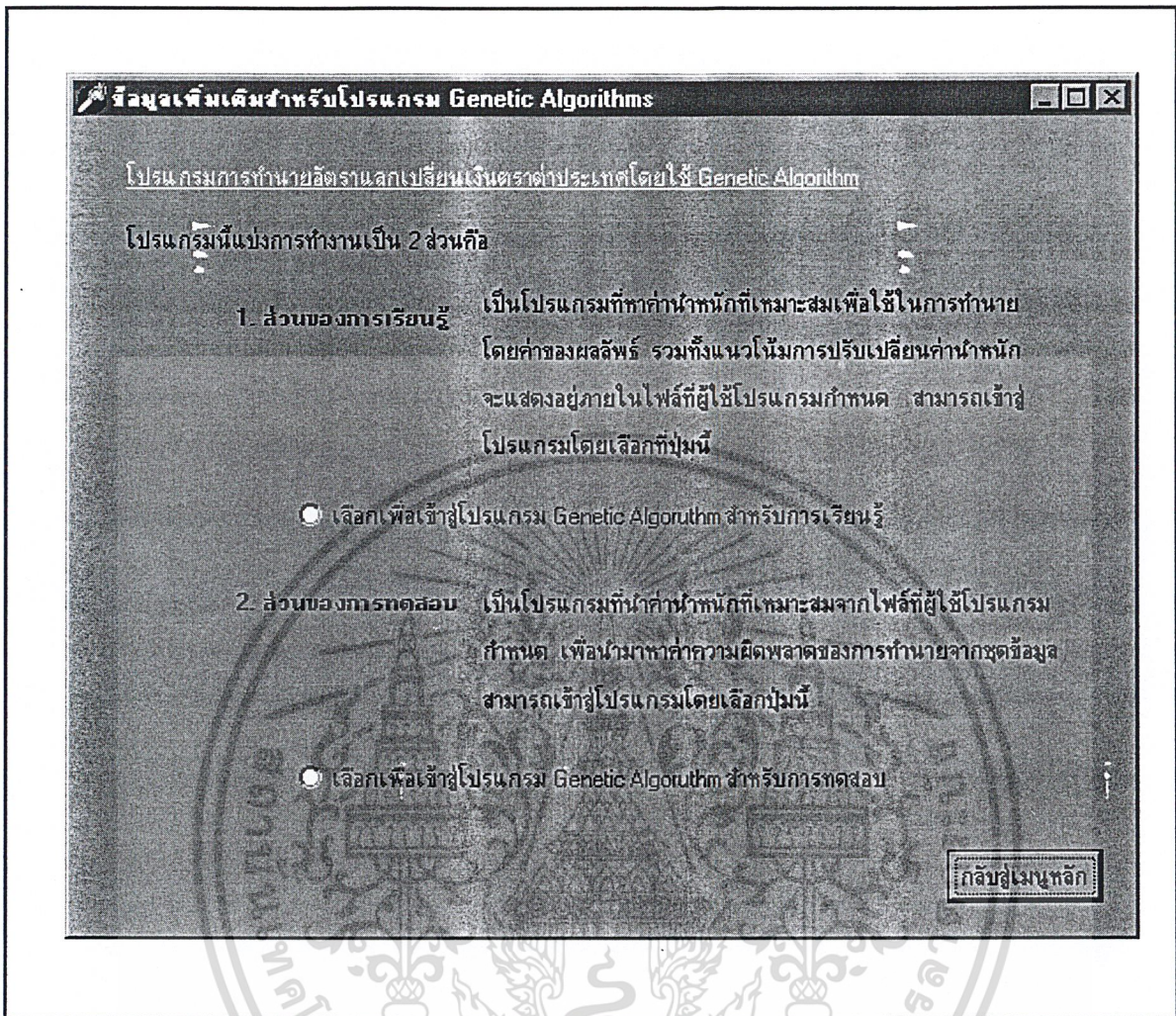
เริ่มประมวลผล

Clear

กลับสู่เมนูหลัก

รูปที่ 7 หน้าจอข้อมูลเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 - ผลลัพธ์การหานายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

นอกเหนือจากการทำงานทั้ง 3 ส่วนหลักของโปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึม ในหน้าจอเมนูหลักยังสามารถเลือกปุ่ม “ข้อมูลเพิ่มเติม” เพื่อทราบรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมดังรูปที่-8 โดยทุกครั้งที่ต้องการกลับไปเมนูหลักให้กดปุ่ม “กลับสู่เมนูหลัก ” และเมื่อมีการประมวลผลหากโปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมทำการประมวลผลเสร็จจะแสดงกล่องข้อความบอกดังรูป-4 หากต้องการออกจากโปรแกรมจีเนติก อัลกอริทึมให้กดปุ่ม “ออกจากระบบ ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

เทคนิคพิเศษทางกระบวนการเงินดิจิทัล อัลกอริทึมที่ใช้ ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

ในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้มีการปรับปรุงวิธีการทางเงินดิจิทัล อัลกอริทึมให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในการทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ นอกเหนือจากกระบวนการธรรมดาซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการคัดเลือก การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน โดยสามารถสรุปเทคนิคพิเศษได้ดังนี้

1. การคัดเลือกโดยมีการรีโพรดักชันแบบไม่ซ้ำ นั่นคือ จะมีการพิจารณาที่โครโมโซมรุ่นใหม่ที่ได้ว่ามีลักษณะซ้ำกับโครโมโซมในรุ่นเก่าหรือไม่ หากโครโมโซมรุ่นใหม่ที่ได้มีลักษณะซ้ำกับโครโมโซมในรุ่นเก่า ก็จะมีการตัดโครโมโซมรุ่นใหม่ทิ้ง แล้วเลือกโครโมโซมรุ่นเก่าที่ดึกมาแทนที่ นั่นคือเลือกโครโมโซมรุ่นเก่าที่มีค่าความเหมาะสมน้อยๆมาแทนที่ เพื่อรักษาให้โครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่าให้คงอยู่ในรุ่นต่อไป

2. การคัดเลือกโดยคัดเลือกเฉพาะโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุด เป็นจำนวนประชากรใน 1 รุ่นจากประชากรในรุ่นเก่าและประชากรในรุ่นใหม่รวมกัน นั่นคือ นอกเหนือจากจะพิจารณาว่าโครโมโซมรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้น มีลักษณะซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าหรือไม่แล้ว ยังมีการพิจารณาค่าโครโมโซมในรุ่นเก่าทั้งหมดและโครโมโซมรุ่นใหม่ทั้งหมดมาเรียงค่าความเหมาะสมจากน้อยไปมาก และเลือกเอาโครโมโซมที่เรียงลำดับแล้วและมีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดเป็นจำนวนประชากรใน 1 รุ่นเพื่อใช้เป็นโครโมโซมในรุ่นต่อไป ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งหมดใน 1 รุ่นมีค่าน้อยลงในรุ่นต่อไป ซึ่งแสดงถึงพัฒนาการของโครโมโซมทั้งหมดว่า เมื่อผ่านไปหลายรุ่นมีการพัฒนาโครโมโซมทั้งหมดให้มีค่าความเหมาะสมน้อยลง นั่นคือ โครโมโซมทั้งหมดในรุ่นต่อไปจะมีลักษณะที่ไม่แย่ไปกว่าเดิม นั่นคือ ไม่มีโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเพิ่มขึ้น ทำให้มีโอกาสที่จะพบโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยกว่าเดิมได้ในรุ่นต่อไป นอกเหนือจากการคัดเลือกในแบบธรรมดาที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งหมดในรุ่นมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้อย่างไม่คงที่ นั่นคือโครโมโซมในรุ่นต่อไปอาจมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยรวมมากกว่าเดิมหรือน้อยกว่าเดิมได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการทดลองที่ได้ จึงมีการลองคิดค้นวิธีการใหม่ๆขึ้นมา โดยจากการทดลองเมื่อใช้วิธีการนี้แล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมรวมในรุ่นต่อไปไม่มากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมรวมในรุ่นเก่า

3. การครอสโอเวอร์แบบหลายจุด ในกระบวนการครอสโอเวอร์ โดยทั่วไปมีการครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด นั่นคือ มีการสุ่มหาจุดตัดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดแบ่งช่วงของโครโมโซมเพื่อทำการสลับส่วนของโครโมโซม ซึ่งในการประยุกต์ใช้กับปัญหานี้มีการครอสโอเวอร์แบบหลายจุดก็คือชนดัดใช้การคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนจุดตัดมากกว่าเดิมที่ใช้ 1 จุดตัด หลังจากที่ได้ทำการทดลองพบว่า เมื่อใช้จำนวนจุดตัดมากกว่า 1 จุดแล้ว ผลการทดลองจะได้คำตอบที่ดีขึ้น ดังนั้นจึงทำการทดลองโดยใช้จำนวนจุดตัดที่มีค่าเป็น 2 และจำนวนจุดตัดมีค่าเป็น 10 พบว่า เมื่อจำนวนจุดตัดมีค่าเป็น 2 จะให้คำตอบที่ดีกว่าเมื่อใช้จำนวนจุดตัดมีค่าเป็น 10 ดังนั้นกล่าวโดยสรุป คือ มีการใช้จำนวนจุดตัดของโครโมโซม 2 จุดตัด นั่นคือ จะต้องมีการสุ่มหาตำแหน่งจุดตัดของโครโมโซม 2 ตำแหน่ง สำหรับการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึม 1 ครั้ง

4. วิธีการในการหยุดรูป โดยทั่วไปจะมีการหยุดรูปโดยมีการกำหนดค่าของจำนวนรุ่นไว้แน่นอน นั่นคือเมื่อมีการวนรูป จนกระทั่งจำนวนรุ่นมีค่าเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ ก็จะหยุดการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึม ซึ่งจากการทดลองพบว่า ด้วยวิธีการดังกล่าวในบางครั้งอาจทำให้เสียเวลาในการดำเนินการไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากในบางครั้งค่าความเหมาะสมที่ได้ที่ค่าคงที่ คือไม่มีการลดลงของค่าความเหมาะสมเมื่อผ่านไปในแต่ละรุ่น นั่นคือโครโมโซมทั้งหมดในแต่ละรุ่นไม่ได้มีการปรับตัวให้ดีขึ้นไปกว่าในรุ่นเก่าๆ สำหรับในกรณีอื่นๆ ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้โดยมีการปรับปรุงวิธีการในการหยุดรูป คือมีการกำหนดไว้ว่า เมื่อดำเนินการกระบวนการทางจินตคณิต อัลกอริทึมแล้วจะพิจารณาว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของโครโมโซมทั้งหมดในรุ่นนั้นมีค่าลดลงจากค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมรวมในรุ่นก่อนๆหรือไม่ ซึ่งถ้าค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งหมดในรุ่นนั้นมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมในรุ่นใหม่ๆแล้ว ก็จะมีการนับจำนวนการเท่ากับไว้เมื่อผ่านไปแต่ละรุ่น จนกระทั่งจำนวนการเท่ากันมีค่าเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ในตอนต้นแล้วก็จะมีการหยุดรูป แสดงให้เห็นว่า หากค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของโครโมโซมรวมทั้งหมดในแต่ละรุ่นไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นจำนวนหนึ่ง (ตามที่กำหนดไว้) แล้ว ก็จะมีการหยุดดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึม เพื่อป้องกันการดำเนินการที่เป็นไปโดยเปล่าประโยชน์

5. จำนวนรอบของการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึมทั้งหมด ในการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึมทั้งหมดสำหรับในแต่ละกรณี ค่าที่ได้อาจไม่เท่ากัน เนื่องจากที่การดำเนินการที่อาศัยหลักการสุ่มด้วย ดังนั้นจึงได้คำตอบจากกระบวนการสำหรับแต่ละกรณีไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีการกำหนดจำนวนรอบของการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึมขึ้น สำหรับกำหนดจำนวนการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึม ซึ่งในการทดลองมีการกำหนดจำนวนรอบเป็น 3 นั่นคือ เมื่อมีการดำเนินการทางจินตคณิต อัลกอริทึมเป็นจำนวน 3 รอบแล้ว จะมีการพิจารณาเลือกคำตอบจากรอบที่ดีที่สุด มาเป็นคำตอบของการดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

จากการดำเนินงานต่างๆทั้งหมดตั้งแต่ตอนเริ่มแรก พบว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นมากมาย ดังจะยกตัวอย่างปัญหาหลักๆที่เกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้อ่านและผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป ดังนี้

1. **ปัญหา** เนื่องจากกระบวนการทางจินตนิมิต อัลกอริทึมเป็นเรื่องที่มีคนคิดค้นขึ้นมาไม่นาน ทำให้ยากแก่การหาข้อมูล หรือเนื้อหาเพื่อใช้ศึกษากระบวนการหรือกรรมวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาการหาค่าน้ำหนักสำหรับใช้ในนิเวศน์เน็ตเวิร์กเพื่อทำนายอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ

แนวทางแก้ไข ทำการค้นคว้าหนังสือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหอสมุดกลางของสถาบัน ห้องสมุดประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องสมุด ณ สถาบันอื่น เช่น สถาบันเอไอที (AIT) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นต้น และนอกจากนี้ยังได้มีการค้นคว้าผ่านทางอินเทอร์เน็ตถึงเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งยังได้ที่การศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการนี้ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลมาประกอบการศึกษาและประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างมาก

2. **ปัญหา** ในการพัฒนาโปรแกรม มีการใช้โปรแกรมภาษาปาสคาล ซึ่งโครโมโซมในการดำเนินการทางจินตนิมิตนั้น ประกอบด้วยบิตจำนวนมากมาเรียงต่อกัน นั่นคือ จะต้องมีการเก็บข้อมูลจำนวนหลายร้อยบิตสำหรับการดำเนินการทางจินตนิมิต อัลกอริทึม 1 ครั้ง ทำให้เกิดเนื้อที่หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาบนภาษาปาสคาลไม่เพียงพอ นั่นคือ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นและการดำเนินการทางจินตนิมิต อัลกอริทึมหยุดชะงักงัน

แนวทางแก้ไข มีการย้ายโปรแกรม โดยมีการปรับปรุงบางส่วนของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมนั้นสามารถใช้บนโปรแกรมภาษาเซลไฟได้ เนื่องจากโปรแกรมภาษาเซลไฟสามารถรองรับการใช้พื้นที่หน่วยความจำจำนวนมากๆได้ และจากการทดลองพบว่า ไม่เกิดข้อจำกัดจากเรื่องการใช้เนื้อที่บนหน่วยความจำขึ้นดังที่เป็นปัญหา

3. **ปัญหา** ชนิดของโอเปอร์เรตติ้ง ซิสเต็มที่ใช้ เนื่องจากเมื่อนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมามารันบนโอเปอร์เรตติ้งซิสเต็มต่างกัน ทำให้เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมไม่เท่ากัน ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถแบ่งเป็นกรณีได้ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อใช้เครื่องเพนเทียมทู 333 เมกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 64 เมกะไบต์ รันบนวินโดวส์ 98 ใช้เวลาในการรันโปรแกรม 27 นาที เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 เมื่อใช้เครื่องเพนเทียม 133 เมกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 16 เมกะไบต์ รันบน วินโดว์ 98 ใช้เวลาในการรันโปรแกรม 48 นาที

กรณีที่ 3 เมื่อใช้เครื่องเพนเทียมเอ็มเอ็มเอ็ท 166 เมกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 32 เมกะไบต์ รันบนวินโดว์เอ็นที ใช้เวลาในการรันโปรแกรม 4 นาที

นั่นคือ เมื่อเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละกรณีจะได้

- กรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 2 พบว่า กรณีที่ 1 เร็วกว่าประมาณ 1.7 เท่า
- กรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 3 พบว่า กรณีที่ 3 เร็วกว่าประมาณ 5 เท่า
- กรณีที่ 2 กับ กรณีที่ 3 พบว่า กรณีที่ 3 เร็วกว่าประมาณ 10 เท่า

แนวทางแก้ไข นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาทำการทดลองต่างๆหรือทำการรันโปรแกรมนั้นบน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะดังกรณีที่ 3 คือใช้เครื่องเพนเทียมเอ็มเอ็มเอ็ท 166 เมกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 32 เมกะไบต์ และรันบนวินโดว์เอ็นที เพื่อให้ค่าทางเวลาในการทดลองมีลักษณะถูกต้องและแม่นยำ รวมทั้งใช้เวลาในการรันโปรแกรมทั้งหมดให้น้อยที่สุด เพื่อให้สามารถทำการทดลองรันโปรแกรมได้ในหลายรูปแบบมากที่สุด เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

4. ปัญหา เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทางจินตคณิต อัลกอริทึมมากพอสมควร ทำให้จำนวนการรันโปรแกรมเพื่อทดสอบผลของปัจจัยต่างๆต่อกระบวนการทางจินตคณิต อัลกอริทึมมีจำนวนมากด้วยเช่นกัน และเนื่องจากเวลาก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพิจารณาคำตอบ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในรุ่นที่ใกล้เคียงกันที่สุดเพื่อส่งผลให้การวัดค่าของเวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมไม่ผิดพลาด และง่ายต่อการพิจารณาต่อไป

แนวทางแก้ไข เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องภาคไม่มีคนใช้ ก็จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นมารันโปรแกรม และในบางครั้งก็ได้มีการขโมยเครื่องคอมพิวเตอร์จากผู้ที่ไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในขณะนั้นๆมารันโปรแกรม

5. ปัญหา ในการรันโปรแกรมก็จะเกิดการไฟดับ เนื่องจากมีคนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มากเกินไป ทำให้เกิดการตัดไฟได้ และในบางครั้งก็เกิดการไฟดับจากการไฟฟ้า ทำให้โปรแกรมที่รันไปแล้วแต่ยังไม่เสร็จสิ้น ทำให้มีความจำเป็นจะต้องรันโปรแกรมใหม่

แนวทางแก้ไข มีการสอบถามล่วงหน้าว่า ในวันนั้นหรือวันต่อไปจะเกิดการทำให้ไฟดับจากการไฟฟ้าหรือไม่ เพื่อเตรียมความพร้อมในการรันโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมเกิดความปลอดภัยมาก และมีการเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในแถบที่มักจะไม่ค่อยเกิดการดับของไฟ นั่นคือ เลือกใช้ในแถบที่ไม่ค่อยมีคนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

6. ปัญหา แนวโน้มของคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เช่น เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของข้อมูลชุดเรียนรู้อาจจะลดลง แต่ในขณะเดียวกัน ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของข้อมูล

เอกลักษณะที่มีอยู่เพียงอย่างเดียวของข้อมูลชุดเรียนรู้อาจจะเพิ่มขึ้น เมื่อผู้รู้ที่เห็นประโยชน์ของข้อมูลในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งในครั้งแรกคาดว่าค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ น่าจะมีแนวโน้มไปทางเดียวกัน

แนวทางแก้ไข มีการปรับค่าปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการทางจินตึก อัลกอริทึม รวมทั้งตรวจสอบหาข้อผิดพลาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Michale J.A. Berry Gordon Linoff (1997) : “ *Data Mining Technique For Marketing, Sales And Customer Support* ” , John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Goldberg, D.E.(1989) : “ *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning* ” , Addison Wesley, MA, 1989
- [3] Davis, L.,(1991) : “ *Handbook of Genetic Algorithms* ” , Van Nostrand Reinhold, New York, 1991
- [4] Grefenstette, J.J., Baker, J.E., (1989) : “ *How Genetic Algorithms Work : A Critical Look at Implicit Parallelism* ” , in Proceedings of the Third International Conference on Genetic Algorithms, Morgan Kaufmann Publishers, Los Altos, CA, 1989, pp.20-26
- [5] Grefenstette, J.J.,(1986) : “ *Optimization of Control Parameters for Genetic Algorithms* ” , IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.16, No.1, 1986, pp.122-128
- [6] Grefenstette, J., Gopal, R., and Gucht, D.V., (1985) : “ *Genetic Algorithms for Traveling Salesman Problem* ” , Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985, pp.160-169.
- [7] Michalewicz, Z., (1992) : “ *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolutionary Programs* ” , Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- [8] Srinivas, M., Patnaik, L.M., (1994) : “ *Genetic Algorithms A Survey* ” , IEEE Computer, June 1994, pp.17-26.
- [9] Peter G. Korning : “ *Training neural network by means of Genetic Algorithms Working on very long chromosome* ” , Computer Science Department Aarhus University NY Munkegade, Building 540
- [10] K.W. LEE and H.N. LAM : “ *Optimization neural network weights using genetic algorithms : Case Study* ” , Department of Mechanical Engineering University of Hong Kong Pokfulam Road, Hong Kong
- [11] Michael Chester (1993) : “ *Neural Networks 4 Tutorial* ” , PTR Prentice Hall Englewood Cliffs , New Jersey 07632
- [12] Laurene Fausell (1994) : “ *Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithms and Applications* ” , PTR Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey 07632
- [13] Aurag Agarwal (1993) : “ *Neural Network and Their Extension for Business Decision – Making* ” , The Ohio State University, Ph.D. dissertation, 1993.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14] S. Chiraphadhanakul, Pataya Dangprasert, and Vichi Avachanakorn, (1997) : “ *Genetic Forecasting Algorithm : An Application to Commercial Banks Deposit* ”, Proceedings of the IASTED International Conference Modeling, Simulation and Optimization, Singapore, Aug. 11-13, 1997, pp. 39-42
- [15] Somsong Chiraphadhanakul, Pataya Dangprasert, and Vichi Avachanakorn, (1997) : “ *Genetic Forecasting Algorithm : An Application to Commercial Banks Deposit* ”, Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, Beijing:China, Oct. 28-31, 1997, pp.116-121
- [16] Chiraphadhanakul, S.; Dangprasert, P.; Avachanakorn, V. (1997) : “ *Genetic forecasting algorithm with financial application*”, Intelligent Information Systems, 1997. ISS '97. Proceedings, pp 174-178
- [17] Hambaba, M.L. (1996) : “ *Intelligent hybrid system for data mining* ”, Computational Intelligence for Financial Engineering, 1996., Proceedings of the IEEE/IAFE 1996 , pp. 111
- [18] Reese Hedberg, S. (1995) : “ *Parallelism speeds data mining* ” , IEEE Parallel & Distributed Technology: Systems & Applications, pp. 3-6
- [19] Shu-Heng Chen; Chih-Chi Ni (1996) : “ *Understanding the nature of predatory pricing in the large - scale market economy with genetic algorithms* ”, Intelligent Control, 1996., Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium , pp. 354 – 359
- [20] Yan Yuhong; Hu Yongtong; Liu Ping; Zheng Danian; Ma Changchao; Yang Shiyuan (1997) : “ *A genetic algorithm for conflict resolution in concurrent production* ”, Systems, Man, and Cybernetics, 1997. Computational Cybernetics and Simulation., 1997 IEEE International Conference, pp.3407 – 3411
- [21] Shu-Heng Chen; Chia-Hsuan Yeh (1996) : “ *Bridging the gap between nonlinearity tests and the efficient market hypothesis by genetic programming* ”, Computational Intelligence for Financial Engineering, 1996., Proceedings of the IEEE/IAFE 1996 , pp.34 - 40
- [22] Cliff, D. (1998) : “ *Genetic optimization of adaptive trading agents for double-auction markets* ”, Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFEr), 1998. Proceedings of the IEEE/IAFE/INFORMS 1998, pp. 252 – 258
- [23] Vacca, L. (1997) : “ *Managing options risk with genetic algorithms* ”, Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFEr), 1997., Proceedings of the IEEE/IAFE 1997, pp. 29 – 35
- [24] Terano, T.; Ishino, Y. (1995) : “ *Marketing data analysis using inductive learning and genetic algorithms with interactive- and automated-phases* ”, Evolutionary Computation, 1995., IEEE International Conference, pp. 771 – 776

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [25] Wenlan Feng; Burns, G.R.; Harrison, D.K. (1997) : “ *Using genetic algorithms bounded by dynamic linear constraints for marketing/production joint decision making* ” , Genetic Algorithms in Engineering Systems: Innovations and Applications, 1997. GALESIA 97. Second International Conference On (Conf. Publ. No. 446), pp. 339 – 344
- [26] Shu-Heng Chen; Woh-Chiang Lee (1997) : “ *Option pricing with genetic algorithms: separating out-of-the-money from in-the-money* ” , Intelligent Processing Systems, 1997. ICIPS '97. 1997 IEEE International Conference , pp. 110 - 115
- [27] Kassicieh, S.K.; Paez, T.L.; Vora, G. (1998) : “ *Data transformation methods for genetic-algorithm-based investment decisions* ” , System Sciences, 1998., Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference, pp.122 - 127
- [28] Kingdon, J.; Dekker, L.: “*Development needs for diverse genetic algorithm design*” , Applications of Genetic Algorithms, IEE Colloquium , pp. 3/1 – 311
- [29] Filho, E.F.M.; de Carvalho, A.; Borges, D.L.; Martins, W. (1997) : “ *Evolutionary design of MLP neural network architectures* ”. Neural Networks, 1997. Proceedings., IV th Brazilian Symposium , pp. 58 – 65
- [30] Lee, M.A.; Smith, M.H. (1995) : “*Handling uncertainty in finance applications using soft computing* ”, Uncertainty Modeling and Analysis, 1995, and Annual Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society. Proceedings of ISUMA - NAFIPS '95., Third International Symposium , pp. 384 – 389
- [31] Fatouros, D.; Salkin, G.; Christofides, N. (1996) : “ *Heuristic techniques in tax structuring for multinationals* ” Computational Intelligence for Financial Engineering, 1996., Proceedings of the IEEE/IAFE 1996 Conference , pp. 271 – 278
- [32] Kassicieh, S.K.; Paez, T.L.; Vora, G.; Sprague, R.H., Jr.(1997) : “ *Investment decisions using genetic algorithms* ” , System Sciences, 1997, Proceedings of the Thirtieth Hawaii International Conference, pp. 484 - 490
- [33] Kanchana Vongvipaporn(1998) : “ *AUTOMATIC SCHOOL TIMETABLE SCHEDULING USING GENETIC ALGORITHM* ” , King Mongkut's Institute of Technology Ladkabang
- [34] Shu-Heng Chen; Woh-Chiang Lee(1997) : “*Option pricing with genetic algorithms: a second report*” ,Neural Networks,1997., International Conference , pp. 21 - 25
- [35] Richard J. Bauer, Jr.(1994) : “ *GENETIC ALGORITHM INVESTMENT STRATEGIES* ”, John Wiley & Sons, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [36] [HTTP:// WWW.BOJ.OR.TH](http://www.boj.or.th)
- [37] [HTTP://WWW.KTB.CO.TH](http://www.ktb.co.th)
- [38] [HTTP://WWW.BAY.CO.TH](http://www.bay.co.th)
- [39] [HTTP://WWW.SCB.CO.TH](http://www.scb.co.th)
- [40] [HTTP://WWW.NBT.CO.TH](http://www.nbt.co.th)
- [41] [HTTP://WWW.TFB.CO.TH.TFB.HTML](http://www.tfb.co.th.tfb.html)
- [42] [HTTP://WWW.CITIBANK.COM/THAILAND/](http://www.citibank.com/thailand/)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้