

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
เพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์

รุณี ไกรทอง

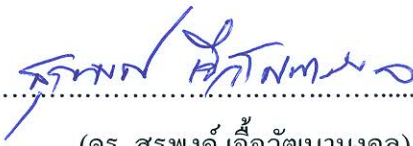
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ)
คณะสถิติประยุกต์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

2557

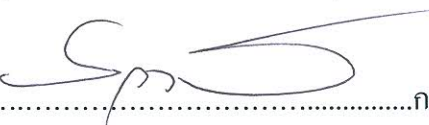
ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
เพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์
รุณี ไกรทอง
คณะสถิติประยุกต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร. โอม ศรีนิล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ)

รองศาสตราจารย์..........ประธานกรรมการ
(ดร. สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล)

รองศาสตราจารย์..........กรรมการ
(ดร. พิชัย หิรัญยัชชากร)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........กรรมการ
(ดร. รวีวรรณ เทนอิสสระ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........กรรมการ
(ดร. โอม ศรีนิล)

อาจารย์..........คณบดี
(ดร. ศิวิกา ดุษฎีโนนค)

ตุลาคม 2557

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์
ชื่อผู้เขียน	นางสาวรุณี ไกรทอง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ)
ปีการศึกษา	2557

รูปแบบแผนภูมิและตัวชี้วัดทางเทคนิค เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้สำหรับการตัดสินใจในการลงทุน เทคนิคต่างๆ ได้รับการเสนอสำหรับการซื้อขาย เช่น Candlestick Chart, Moving Average, และ Psychological Indices วิธีการเหล่านี้จะอยู่บนพื้นฐานทั่วไปในการตัดสินใจ

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคในการสร้างกลยุทธ์ในการซื้อขายหลักทรัพย์โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเทคนิคได้รับการประเมินโดยใช้ราคาและปริมาณข้อมูลจาก 10 หุ้นสุ่มเลือกในขนาดต่างๆ กันและอุตสาหกรรมต่างกัน จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และ ตลาดสำหรับลงทุนทางเลือก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่นำเสนอ นั้น สร้างกลยุทธ์การซื้อขายที่มีประสิทธิภาพดีกว่า 8 เทคนิคอื่นๆ ในทุกสามปีที่ผ่านมา

ABSTRACT

Title of Thesis	A Cooperative Coevolution Genetic Algorithm for Generating Trading Strategies
Author	Miss Runee Kraithong
Degree	Master of Science (Computer Science and Information Systems)
Year	2014

Chart patterns and indicators are popular technical tools for making investment decisions. Various techniques have been proposed for trading, such as candlesticks, psychological indices, and moving averages. Applications of these techniques are typically based on rules of thumb which hardly are applicable to every stock.

This article proposes a technique for automatically generating trading strategies using a cooperative coevolution genetic algorithm. The technique is evaluated using price and volume data of 10 randomly selected stocks in various sizes and industries from the stock exchange of Thailand and the market for alternative investment. The experimental results show that the proposed technique generates trading strategies that outperforms 8 other techniques in all of the three most recent years.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกลยุทธิ์การซื้อหลักทรัพย์สำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลหลายท่านให้ความช่วยเหลือทางด้านข้อมูล ให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น กำลังใจ และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอม ศรีนิล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน และกรรมการวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ หิรัณย์วิชชากร, รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิวรรณ เทนอิสสระ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ รวมทั้งข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ในทุกขั้นตอน ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดเวลา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์คณะสถิติประยุกต์สาขาการจัดการสารสนเทศ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ สร้างทัศนคติที่ดีให้กับผู้เขียน รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือประสานงานด้วยอัธยาศัยที่ดี ตลอดระยะเวลาการศึกษา ขอขอบคุณบรรณารักษ์สำนักบรรณสารการพัฒนาที่ได้กรุณาตรวจวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนรุ่น 1/53, 2/53 ทุกคน ที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริม และสนับสนุนตลอดเวลา ขอบพระคุณพี่ชายทั้งสองคนของผู้วิจัยที่คอยให้ความช่วยเหลือกำลังใจที่มีมาให้ตลอด

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณและขอมอบความสำเร็จทั้งหมดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ พ.อ. สุรชาติ ไกรทอง และ นางบุญมณี ไกรทอง ผู้ซึ่งเป็นคุณพ่อและคุณแม่ของผู้วิจัยที่เป็นผู้ที่ส่งเสริมสนับสนุน กระตุ้นเตือนและเป็นที่กำลังใจ ตลอดจนเป็นแรงใจที่สำคัญยิ่งของผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ตลอดมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

รุณี ไกรทอง

ตุลาคม 2557

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนการทำวิจัย	3
บทที่ 2 กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กรอบแนวคิด	4
2.2 ตัวชี้วัดทางเทคนิค	5
2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	27
3.1 กฎของการซื้อขาย	27
3.2 การเข้ารหัสของโครโมโซม	29

3.3 ขั้นตอนการหากลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์	30
โดยวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน	
บทที่ 4 การทดลอง	38
4.1 วิธีการทดลอง	38
4.2 ช่วงข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง	38
4.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์	39
4.4 ผลการทดลอง	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	64
ประวัติผู้เขียน	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คำศัพท์เฉพาะทางขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	8
4.1 ตารางแสดงรายละเอียดช่วงข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง	39
4.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	39
4.3 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CPF รายปี	41
4.4 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CPF รวมปี	42
4.5 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCB รายปี	43
4.6 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCB รวมปี	44
4.7 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น LH รายปี	45
4.8 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น LH รวมปี	46
4.9 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น HTC รายปี	47
4.10 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น HTC รวมปี	48
4.11 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น PTT รายปี	49
4.12 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น PTT รวมปี	50
4.13 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCC รายปี	51
4.14 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCC รวมปี	52
4.15 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BIG รายปี	53
4.16 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BIGC รวมปี	54
4.17 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CK รายปี	55
4.18 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CK รวมปี	56
4.19 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BROOK รายปี	57
4.20 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BROOK รวมปี	58
4.21 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CGD รายปี	59
4.22 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CGD รวมปี	60

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบง่าย	9
2.2 การเข้ารหัสแบบเลขฐานสอง	10
2.3 การเข้ารหัสแบบค่าต่าง ๆ	10
2.4 การเข้ารหัสแบบเพอมิวเตชัน	11
2.5 การเข้ารหัสแบบทรี	11
2.6 แสดงการสุ่มหาประชากรเริ่มต้นจำนวน 10 โครโมโซม	12
2.7 การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต	13
2.8 การคัดเลือกแบบจัดอันดับ	14
2.9 การคัดเลือกแบบการแข่งขัน	15
2.10 การสุ่มเลือกสมาชิกรุ่นพ่อแม่กับสมาชิกรุ่นแม่มาทำการสลับสายพันธุ์	16
2.11 การสลับสายพันธุ์แบบ 1 ตำแหน่ง (One-point Crossover)	16
2.12 การสลับสายพันธุ์แบบ 2 ตำแหน่ง (Two-Point Crossover)	17
2.130 แสดงการกลายพันธุ์แบบกลับบิต	18
2.14 แสดงการกลายพันธุ์แบบผกผัน	18
2.15 แสดงการกลายพันธุ์แบบแทรก	19
2.16 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน	22
2.17 แสดงผลการวิจัยของ Chen	25
3.1 แสดงการเข้ารหัสของโครโมโซม	29
3.2 แสดงแนวความคิดของวิธีการที่นำเสนอ	30
3.3 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ DISP	31
3.4 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ PSY	31
3.5 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ OBV	31
3.6 แสดงการเข้ารหัสของโครโมโซม RSI	32
3.7 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย DISP	32

3.8 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย PSY	33
3.9 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย OBV	33
3.10 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย RSI	33
3.11 แสดงตัวอย่างโครโมโซมย่อยจะถูกนำมารวมกันในทุกรูปแบบการจัดหมู่	34
3.12 แสดงตัวอย่างการสุ่มเลือกค่าพารามิเตอร์ Stop Rule	34
จากค่าทั้งสี่โครโมโซมที่เป็นไปได้	
3.13 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดต่อรวมกัน	35
3.14 แสดงรูปการแยกโครโมโซมรวมเป็นโครโมโซมย่อยของ DISP	37
4.1 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CPF ปี 2546-2556	41
4.2 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SCB ปี 2546-2556	43
4.3 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น LH ปี 2547-2556	45
4.4 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น HTC ปี 2546-2556	47
4.5 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น PTT ปี 2546-2556	49
4.6 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SCC ปี 2546-2556	51
4.7 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น BIGC ปี 2547-2556	53
4.8 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CK ปี 2547-2556	55
4.9 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น BROOK ปี 2547-2556	57
4.10 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CGD ปี 2547-2556	59

สัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ

ความหมาย

Proposed Method

รูปแบบการทดลองที่ใช้ ตัวชี้วัดร่วมกันของ
DISY, PSY, RSI และ OBV

GA

Genetic Algorithm

MA

Moving Average

EMA

Exponential Moving Average

RSI

Relative Strength Index

OBV

On Balance Volume

PSY

Psychological Line

DISP

Disparity Index

CPF

บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)

LH

บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด (มหาชน)

PTT

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

SCB

ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)

SCC

บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)

BIGC

บริษัท บีจี ซีเมนต์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)

CK

บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน)

HTC

บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

BROOK

บริษัท บรู๊คเคอร์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)

CGD

บริษัท คันทรีกรุ๊ป ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด
(มหาชน)

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ความสำคัญและปัญหา

การลงทุนไม่ว่าด้านใดผู้ลงทุนย่อมหวังผลตอบแทนที่สูงและมีความเสี่ยงน้อย ผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น กำไรจากการซื้อขายหลักทรัพย์ เงินปันผล เป็นต้น โดยหลักการแล้วนักลงทุนจะได้รับผลตอบแทนเพิ่มขึ้นตราบใดที่บริษัทมีผลประกอบการที่ดี ปัจจัยหลายอย่างมีผลกระทบต่อราคาหุ้น เช่น สภาวะเศรษฐกิจทั่วไป นโยบายทางการเมือง ปัญหาด้านภัยธรรมชาติ รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ซึ่งยากที่จะคาดการณ์ จะเห็นได้ว่าการลงทุนมีความเสี่ยง ดังนั้นนักลงทุนต้องศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมถึงการลงทุนต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาหุ้นเพื่อคาดการณ์การเคลื่อนไหวของราคาในอนาคตซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักลงทุนเพื่อให้ นักลงทุนจะได้ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนเพราะว่าเมื่อนักลงทุนเข้ามาลงทุนก็หวังจะได้รับผลตอบแทนสูงสุดภายใต้ความเสี่ยงที่ต่ำสุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อการจัดสรรเงินทุนที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจในการลงทุน เพราะประสบการณ์ในการลงทุนอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ

เครื่องมือในการวิเคราะห์การลงทุนมีหลากหลาย นักลงทุนสามารถเลือกใช้เครื่องมือต่างๆ มาช่วยในการตัดสินใจในการซื้อขายได้ การใช้การวิเคราะห์ทางเทคนิคเป็นทางเลือกหนึ่งของนักลงทุนโดยอาศัยลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาและปริมาณการซื้อขาย เพื่อคาดการณ์แนวโน้มของราคา โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคโดยที่นิยมใช้สำหรับการพยากรณ์ซื้อขายหุ้น เช่น Moving Average (MA), On Balance Volume (OBV), Relative Strength Index (RSI), Disparity Index and Psychological Line (DISP) เป็นต้น และจากการศึกษาพบว่าผู้ที่นำความรู้

เกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนำไปทำงานร่วมกับเครื่องมือทางปัญญาประดิษฐ์โดยนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผล เช่น Genetic Algorithm, Neural Network มาช่วยในการหาคำตอบที่มีความซับซ้อน

การนำขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) มาช่วยในการลงทุนเพื่อให้การลงทุนมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากเป็นขั้นตอนวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้หลักการคัดเลือกแบบธรรมชาติ และใช้กระบวนการคัดเลือกทางพันธุศาสตร์ มาช่วยในการหาคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบที่ดีที่สุด และได้มีการนำขั้นตอนเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์กับวิธีการต่างๆ มีการนำแผนภูมิแท่งเทียนมาสร้างกฎการซื้อขายร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Izumi, Yamaguchi, Mabu, Hirasawa and HU, 2006) การนำขั้นตอนเชิงพันธุกรรมมาช่วยในสร้างกฎการซื้อขาย เนื่องจากกฎการซื้อขายเป็นสิ่งที่ใช้วัดรูปแบบผลกำไรที่ใช้กันมากสำหรับนักทุน (Matilla-Garcia, 2006: 123-126) เพราะสามารถเรียนรู้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของตลาดที่รวดเร็วจึงมีการพยายามนำขั้นตอนเชิงพันธุกรรมมาใช้เพื่อสร้างกฎการซื้อขายมากขึ้น (Fyfe, Marney and Tarbert, 1999: 183-191) ขณะเดียวกันนักลงทุนก็พยายามที่ปรับปรุง ให้ค่าที่ได้จากขั้นตอนเชิงพันธุกรรม มีความยืดหยุ่น และให้ตรงต่อความต้องการให้มากที่สุด (Ellis and Parbery, 2005: 399-411)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการการทำงานร่วมกัน โดยมีการนำตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) ซึ่งประกอบด้วย Disparity Index (DISP), Psychological (PSY), Relative Strength Index (RSI), On Balance Volume (OBV) มาเป็นปัจจัยเพื่อหากลยุทธ์ที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อขายหลักทรัพย์ (Strategies) โดยแต่ละกลยุทธ์ที่ได้มาจากตัวชี้วัดได้มาจากการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการการทำงานร่วมกัน หาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดจากกฎซื้อขายที่กำหนด เพื่อช่วยการตัดสินใจของนักลงทุนเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบใช้ข้อมูลจริงจากขนาดอุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน 10 อุตสาหกรรม จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และ ตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ

1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกลยุทธ์การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการการทำงานร่วมกัน (Co-Operative Co-Evolution Genetic Algorithm) ร่วมกับตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์เพื่อมุ่งเน้นการหาผลตอบแทนสูงสุดในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์ (Co-Operative Co-Evolution Genetic Algorithm for Generating Trade Strategies) ซึ่งมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยข้อมูลหุ้นย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2546 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2556 ของ 10 อุตสาหกรรมที่แตกต่างกันโดยทำการเลือกหุ้นจากสองตลาดหลักทรัพย์คือตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (The Stock Exchange of Thailand - SET) และตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ (Market for Alternative Investment - MAI)

1.3.2 กลยุทธ์ที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อขายหลักทรัพย์ (Strategies) ได้มาจากการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) และตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เป็นตัวสร้างขึ้น แต่ละกลยุทธ์จากตัวชี้วัดและจำนวนครั้งในการซื้อขาย (Trading) จะได้มาจากการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมการทำงานร่วมกันหาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดจากกฎซื้อขายที่กำหนด และประมวลผลแยกจากกันเพื่อให้ได้การตัดสินใจที่จะซื้อขายตามตัวชี้วัดแต่ละตัวแยกกันไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้นักลงทุนในตลาดหุ้นสามารถนำรูปแบบที่ได้จากการศึกษาจากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และช่วยในการตัดสินใจด้านการลงทุน เพื่อเพิ่มผลกำไรจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์อีกรูปแบบหนึ่ง

1.5 ขั้นตอนการทำวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.5.2 ศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทาง วิธีการในการทดลอง
- 1.5.3 ศึกษาโปรแกรมและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
- 1.5.4 ออกแบบวิธีการทดลอง
- 1.5.5 ทำการทดลอง และประเมินผลการทดลองที่ได้
- 1.5.6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2

กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์ พบว่ามีแนวความคิด และทฤษฎีต่างๆ ที่นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ การทบทวนวรรณกรรมจึงช่วยให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจในบริบทที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้ ประกอบด้วย 1) กรอบแนวคิด 2) ตัวชี้วัดทางเทคนิค 3) ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) และ 4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวความคิด

การลงทุนซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ ผู้ลงทุนย่อมต้องหวังได้รับผลกำไรในการลงทุน แต่ทุกครั้ง คาดหวังว่าหลักทรัพย์ที่ผู้ลงทุนถืออยู่จะสามารถมีมูลค่าเพิ่มขึ้นในเวลาที่ควรจะมีความเสี่ยงน้อยที่สุดในการลงทุน แต่ปัญหาสำคัญของการลงทุนคือการตัดสินใจจึงมีการคิดค้นวิธีการและเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในการลงทุนสามารถแบ่งเครื่องมือในการวิเคราะห์การลงทุนแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ การวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน และการวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิค

2.1.1 การวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน (Fundamental Analysis)

เป็นแนวทางที่อาศัยการวิเคราะห์หลักทรัพย์โดยใช้ปัจจัยพื้นฐานเป็นแนวคิดที่มุ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนด อัตราผลตอบแทน ความเสี่ยงจากการลงทุน และมูลค่าของหลักทรัพย์ ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การวิเคราะห์เศรษฐกิจโดยทั่วไป (Economic Analysis) การวิเคราะห์ลักษณะของอุตสาหกรรม (Industry Analysis) และการวิเคราะห์โครงสร้างของบริษัท (Company Analysis) โดยรวบรวมข้อมูลแต่ละส่วนมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ผลการดำเนินงานในอนาคตของบริษัท ทฤษฎีที่ใช้สนับสนุนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานนั้น มีแนวคิดมาจาก มูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) และราคาตลาดหลักทรัพย์ (Market Value) ควรจะอยู่ใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปการเลือกเทคนิคและกระบวนการเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การลงทุนมีพื้นฐานจากการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐาน (Vanstone, Finine, and Tan, 2004)

2.1.2 การวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิค (Technical Analysis)

เป็นแนวทางที่อาศัยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของราคาและปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์ในอดีตที่ผ่านมา โดยใช้หลักสถิติเพื่อนำมาใช้คาดการณ์พฤติกรรมของการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นในอนาคต และช่วยให้ผู้ลงทุนหาจังหวะการลงทุนที่เหมาะสม โดยข้อมูลหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเทคนิค ได้แก่ ระดับราคา และปริมาณการซื้อขายหุ้น เหตุผลส่วนหนึ่งที่สนับสนุนให้การวิเคราะห์ทางเทคนิคมีความน่าเชื่อถือ คือราคาเป็นผลรวมที่สะท้อนให้ทราบถึงข่าวสารในด้านต่างๆ ราคาจะเคลื่อนไหวอย่างมีแนวโน้ม และจะคงอยู่ในแนวโน้มนั้นๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนกว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มใหม่ พฤติกรรมการลงทุนของผู้ลงทุนมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับพฤติกรรมการลงทุนในอดีต

การลงทุนแต่ละครั้งผู้ลงทุนต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ เพื่อมาประกอบการตัดสินใจในการลงทุน โดยจะนำเครื่องมือต่างๆ มาช่วยในการตัดสินใจเช่น Psychological Line, Relative Strength Index, Disparity Index, Moving Average เป็นต้น นอกจากนี้ตัวชี้วัดเหล่านี้ อาจมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผลโดยการนำ Artificial Intelligence Techniques เช่น Genetic Algorithm, Fuzzy Logic มาช่วยในการหาคำตอบที่มีความซับซ้อนของการลงทุน

2.2 ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator)

ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator) เป็นสิ่งที่นำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยทางเทคนิค โดยตัวชี้วัดทางเทคนิคจะมีการใช้ค่าตัวแปรต่างๆ เช่น ระยะเวลา (Periods) ยกตัวอย่าง 5-Day Moving Average หมายถึง การหาค่าเฉลี่ยของราคาหุ้นย้อนหลังจากวันที่เรากำลังพิจารณาไป 5 วัน มาเป็นตัวชี้วัดในการวิเคราะห์เป็นต้น โดยระยะเวลาที่นำมาพิจารณาก็ต้องให้สอดคล้องกับแต่ละวิธีของตัวชี้วัด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของราคาในอนาคต หรือการหาจังหวะการซื้อขาย ซึ่งตัวชี้วัดทางเทคนิคก็มีให้เลือกใช้มากมายตามความต้องการ ขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้ลงทุนว่าต้องการวิเคราะห์แบบใด

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคที่นำมาใช้มีสี่ตัวชี้วัดดังนี้ Disparity Index (DISP), Psychological Line (PSY), Relative Strength Index (RSI), and On Balance Volume (OBV)

2.2.1 Disparity Index (DISP)

การคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของราคาในระยะเวลาที่ผ่านมา ณ วันที่กำหนดจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$DISP_{(t,n)} = \frac{C(t)}{MA(t,n)} * 100\%$$

โดยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) หาได้จากสูตร

$$MA(t,n) = \sum_{i=0}^{n-1} C(t-i)/n$$

โดยที่ $C(t)$ คือ ราคาปิดตลาด วันที่ t

$MA(t,n)$ คือ Moving average วันที่ t ย้อนหลังไป n วัน

ตัวอย่าง ได้กลยุทธ์จาก $DISP(0, 10) = 15\%$ หมายความว่า ราคา ณ วันนี้สูงขึ้น 15% เหนือเส้น MA ของ 10 วันที่ผ่านมา แต่ถ้า $DISP(0, 10) = -15\%$ หมายความว่า ราคา ณ วันนี้ต่ำลง 15% ใต้เส้น MA ของ 10 วันที่ผ่านมา เมื่อได้ค่าของ $DISP$ มาแล้วเราก็สามารถกำหนดจุดของการซื้อขายหุ้นได้ เช่น เราจะทำการซื้อหุ้นเมื่อค่า $DISP$ เป็นบวก (เช่น สูงขึ้น 15%) หรือจะทำการขายหุ้นเมื่อ $DISP$ เป็นลบ (เช่น ต่ำกว่า 15%) เป็นต้น

2.2.2 Psychological Line (PSY)

การคำนวณจำนวนวันที่ราคาสูงขึ้น จากทุกวันของจำนวนวันย้อนหลัง n วัน เทียบกับจำนวน n วัน ใช้สำหรับพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของราคาจากชุดข้อมูลของจำนวนวันที่ราคาสูงขึ้น และ จำนวนวันที่ราคาต่ำลง ในช่วงเวลาที่สนใจ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$PSY_{(t,n)} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \text{num } [c_{(t-i)} > c_{(t-i-1)}]}{n}$$

$$\text{num } c_{(t-i)} > c_{(t-i-1)} = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{if true} \\ 0, \text{if false} \end{array} \right\}$$

โดยที่ $PSY(t,n)$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100 %

$\text{Num}(x)$ เป็นฟังก์ชันที่จะคืนค่าเป็น Boolean โดยถ้าค่าจะเป็น 1 เมื่อเงื่อนไขเป็นจริง และ 0 เมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ

ตัวอย่าง ในการซื้อขายหุ้นในช่วง 10 วันที่ผ่านมาพบว่าจำนวนวันที่ราคาหุ้นสูงขึ้น 7 วัน และ จำนวนวันที่ราคาหุ้นต่ำลง 3 วัน เราจะได้ค่า PSY เท่ากับ 75% โดยค่าของ PSY ที่ได้มา

สามารถนำมากำหนดจุดในการซื้อขายหุ้นได้ เช่นเราจะทำการซื้อหุ้นเมื่อ PSY มีค่ามากกว่า 75% ขึ้นไป และจะทำการขายหุ้นเมื่อ PSY มีค่าต่ำกว่า 25% เป็นต้น

2.2.3 Relative Strength Index (RSI)

คำนวณจากผลรวมของจำนวนวันที่ราคาสูงขึ้นคูณกับราคาที่เปลี่ยนไป เทียบกับผลรวมค่าสัมบูรณ์ของราคาที่เปลี่ยนไป ในระยะจำนวนวันที่สนใจ ถ้าใช้จำนวนน้อยๆ RSI จะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากเหมาะสำหรับนักเก็งกำไรวันต่อวันหรือระหว่างวัน จำนวนวันที่นิยมใช้ได้แก่ 4, 9, 14 วัน

$$RSI_{(t,n)} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \text{num } [c_{(t-i)} > c_{(t-i-1)}] * [c_{(t-i)} - c_{(t-i-1)}]}{\sum_{i=0}^{n-1} |c_{(t-i)} - c_{(t-i-1)}|}$$

โดยที่ $RSI_{(t,n)}$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100%

ค่าของ RSI ที่ได้มาสามารถนำมากำหนดจุดในการซื้อขายหุ้นได้ เมื่อถึงจุดที่ได้กำหนดไว้

2.2.4 On Balance Volume (OBV)

แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนปริมาณการซื้อขาย (Volume) เข้ามาด้วย โดยหาผลรวมของการเปลี่ยนแปลงราคาคูณกับมูลค่าการซื้อขาย เทียบกับผลรวมของมูลค่าการซื้อขายในระยะเวลาที่สนใจ

$$OBV_{(t,n)} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \text{sign } [c_{(t-i)} - c_{(t-i-1)}] * V_{(t-i)}}{\sum_{i=0}^{n-1} V_{(t-i)}}$$

$$\text{sign } (c_{(t-i)} - c_{(t-i-1)}) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{if Positive number} \\ -1, \text{if Negative number} \end{array} \right\}$$

โดยผลที่ได้จะมีลักษณะเป็นได้ทั้งบวกและลบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของราคาอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับผลคูณของมูลค่าการซื้อขายของแต่ละวัน

โดยที่ C_t คือ ราคาปิดในวันที่ t

V_t คือ ปริมาณการซื้อขายหุ้นในวันที่ t

n คือ จำนวนวันที่ต้องการพิจารณา

Sign(x) เป็นฟังก์ชันที่จะคืนค่าเป็น ลบ หรือ บวก

2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาโดยเลียนแบบวิวัฒนาการทางธรรมชาติโดยมีพื้นฐานแนวคิดมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติของ ชาร์ล ดาร์วิน (Charles Darwin) คือ ผู้ที่แข็งแกร่งกว่าย่อมมีโอกาสในการอยู่รอดมากกว่าและมีโอกาสในการถ่ายทอดลักษณะที่แข็งแกร่งนั้นไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้โดย Holland (1975) และถูกพัฒนาต่อโดย โกลด์เบิร์ก (Goldberg, 1989) ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นหนึ่งในวิชาปัญญาประดิษฐ์ที่จำลองกระบวนการทำงานทางชีววิทยาหรือวิวัฒนาการทางธรรมชาติในการกำเนิดประชากรรุ่นใหม่โดยอาศัยพื้นฐานการวิวัฒนาการทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นหลาน ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้

เนื่องจากขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีรากฐานมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการจึงมีศัพท์เฉพาะทางขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 2.1 คำศัพท์เฉพาะทางขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

คำศัพท์	ความหมาย
ยีน	สายรหัสหรือตัวอักษร
อัลลีล	ค่าที่เป็นไปได้ในแต่ละตำแหน่งของสายรหัส
โครโมโซม	สายรหัสหรือกลุ่มผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ของตัวแปรต่างๆในระบบในรูปแบบโครโมโซม
โลคัส	ตำแหน่งของรหัสบนสายรหัส
ฟีโนไทป์	ตัวแปรของการตัดสินใจหลังการถอดรหัส
จีโนไทป์	ลักษณะเฉพาะบนสายรหัส

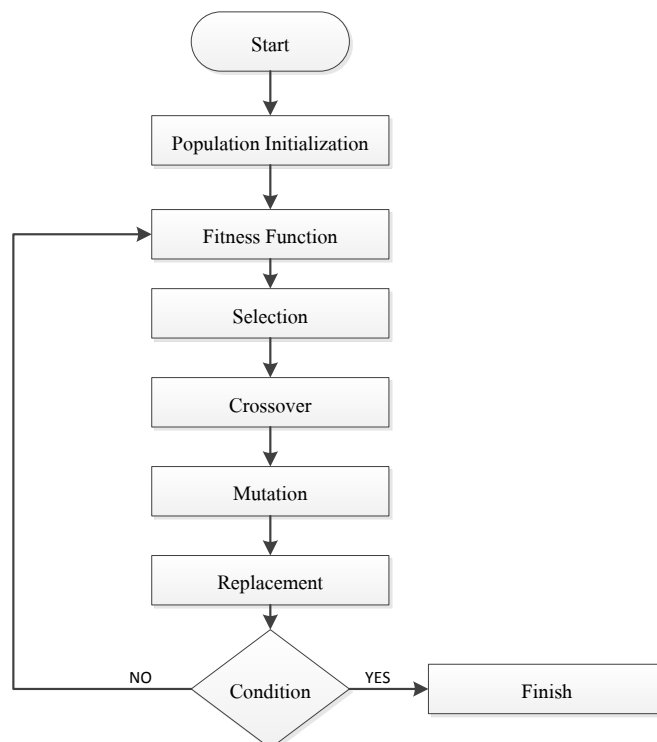
คำอธิบายโดยละเอียดของขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจะอยู่ในส่วนถัดไป คำอธิบายจะเริ่มด้วยขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรมอย่างง่าย (Simple Genetic Algorithm : SGA) โดยรายละเอียดจะอยู่ในส่วนที่หนึ่ง และในส่วนที่สองจะอธิบายขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน (Co-Operative Co-Evolution Genetic Algorithm: CCGA) จะอธิบายแต่ละส่วนตามลำดับ

2.3.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบง่าย (Simple Genetic Algorithm : SGA)

การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบง่ายแสดงดังภาพที่ 2.1 จะประกอบด้วย กระบวนการพื้นฐานของระเบียบวิธีนี้ อธิบายเป็นขั้นตอนได้ว่า

- 1) การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding)
- 2) การสร้างประชากรเริ่มต้น (Population Initialization)
- 3) การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)
- 4) การดำเนินการทางขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Operations) ประกอบด้วย การคัดเลือก (Selection) เพื่อเป็นประชากรในรุ่นต่อไป การสลับสายพันธุ์ (Crossover) การกลายพันธุ์ (Mutation)
- 5) การแทนที่ (Replacement)
- 6) การตรวจสอบเงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน (Termination Condition)

การวางลำดับขั้นตอนในการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมอาจจะพบว่ามีแตกต่างกันไป ตามการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหของผู้วิจัยแต่ละคน



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบง่าย

2.3.1.1 การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding)

การเข้ารหัสโครโมโซมเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่สำคัญเพราะก่อนเข้าสู่กระบวนการต่างๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจำเป็นที่จะต้องผ่านการเข้ารหัสโครโมโซมก่อนจึงดำเนินการกระบวนการอื่นๆ และเป็นขั้นตอนการออกแบบให้โครโมโซมเป็นตัวแทนของคำตอบของระบบโดยเลือกใช้วิธีเข้ารหัสแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการแก้ปัญหา ทำให้รูปแบบของการเข้ารหัสโครโมโซมนั้นมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้นๆ ซึ่งมีการเข้ารหัสโครโมโซมหลายแบบ ดังต่อไปนี้

1) Binary Encoding เป็นรูปแบบโครโมโซมพื้นฐานที่นำมาใช้แก้ปัญหาของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดต่อการเข้ารหัสโครโมโซม วิธีเข้ารหัสนี้ให้แต่ละตำแหน่งของยีนใน โครโมโซมจะมีรูปแบบเป็น Bit String คือ 1 และ 0 เท่านั้น

Chromosome A :	1	1	0	1	0	1
Chromosome B :	0	0	1	1	1	1

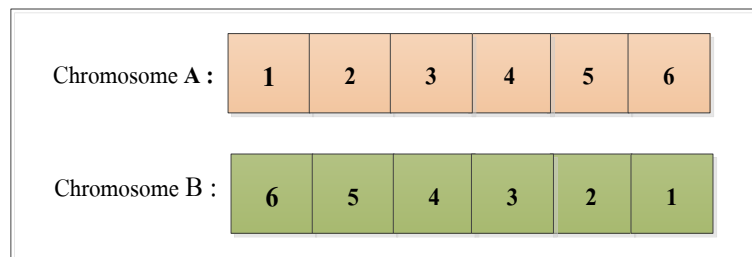
ภาพที่ 2.2 แสดงการเข้ารหัสแบบเลขฐานสอง

2) Value Encoding แต่ละตำแหน่งของยีนในโครโมโซมจะแทนด้วยค่าต่างๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของค่าที่สามารถเชื่อมโยงค่าที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยมีรูปแบบต่างๆ เช่น ตัวอักษร จำนวนจริง และค่าสิ่งต่างๆ เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของโครโมโซมนี้เหมาะสมกับปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน

Chromosome A :	1.2	1.4	3.0	8.0	4.5	2.21
Chromosome B :	A	B	D	C	E	F
Chromosome C :	Left	Back	Back	Right	Left	Right

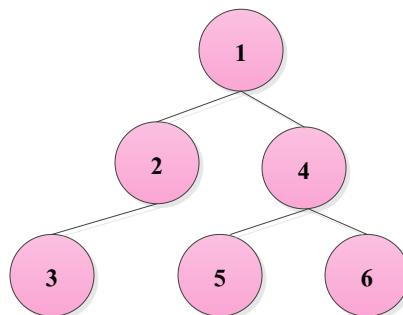
ภาพที่ 2.3 แสดงการเข้ารหัสแบบค่าต่างๆ

3) การเข้ารหัสแบบเพอมิวเตชัน (Permutation Encoding) รูปแบบโครโมโซมแบบนี้ทุกตำแหน่งของยีนในโครโมโซมจะเป็นค่าของจำนวนนับของตำแหน่งในแต่ละลำดับ ซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการลำดับตำแหน่งของปัญหา เช่น ปัญหาของ Traveling Salesman Problem หรือ ปัญหาของ Scheduling Problem



ภาพที่ 2.4 แสดงการเข้ารหัสแบบเพอมิวเตชัน

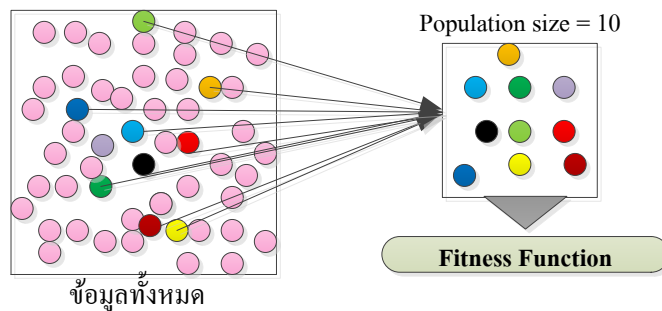
4) การเข้ารหัสแบบทรี (Tree Encoding) เป็นรูปแบบโครโมโซมที่ทุกตำแหน่งของยีนจะเป็น node ของต้นไม้ เหมาะกับปัญหาที่เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรม



ภาพที่ 2.5 แสดงการเข้ารหัสแบบทรี

2.3.1.2 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Population Initialization)

การสร้างประชากรเริ่มต้นเป็นการกระทำขั้นถัดไปหลังจากเลือกรูปแบบการเข้ารหัสโครโมโซมได้แล้ว ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยประชากรกลุ่มแรกจะเกิดจากการสุ่ม (Random) ค่าขึ้นมาจากกลุ่มข้อมูลที่มีอยู่แสดงในภาพที่ 2.6 เพื่อนำประชากรเข้าสู่กระบวนการ โดยในการสุ่มจะต้องสุ่มให้ได้จำนวนเท่ากับขนาดประชากร (Population Size) ที่ได้กำหนดไว้ โดยที่ยังไม่มีการสนใจค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม



ภาพที่ 2.6 แสดงการสุ่มหาประชากรเริ่มต้นจำนวน 10 โครโมโซม

2.3.1.3 ฟังก์ชันค่าความเหมาะสม (Fitness Function)

Fitness Function เป็นการกำหนดค่าความเหมาะสม เพื่อให้คะแนนสำหรับคำตอบต่างๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหา โครโมโซมทุกตัวจะมีบ่งบอกถึงความเหมาะสมของตัวเองเพื่อใช้สำหรับพิจารณาว่า โครโมโซมตัวนั้น เหมาะสมหรือไม่ ที่จะนำมาใช้ในการสืบทอดพันธุกรรม สำหรับสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ โดยวิธีการสำหรับคิดค่าความเหมาะสมนั้น จะใช้สมการที่สอดคล้องกับแต่ละปัญหา

การกำหนดฟังก์ชันที่เกี่ยวกับเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาค่าความเหมาะสม

- 1) ฟังก์ชันแบบจุดประสงค์เดียว (Single Objective Function) เป็นการกำหนดฟังก์ชันขึ้นมาหนึ่งฟังก์ชันที่ต้องการเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อย และไม่มี ความขัดแย้งกัน
- 2) ฟังก์ชันแบบหลายจุดประสงค์ (Multi Objective Function) เป็นการกำหนดฟังก์ชันขึ้นมาหลายๆ ฟังก์ชันที่ต้องการเพียงคำตอบหลายๆ คำตอบ แต่ละคำตอบที่เป็นคู่แข่งกัน ซึ่งเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก และมีความขัดแย้งกัน

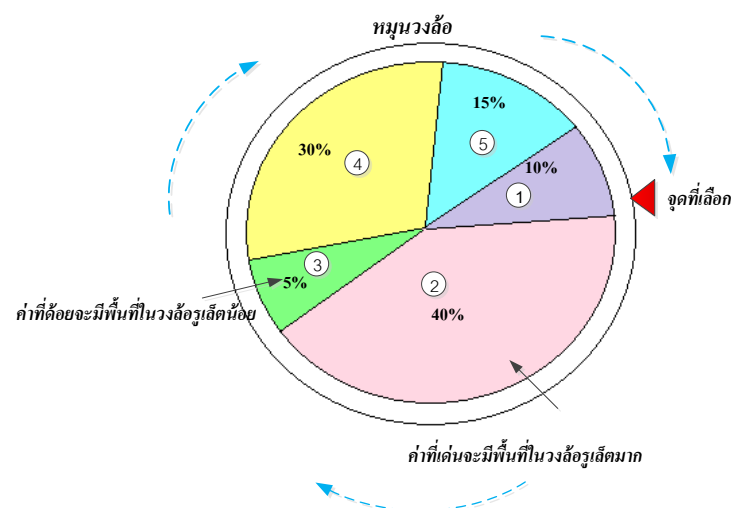
2.3.1.4 ตัวดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection)

ตัวดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection) เป็นการสนับสนุนให้สมาชิกที่มีความเหมาะสมในปัจจุบันถูกส่งต่อไปยังรุ่นถัดไปขั้นตอนในการคัดเลือกโครโมโซม ที่ดีที่สุดจากภายในกลุ่มประชากรทั้งหมด ซึ่งโครโมโซมที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์ หรือ โครโมโซมพ่อแม่ ในการสืบสายพันธุ์เพื่อใช้ในการให้กำเนิดลูกหลานในรุ่นถัดไป โดยปกติแล้วเพื่อให้สายพันธุ์ที่ดี ต้นกำเนิดสายพันธุ์ต้องดีด้วย ซึ่งจะเป็นไปตามหลักการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสม

ที่สุด โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีย่อมหมายถึงการเป็นโครโมโซมที่ดีและควรมีโอกาสที่จะให้ลูกหลานในจำนวนที่มากกว่าได้ ซึ่งย่อมเป็นการบ่งบอกว่าโอกาสในการอยู่รอดในรุ่นถัดไปก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยส่วนโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมต่ำกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกน้อยกว่าหรือไม่ได้รับการคัดเลือกเลย ในกระบวนการคัดเลือกนี้จะมีเทคนิคในการคัดเลือกอยู่หลายเทคนิคที่จะนำมาช่วยกระบวนการคัดเลือกให้ดีขึ้น เช่น

1) การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ (Roulette Wheel Selection)

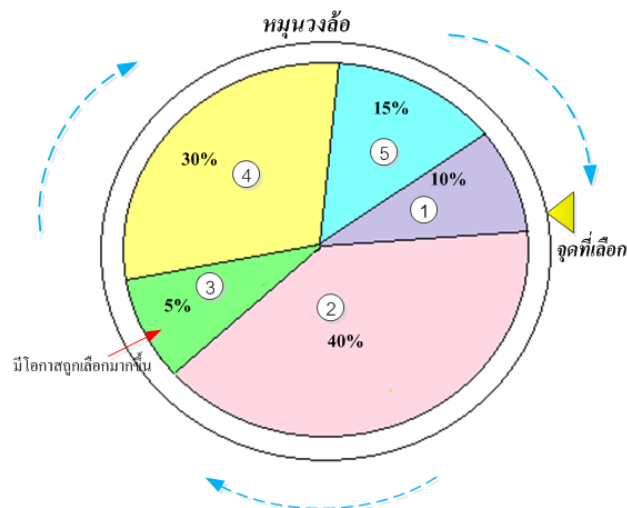
เป็นวิธีการคัดเลือกที่มีหลักการจากการเลียนแบบการ เล่นรูเล็ตต์ คือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีกว่ามีโอกาสถูกเลือกมากกว่าโครโมโซมที่ด้อยกว่าซึ่งขนาดพื้นที่ของวงล้อเสี่ยงโชคหรือความกว้างของช่องแต่ละช่องของวงล้อรูเล็ตต์ได้จากค่าความเหมาะสมของสมาชิกแต่ละตัว จากนั้นกำหนดตัวชี้ตำแหน่งตายตัว (Fixed Point) และทำการหมุนวงล้อรูเล็ตต์ เมื่อวงล้อหยุดหมุนจะเลือกสมาชิกของกลุ่มประชากรที่มีตัวชี้ตำแหน่งซึ่งอยู่ ทำเช่นนี้ซ้ำจนได้สมาชิกของกลุ่มประชากรครบตามจำนวนในหนึ่งรุ่น ซึ่งวิธีนี้มีความลำเอียง (Bias Roulette Wheel) ในการเลือกค่อนข้างมากเนื่องจากถ้าโครโมโซม (สมาชิกของกลุ่มประชากรตัวใด) ที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกซ้ำหลายครั้งทำให้สมาชิกของกลุ่มประชากรภายในรุ่นถัดไปของการทำงานมีลักษณะของสมาชิกของกลุ่มประชากรตัวนั้นๆ หลายตัวตามภาพที่ 2.7 เมื่อมีการหมุนวงล้อรูเล็ตต์โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะถูกเลือกได้บ่อยกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย



ภาพที่ 2.7 การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์

2) การคัดเลือกแบบจัดอันดับ (Ranking Selection)

เป็นวิธีการคัดเลือกแบบจัดอันดับจะให้ค่าของโอกาสในการถูกคัดเลือกที่ไม่แปรผันไปตามขนาดของค่าความเหมาะสมซึ่งจะทำให้โครโมโซมทุกตัวมีโอกาสที่จะได้รับการคัดเลือกเป็นประชากรในรุ่นต่อไปมากขึ้น เพื่อที่ใช้ในกรณีที่โครโมโซมบางโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดเด่นกว่าโครโมโซมอื่น ดังแสดงในรูปที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าโอกาสการถูกคัดเลือกของ โครโมโซมที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม (ถูกจัดเป็นอันดับสุดท้าย) ในขณะที่โครโมโซมที่ 2 และ โครโมโซมที่ 4 มีค่าโอกาสในการถูกคัดเลือกที่ใกล้เคียงกันอันเนื่องมาจากมีอันดับที่ติดกัน ซึ่งหากใช้วิธี Roulette Wheel Selection จะทำให้การคัดเลือกไม่มีความหลากหลาย การใช้วิธี Rank Selection เพื่อที่จะให้การคัดเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ด้อยได้มีโอกาสได้รับการคัดเลือก

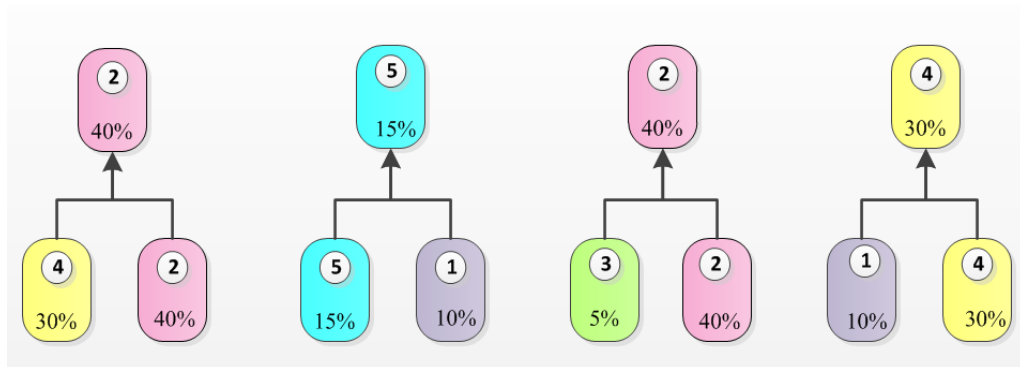


ภาพที่ 2.8 การคัดเลือกแบบจัดอันดับ

3) การคัดเลือกแบบการแข่งขัน (Tournament Selection)

การคัดเลือกแบบการแข่งขันซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกโครโมโซมพ่อแม่พันธุ์ที่ดี เป็นวิธีการที่เหมือนกับการแข่งขันกีฬาโดยจะทำได้โดยการสุ่มแบ่งกลุ่มคัดเลือกโครโมโซม แล้วเลือกเอาโครโมโซมที่ดีที่สุดในกลุ่มนั้นเพื่อหาโครโมโซมผู้ชนะเป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์ต่อไป หลักการจัดการแข่งขันมีดังต่อไปนี้ทำการสุ่มเลือกโครโมโซม สำหรับจัดการแข่งขันขนาด K (Tournament Size) โครโมโซมที่ชนะการแข่งขันและถูกคัดเลือกแล้ว สามารถออกจากการแข่งขันหรืออยู่ต่อ (เพื่อสามารถถูกเลือกได้อีก) ก็ได้เราสามารถปรับขนาดของการแข่งขัน K เพื่อให้ได้ความเข้มข้นในการแข่งขันที่เหมาะสม กล่าวคือถ้า K มีขนาดใหญ่หรือการแข่งขันขนาดใหญ่

โครโมโซมที่ไม่ดีมาก (ค่าการประเมินน้อย) ก็จะมีโอกาสชนะน้อยวิธีการจัดการแข่งขันมีความเหมาะสมในการทำให้ปัญหาความเหลื่อมล้ำของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมหมดไป นอกไปจากนั้นแล้ว วิธีการแข่งขันยังเขียนโปรแกรมได้ง่ายและทำงานเป็นแบบขนานได้ด้วยวิธีนี้ทำให้ช่วยลดปัญหาเรื่องความลำเอียง (Bias) ออกไป

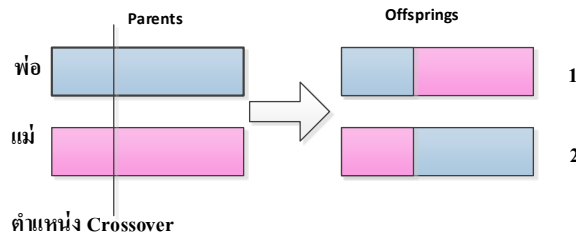


ภาพที่ 2.9 การคัดเลือกแบบการแข่งขัน

2.3.1.5 การดำเนินการสลับสายพันธุ์ (Crossover)

การสลับสายพันธุ์ (Crossover) เป็นกระบวนการที่สำคัญของ ขั้นตอนวิธีเชิงทางพันธุกรรมเมื่อเกิดการสลับสายพันธุ์ ขึ้นในทางพันธุศาสตร์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย ซึ่งอัลกอริทึมพยายามสร้างทางเลือกที่ดีขึ้นโดยการรวมลักษณะที่ดีของแต่ละโครโมโซมเข้าด้วยกัน

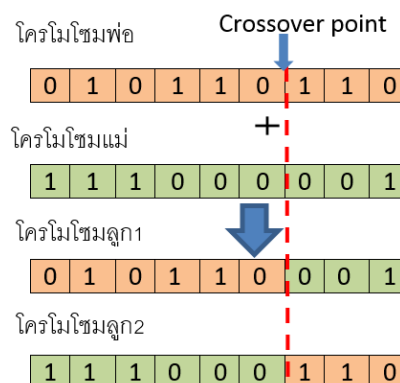
ขั้นตอนในการการสลับสายพันธุ์ คือ จะนำสมาชิกของประชากรที่ผ่านการคัดเลือกมาเป็นคู่ๆ กำหนดให้เป็นสมาชิกรุ่นพ่อกับสมาชิกรุ่นแม่ (Parent Individual) มาผสมกันเพื่อให้ได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมาจากนั้นทำการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างสมาชิกรุ่นพ่อกับสมาชิกรุ่นแม่จากนั้นคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หน้าตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมพ่อ และคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หลังตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมแม่ แล้วนำโครโมโซมที่ได้ทั้งสองมารวมกันเป็นโครโมโซมลูกตัวที่ 1 ส่วนลูกตัวที่สองทำในลักษณะเดียวกันแต่สลับตำแหน่งระหว่างพ่อและแม่ จากตัวอย่างรูปที่ 2.10 การสุ่มเลือกสมาชิกรุ่นพ่อกับสมาชิกรุ่นแม่มาทำการสลับสายพันธุ์จะถูกกำหนดโดยความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธุ์ (Crossover Probability) วิธีการสลับสายพันธุ์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น แบบ One Point, Two Point เป็นต้น การใช้งาน Cross Method นั้นจะขึ้นอยู่กับ การเลือกใช้รูปแบบ Encoding ของ โครโมโซมด้วย



ภาพที่ 2.10 การสุ่มเลือกสมาชิกรุ่นพ่อกับสมาชิกรุ่นแม่มาทำการสลับสายพันธุ์

1) การสลับสายพันธุ์แบบ 1 ตำแหน่ง (One-point Crossover)

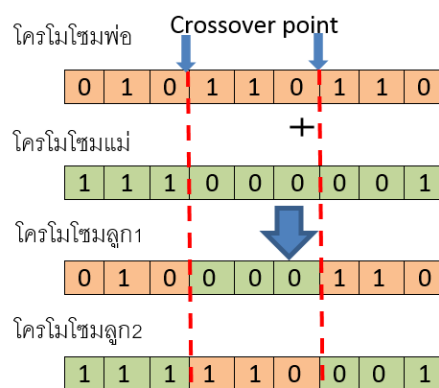
การสลับสายพันธุ์แบบ 1 ตำแหน่งนั้น มีการแลกเปลี่ยนแถวของยีนระหว่างโครโมโซมพ่อแม่ที่มาจับคู่กัน ณ จุดใดจุดเดียวซึ่งเกิดจากการสุ่ม (Random) ดังเช่นภาพที่ 2.11 จุดในการแลกเปลี่ยนโครโมโซมมีจุดเดียวคือตรงจุดที่มีการขีดเส้นเพราะฉะนั้นรุ่นลูกจะทำการคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หน้าตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมของพ่อและคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หลังตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมของแม่มาทั้งหมด ส่วนลูกตัวที่ 2 จะทำสลับกันโดยจะการคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หน้าตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมของแม่และคัดลอกโครโมโซมที่อยู่หลังตำแหน่งที่สุ่มได้จากโครโมโซมของพ่อมาทั้งหมด



ภาพที่ 2.11 การสลับสายพันธุ์แบบ 1 ตำแหน่ง (One-point Crossover)

2) การสลับสายพันธุ์แบบ 2 ตำแหน่ง (Two-point Crossover)

การสลับสายพันธุ์แบบ 2 ตำแหน่งนั้น มีการแลกเปลี่ยนแถวของโครโมโซม ณ จุดสุ่ม 2 จุดดังแสดงในภาพ 2.12 มีความหลากหลายกว่าการทำครอสโอเวอร์แบบจุดเดียวอันจะมีผลให้การเข้าสู่คำตอบของระบบสามารถครอบคลุมพื้นที่ของคำตอบได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการทำครอสโอเวอร์แบบหลายจุดซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมลูกหลานได้มากกว่าการทำครอสโอเวอร์แบบจุดเดียวอาจจะทำให้มีโอกาสเบี่ยงเบนของคำตอบที่มีอยู่ในโครโมโซมลูกหลานได้ในอัตราที่สูงกว่าเช่นกัน



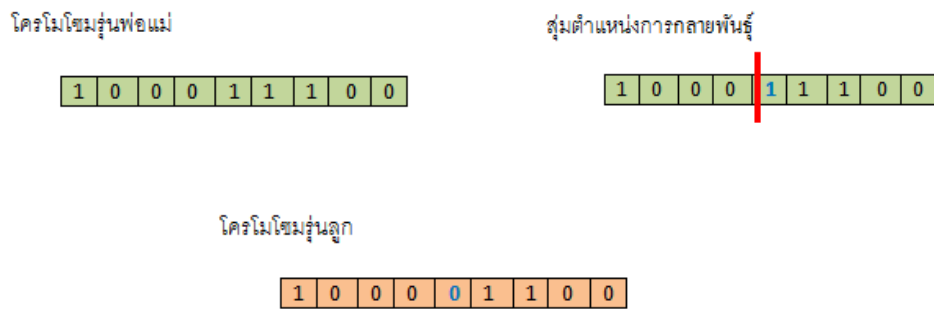
ภาพที่ 2.12 การสลับสายพันธุ์แบบ 2 ตำแหน่ง (Two-Point Crossover)

2.3.1.6 การดำเนินการกลายพันธุ์ (Mutation)

การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการสลับสายพันธุ์ วัตถุประสงค์เพื่อทำให้ค่าของโครโมโซมที่มีอยู่เดิมเกิดการเปลี่ยนแปลง และช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาการเวียนซ้ำอยู่กับค่าใดค่าหนึ่ง (Iteration Search) ขั้นตอนในการกลายพันธุ์โดยทั่วไปคือทำการสุ่มตำแหน่งที่ต้องการการกลายพันธุ์ขึ้นมาภายใต้ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probability of Mutation) ซึ่งได้ทำการกำหนดไว้ในช่วงของการเริ่มกระบวนการ โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าบางส่วนของสมาชิกของกลุ่มประชากร เพื่อให้สมาชิกของกลุ่มประชากรมีความหลากหลายมากขึ้น และเทคนิคในการกลายพันธุ์ส่วนมากจะขึ้นกับการเข้ารหัสโครโมโซม ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.1 เทคนิคการกลายพันธุ์ (Mutation) มีอยู่หลายวิธีเช่น

1) การกลายพันธุ์แบบกลับบิต (Bit-Flipped Mutation)

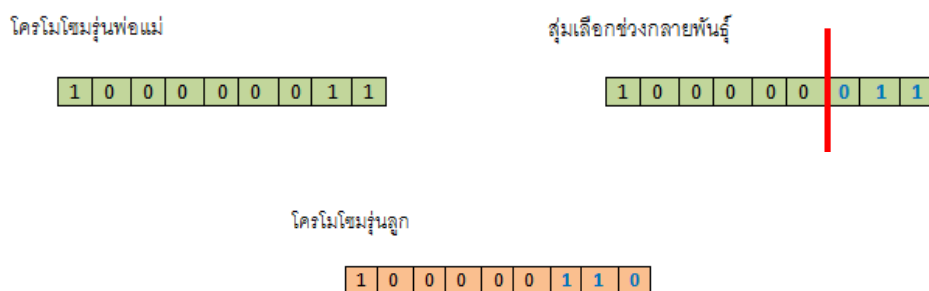
เป็นเทคนิคการกลายพันธุ์ในกรณีที่เข้ารหัสโครโมโซมเป็นเลขฐานสอง สามารถทำได้โดยการกลับค่าบิตเป็นค่าตรงกันข้ามจากค่าเดิม (Complement) คือ จาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 จากตำแหน่งที่สุ่มได้ตามค่าความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ แสดงดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แสดงการกลายพันธุ์แบบกลับบิต

2) การกลายพันธุ์แบบผกผัน (Inversion Mutation)

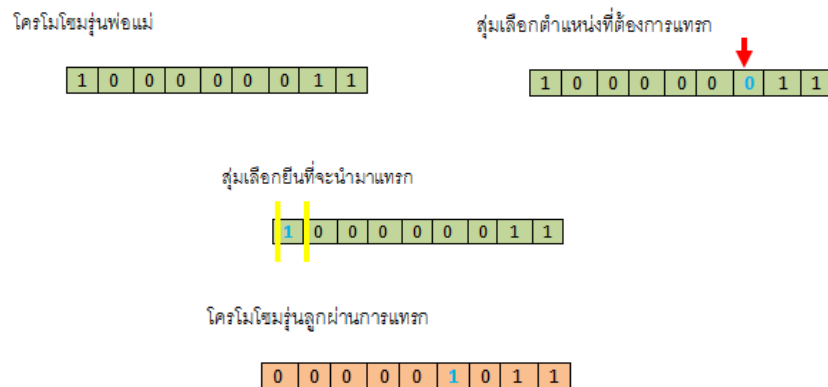
เป็นการสลับตำแหน่งแบบหลังไปหน้า โดยสุ่มเลือกสมาชิกมาหนึ่งตัว ทำการสุ่มเลือกช่วงที่จะทำการกลายพันธุ์และทำการสลับตำแหน่งภายในช่วงการตัด แสดงดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 แสดงการกลายพันธุ์แบบผกผัน

3) การกลายพันธุ์แบบแทรก (Insertion Mutation)

เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งโดยการแทรกตำแหน่ง โดยสุ่มเลือกสมาชิกมาหนึ่งตัว ทำการสุ่มเลือกตำแหน่งที่จะแทรก และทำการสุ่มเลือกยีนที่จะมาแทรกนำค่ายีนที่สุ่มได้เข้ามาทำการแทรกในตำแหน่งที่ถูกสุ่ม แสดงดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 แสดงการกลายพันธุ์แบบแทรก

ในปัจจุบันยังอาจเป็นค่าจำนวนจริง (Real Value Coding) ทำให้มีรูปแบบการกลายพันธุ์อื่นเกิดขึ้นอีกมากมาย อาทิเช่น Uniform Mutation ค่าของยีนจะถูกดัดแปลงภายในค่าพิสัย (Range) ที่กำหนด, Modified Uniform Mutation ยีนจะถูกดัดแปลงโดยค่าคงที่เพียงค่าเดียว และ Non-uniform Mutation การดัดแปลงยีนโดยค่าที่ค่อยๆ ลดลงเมื่อ Generation ค่อยๆ เพิ่มขึ้น เป็นต้น

2.3.1.7 การแทนที่ (Replacement)

การแทนที่เป็นขั้นตอนที่เมื่อผ่านขั้นตอนของการสลับสายพันธุ์และกลายพันธุ์จะทำให้เกิดโครโมโซมลูกหลานเรียบร้อยแล้วและนำโครโมโซมลูกหลานใหม่นี้ ไปแทนที่ประชากรรุ่นเก่า จุดประสงค์ในการแทนที่นั้นค่อนข้างชัดเจน คือการนำโครโมโซมลูกหลานมาแทนที่ประชากรรุ่นก่อนทำให้ประชากรรุ่นใหม่ เป็นโครโมโซมที่ดีกว่าเพราะได้สายพันธุ์ที่ดีจากต้นกำเนิดสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ววิธีในการคัดเลือกกว่าโครโมโซมไหนจะถูกแทนที่มีด้วยกัน 2 วิธีคือ

1) การแทนที่ประชากรทั้งรุ่น (Generational Genetic Algorithm)

ลูกหลานไปแทนที่ประชากรรุ่นเก่าทั้งหมด ดังนั้นถ้าในระบบหนึ่งมีจำนวนประชากรเท่ากับ N จำนวนของโครโมโซมลูกหลานที่จะมาแทนที่จะต้องมียีนขนาด N เช่นกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย เนื่องจากไม่จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนของการคัดเลือกกว่าประชากรส่วนไหนจะถูก

แทนที่ แต่มีข้อเสียคือโครโมโซมที่ดีในรุ่นก่อนจะถูกแทนที่ไปด้วย ซึ่งวิธีแก้ที่ง่ายคือ ก่อนที่จะทำการแทนที่ให้คัดลอกเก็บโครโมโซมที่ดีที่สุด 2-3 ตัวแรกเอาไว้โดยอาจจะใช้วิธีการคัดเลือกหัวกระทิ (Elitist Strategy) กล่าวคือถ้าไม่มีโครโมโซมใหม่ที่ดีกว่าเกิดขึ้น โครโมโซมที่ดีที่สุดจากรุ่นก่อนก็จะถูกเก็บไว้อยู่ตลอดไป และไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ขึ้นทำให้ Genetic Algorithm ไม่สามารถวิวัฒนาการโครโมโซมใหม่ขึ้นมาได้ ถึงแม้ว่าผลของโครโมโซมหัวกระทิจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้แต่วิธีนี้ก็ทำให้ระบบโดยรวมดีขึ้น

2) การแทนที่ประชากรแบบบางส่วน (Partial Genetic Algorithm)

เป็นการนำเอาประชากรลูกหลานไปแทนที่ประชากรเดิมเพียงบางส่วนเท่านั้น โดยมีการคัดลอกประชากรที่จะถูกแทนที่ซึ่งจะพิจารณาจากค่าความเหมาะสมของโครโมโซม โครโมโซมเก่าจะถูกแทนที่ด้วยโครโมโซมใหม่เพียง 1 หรือ 2 ตัวเท่านั้นวิธีในการแทนที่มีอยู่หลายวิธี เช่นการแทนที่ประชากรที่ด้อยที่สุด หรือ การแทนที่ประชากรโดยการสุ่มเลือก เป็นต้น

2.3.1.8 การกำหนดการสิ้นสุดของการทำงาน (Termination Condition)

เมื่อถึงขั้นตอนการแทนที่ประชากร (Population Replacement) จากนั้นเป็นขั้นตอนการตรวจสอบว่าจบกระบวนการแล้วหรือยัง การทำงานของ Genetic Algorithm เป็นวัฏจักรหมุนเวียนอยู่เช่นนี้จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งตามเงื่อนไขโดยอาจสิ้นสุดเมื่อถึงรุ่นตามที่กำหนด หรือ พบคำตอบที่ดีที่สุดตามที่กำหนดไว้หากไม่เข้าเงื่อนไขดังที่กล่าวมาแล้ว ก็ให้กลับไปขั้นตอนการสร้างต้นแบบ แล้วทำงานซ้ำกระบวนการจนกว่าจะพบเงื่อนไขจบการทำงาน

2.3.1.9 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- 1) ขนาดประชากร (Population Size)
- 2) จำนวนรุ่น (Number of Generations)
- 3) ความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธุ์ (Probability of Crossover)
- 4) ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probability of Mutation)
- 5) วิธีการที่ใช้ในการสลับสายพันธุ์ (Method of Crossover)
- 6) วิธีการที่ใช้ในการกลายพันธุ์ (Method of Mutation)

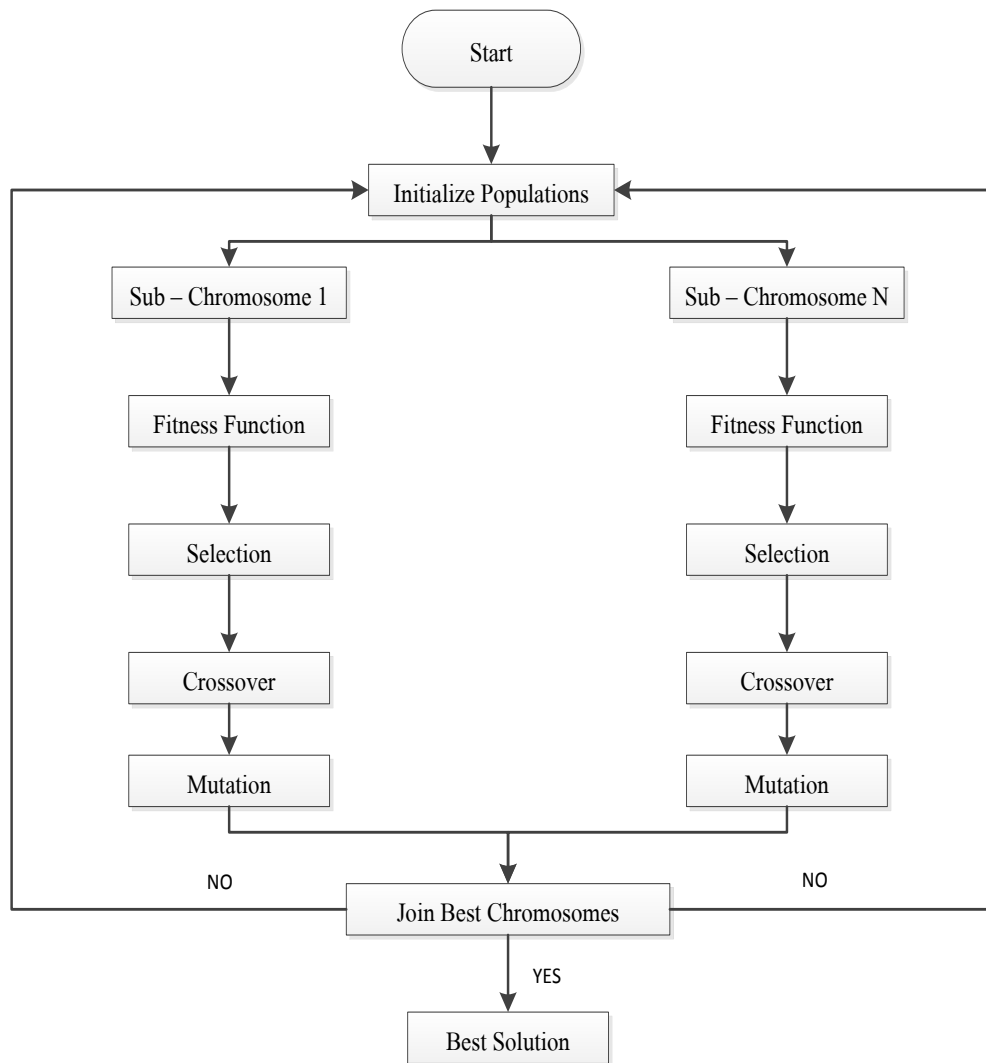
การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอนต่างๆ นั้นเพื่อให้การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีความเหมาะสมที่สุดในการทำงานและแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.3.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน (Co-Operative Co-Evolution Genetic Algorithm: CCGA)

ขั้นตอนเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันถูกพัฒนาขึ้น โดย Potter and De Jong, (1994) การทำงานของขั้นตอนเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการทำงานร่วมกันได้ถูกแสดงให้เห็นชัดเจนในการนำมาใช้กับการหาค่าความเหมาะสม การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่มีพื้นที่ของการค้นหาขนาดใหญ่และโครโมโซมขนาดใหญ่ได้ และสามารถทำให้การหาคำตอบของฟังก์ชันมีความรวดเร็วมากขึ้นโดยมีหลักการ คือ จะทำการค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดจากกลุ่มประชากร โดยทำการแบ่งโครโมโซมออกเป็นโครโมโซมย่อยและสร้างโครโมโซมภายในกลุ่มของตนเองโดยพิจารณาตามลักษณะงานที่ใกล้เคียงกันของในโครโมโซมย่อยเพื่อให้่ายในการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโครโมโซมย่อย

การกำหนดจุดประสงค์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันสามารถกำหนดจุดประสงค์ได้ทั้งแบบจุดประสงค์เดียวหรือแบบหลายจุดประสงค์ การหาค่าความเหมาะสมสามารถใช้วิธีการหาค่าความเหมาะสมโดยการจัดเรียงค่าอันดับของค่าจุดประสงค์หรือการหาค่าความเหมาะสมโดยการนำค่าจุดประสงค์ของแต่ละจุดประสงค์มารวมกัน เมื่อได้ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อยแต่ละตัว จะนำค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดของแต่ละโครโมโซมย่อยมาต่อรวมกันแล้วทำการคำนวณหาค่าความเหมาะสมร่วมกันจึงจะได้ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน เพื่อจะทำให้เกิดคำตอบที่มีตัวแปรตัดสินใจครบตามลักษณะของปัญหาในส่วนของการทำงานการจะเกิดภายในแต่ละกลุ่มของประชากรย่อยจะเริ่มต้นโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบปกติ ซึ่งทุกกลุ่มประชากรย่อยจะต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือ การคัดเลือกสายพันธุ์ การสลับสายพันธุ์ และการกลายพันธุ์

หลังจากผ่านกระบวนการหาความเหมาะสมภายในโครโมโซมย่อย การหาค่าความเหมาะสมแบบทำงานร่วมกัน จะได้โครโมโซมชุดใหม่ที่มีค่าความเหมาะสมแตกต่างกันไป ค่าโครโมโซมที่มีความเหมาะสมที่สุดจะมีโอกาสถูกเลือกไปเป็นประชากรในรุ่นถัด เมื่อทำงานจนครบรอบที่กำหนดจะทำการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดมาเพื่อจะนำไปสร้างเป็นประชากรตั้งต้นต่อไป



ภาพที่ 2.16 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน

จากภาพที่ 2.16 การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการร่วมกันจะเริ่มจากการสุ่มประชากรของแต่ละโครโมโซมย่อย จากนั้นทำการถอดรหัสเป็นค่าของตัวแปรตัดสินใจเพื่อใช้ในการคำนวณฟังก์ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมย่อย ขั้นตอนต่อไปคือ ใช้ตัวดำเนินการต่างๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการวิวัฒนาการ ซึ่งก็คือ การคัดเลือกสายพันธุ์ การสลับสายพันธุ์ และการกลายพันธุ์ หลักจากนั้นจะได้โครโมโซมชุดใหม่ที่มีความเหมาะสมที่ดีที่สุด ต่อมาทำการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดของแต่ละโครโมโซมย่อยมาต่อรวมกัน และทำการหาค่าความเหมาะสมร่วมกันทำงานจนครบรอบหรือครบจำนวนรุ่น ที่กำหนดจะทำการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดมา เพื่อนำไปสร้างเป็นประชากรตั้งต้นต่อไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าม้งงานวิจัยหลายงานที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมด้วยวิธีการต่างๆ เช่น

อรรถวุฒิ ภิรมย์ (2553) ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างกลยุทธ์ในการซื้อขายหลักทรัพย์เพื่อการหาผลกำไรในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์โดยนำเอาแนวทาง Genetic Algorithms, SVM และ Trading Strategies มาประยุกต์เข้าด้วยกันงานวิจัยนี้ทดสอบกับข้อมูลที่อยู่ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยเลือกข้อมูลมา 4 หลักทรัพย์ซึ่งมาจากธุรกิจที่แตกต่างกัน ข้อมูลราคาของหุ้น ที่ใช้เป็นข้อมูลราคาเปิดตลาด ราคาปิดตลาด และมูลค่าการซื้อขายของแต่ละวันอย่างต่อเนื่อง ตามวัน เปิดทำการของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ถูกแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน Training Data และ Testing Data จากนั้นจะนำข้อมูลเป็น Input ให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมหาโครโมโซมที่เหมาะสมของรูปแบบของตัวชี้วัดแต่ละตัว คือ Disparity Index (DISP), Psychological Line (PYS), Relative Strength Index(RSI), On Balance Volume (OBV), Moving Average (MA) จำนวนของการซื้อขาย (Trading) และกลยุทธ์จากตัวชี้วัด (Strategies) ได้มาจากการใช้ วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นตัวสร้างขึ้นแต่ละกลยุทธ์จากตัวชี้วัดได้มาจากการใช้ วิธีเชิงพันธุกรรมหาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดจากกฎซื้อขายที่กำหนด

โดยทำการทดลอง 2 รูปแบบหลังจากได้ผลกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะนำข้อมูลสำหรับการทดสอบมาทดสอบหาผลกำไร และการทดลองอีกรูปแบบหนึ่ง คือ หลังจากที่ได้ผลกลยุทธ์จากตัวชี้วัดแต่ละตัวแล้ว ก่อนที่จะนำ ไปหาผลกำไรด้วยข้อมูลสำหรับทดสอบให้นำมาจัดเรียงเป็นกลยุทธ์รวม (Combined) เพื่อเป็น Input ให้กับตัวแบบ SVM เพื่อได้ผลสรุปของกลยุทธ์กลับมา จากนั้นจึงนำมาทดสอบหาผลกำไรจากข้อมูลทดสอบอีกครั้ง ผลการทดลองกับ 4 หลักทรัพย์จาก 2 อุตสาหกรรม พบว่า วิธีการประยุกต์ใช้ Moving Average ที่ใช้ช่วงเวลา k วันในการคำนวณให้ผลกำไรจากการลงทุนดีที่สุดมากกว่าการซื้อขายแบบ Buy-and-Hold อย่างที่ตามแบบ SVM ให้ผลได้ไม่ด้นัก

ชัยวัฒน์ พิมพะวัฒน์ (2543) ได้พัฒนาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการและการทำงานร่วมกัน ให้เป็นขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการและการทำงานร่วมกันแบบปรับปรุงร่วมกับกลูอิวิริสติกในการแก้ปัญหาการบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการทำงานร่วมกันแบบปรับปรุงที่พัฒนาขึ้นเป็นผลจากการรวมขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเข้ากับวิธีเชิงพันธุกรรมแบบควบคุมความแตกต่าง นอกจากนี้กลยุทธ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแข็งแรงที่พัฒนาขึ้นช่วยเพิ่มความแน่นอนในการ

กำหนดค่าความแข็งแกร่งให้กับสมาชิกแต่ละตัวโดยจะใช้กฎฮิวริสติกในการแบ่งลำดับการบรรจุทั้งหมดเป็นลำดับการบรรจุย่อยสามลำดับ คือลำดับการบรรจุกล่องขนาดใหญ่ลำดับการบรรจุกล่องขนาดกลางและลำดับการบรรจุกล่องขนาดเล็กผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้กฎฮิวริสติกร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการ และการทำงานร่วมกันแบบปรับปรุงมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมอย่างง่าย

ณัฐวุฒิ กิระวุฒิธำรง (2545) ได้ศึกษาการคำนวณแบบขนานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการร่วมกัน โดยทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีหลายจุดประสงค์กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีหลายจุดประสงค์ที่มีวิวัฒนาการร่วมกันกับฟังก์ชันทดสอบ 6 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดในส่วนโค้ง (Convex Pareto Front) ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดในนอกส่วนโค้ง (Non-Convex Pareto Front) ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดมีลักษณะไม่ต่อเนื่อง (Discrete Pareto Front) ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดมีจำนวนมาก (Multi-Model Pareto Front) ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดลวง (Deceptive Pareto Front) ฟังก์ชันที่กลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ (Non-Uniformity Pareto Front) ผลการทดลองพบว่ารูปแบบของกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดแตกต่างกัน ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายจุดประสงค์ที่มีวิวัฒนาการการทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่ดีที่สุดครอบคลุมกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุดดีกว่าขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายจุดประสงค์ทั้งในแง่ของการครอบคลุมกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด และค่าที่หาได้ใกล้เคียงกับกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด

สิทธิชัย เทพไพฑูรย์ (2546) ได้ศึกษาวิธีการพยากรณ์สัญญาณซื้อขายหลักทรัพย์โดยนำเอาแนวทางการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ทางเทคนิค (Technical Analysis) และได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการในการสร้างแบบจำลองในกรณีที่ใช้และไม่ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการแบ่งชุดข้อมูล และทำหน้าที่เลือกชุดฝึกสอนที่เหมาะสมให้กับโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในปี 2535 - 2542 และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน Training Data และ Testing Data ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่มีเสถียรภาพมากกว่าและทำกำไรได้มากกว่า เนื่องจากมีความแม่นยำในการทำนายของแต่ละช่วงเวลาที่กระจายตัวที่ดีกว่า

Chen (2548) ได้นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาหากลยุทธ์การซื้อขาย (Trading Strategies) โดยใช้ ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เข้ามาเป็นพารามิเตอร์ให้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูลที่ผ่านมาในอดีตเพื่อให้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมหาทิศทางความเป็นไปได้สำหรับการการลงทุนที่จะให้ผลกำไรมากที่สุด ซึ่งได้เลือกตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical

Indicators) มาจำนวน 4 ตัว คือ Disparity Index (DISP), Psychological (PSY), Relative Strength Index (RSI) และ On Balance Volume (OBV) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลสำหรับการทดลอง คือ Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) ซึ่งมีขนาดมูลค่าการซื้อขายจำนวนมากใน Taiwan Stock Exchange โดยแบ่งรูปแบบการทดลองนำข้อมูลมาจากสี่ช่วง แต่ละช่วง Training Data = 3 เดือน และ Testing Data = 1 เดือน (เป็นข้อมูลต่อเนื่องกันในแต่ละช่วง) การทำงานของระบบจะมีกำหนดกลยุทธ์โดยสร้างกฎการซื้อขายให้มีกฎ (Rule) 6 รูปแบบคือ Long Entry Rule, Long Exit Rule, Long Stop Rule, Short Entry Rule, Short Exit Rule, Short-Stop Rule ซึ่ง Entry Rule จะเป็นสถานะการซื้อ Exit Rule เป็นสถานะการขาย และ Stop Rule เป็นการหยุดเมื่อขาดทุนหรือไม่กำไร โดย Entry Rule จะถูกตรวจสอบให้ทำงานในกรณีที่ยังไม่มีกรเข้าซื้อใดๆ ก่อนนี้ และ Exit Rule กับ Stop Rule จะตรวจสอบให้ทำงานเมื่อมีการเข้าซื้อมาก่อนแล้วสำหรับสมการ Fitness Function ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือ ผลคูณของกำไรที่ได้รับจากการลงทุนในแต่ละครั้ง

Table 3: Returns of 5 top long strategies

Strategy	Return (%)	Trades
1	45.44	8
2	42.41	9
3	54.99	21
4	48.70	9
5	52.57	8
Average	48.82	11
Buy-and-hold	62.50	1

Table 6: Returns of 5 top long+short strategies

Strategy	Return (%)	Trades
1	90.03	12
2	85.05	9
3	82.26	13
4	82.13	11
5	87.82	17
Average	85.46	12.4
Buy-and-hold	62.50	1

ภาพที่ 2.17 แสดงผลการวิจัยของ Chen

แหล่งที่มา: Chen, 2005.

จากภาพที่ 2.17 โดยผลการทดลอง ในแบบ Long Strategies ที่ให้ค่ากำไรคืนกลับมาเฉลี่ยจาก 5 อันดับสูงสุด = 48.82% มีการซื้อขายที่ 11 ครั้ง ซึ่งน้อยกว่ารูปแบบซื้อวันแรกแล้วขายในวันสุดท้าย (Buy-and-Hold) ที่ได้กำไรเท่ากับ 62.50% และในรูปแบบ Long + Short Strategies ที่ให้ค่าเฉลี่ยจาก 5 อันดับสูงสุด = 85.46 มีการซื้อขายที่ 12.4 ครั้ง ในขณะที่การซื้อขายแบบซื้อครั้งเดียวในวันแรกแล้วไปขายในวันสุดท้าย (Buy-and-Hold) จะได้กำไรที่ 62.50% ซึ่งสรุปได้ว่า การนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้เพื่อหาค่าที่เหมาะสมร่วมกับตัวชี้วัดต่างๆ จะช่วยเพิ่มผลกำไรและลดความเสี่ยงจากการลงทุนได้

Allen and Karjalainen (1999) กล่าวถึงการใช้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อเรียนรู้ Technical Trading Rules สำหรับ Standard and Poor's Composite Stock Index โดยสามารถที่จะระบุช่วงเวลาของหุ้น จากการแสดงผลของตัวชี้วัด กำไรสะสมและความผันผวนของราคานำมาเปรียบเทียบกันด้วยการใช้ Autoregressive Model และ GARCH-AR Model โดยใช้ข้อมูลการซื้อขายในตลาดหลักทรัพย์ S&P500 (Standard & Poor Composite Index) ในวันที่ 3 มกราคม ค.ศ. 1928 ถึง 29 ธันวาคม ค.ศ. 1995 นำผลกำไรที่ได้จากเทคนิคของกฎการซื้อขาย มาเปรียบเทียบกับรูปแบบอย่างง่ายคือการซื้อในวันแรกแล้วขายในวันสุดท้าย (Buy-and-Hold) กำหนดกลยุทธ์โดยสร้างกฎการซื้อขาย จะให้ค่าคืนกลับมาเป็นให้เข้าซื้อ (Buy) และให้ขาย (Sell) หากไม่เข้าในกรณีทั้งสองนี้ ก็ให้ถือครองหุ้นไว้ก่อนในกฎของซื้อขายจะใช้ร่วมกันระหว่าง Moving Average (MA) กับ Trading Rang Break ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงเหตุผลว่าถึงความสัมพันธ์ระหว่างการซื้อ กับ ความผันผวนของราคา ซึ่งพบว่าการเปิดสถานะของการซื้อเมื่อได้ค่ากำไรสะสมเป็นบวก และความผันผวนของราคามีค่าน้อยๆ ในทางตรงข้าม เมื่อค่ากำไรสะสมเป็นลบและมีค่าความผันผวนของราคาสูงก็จะเป็นสถานะให้ขาย

หลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่ได้นำเสนอในบทนี้ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้งานวิจัยนี้ ในบทต่อไปจะได้นำเสนอขั้นตอนรายละเอียดรวมทั้งการนำเอาแนวความคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวถึงในบทนี้ไปประยุกต์ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ดังกล่าวต่อไป

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนวิธีการวิจัยเพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์ โดยใช้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน (Co-Operative Co-Evolution Genetic Algorithm)

3.1 กฎของการซื้อขาย

งานวิจัยนี้ ใช้ตัวชี้วัด 4 ตัวในกฎการซื้อขายโดยกฎแต่ละกฎจะประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ พารามิเตอร์เหล่านี้จะถูกกำหนดโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน กฎการซื้อขายประกอบด้วย 3 กฎ คือ

1) กฎการซื้อ (Entry Rule) จะตรวจสอบค่าของตัวชี้วัดทั้ง 4 ตัวถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจะทำการซื้อหุ้นด้วยเงินทั้งหมดที่มีหลังจากหักค่าคอมมิชชั่น ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

Entry Rule

```
IF Entry_Rule_Position = false AND  
   DISP (t - l1, n1) op1 θ1% AND  
   PSY (t - l2, n2) op2 θ2% AND  
   RSI (t - l3, n3) op3 θ3% AND  
   OBV (t - l4, n4) op4 θ4%  
THEN  
   Entry_Rule_Position = true
```

ตัวอย่าง กฎการซื้อขายต่อไปนี้จะหมายถึงถ้าค่า DISP จำนวนในช่วง 5 วัน ณ 3 วันก่อนนี้ มีค่ามากกว่า 20% และ PSY จำนวนในช่วง 20 วัน ณ วันนี้มีค่าน้อยกว่า 30% และ RSI จำนวนในช่วง 10 วัน ณ 2 วันก่อนหน้านี้มีค่าน้อยกว่า 60% และ OBV จำนวนในช่วง 15 วัน ณ เมื่อวาน มีค่ามากกว่า 15% ให้ซื้อหุ้นด้วยจำนวนเงินทั้งหมดที่มีอยู่ ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

Entry Rule

IF Entry_Rule_Position = true AND
 DISP (t - 3, 5) > 20% AND
 PSY (t - 0, 20) < 30% AND
 RSI (t - 2, 10) < 60% AND
 OBV (t - 1, 15) > 15%
 THEN
 Entry_Rule_Position = true

2) กฎการขาย (Exit Rule) จะตรวจสอบค่าของตัวชี้วัดทั้ง 4 ตัวถ้าเงื่อนไขเป็นจริง และมีการซื้อก่อนหน้านี้ ให้ขายหุ้นทั้งหมดที่มีอยู่ ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

Exit Rule

IF Entry_Rule_Position = true AND
 DISP (t - 15, n5) op5 05% AND
 PSY (t - 16, n6) op6 06% AND
 RSI (t - 17, n7) op7 07% AND
 OBV (t - 18, n8) op8 08%
 THEN
 Entry_Rule_Position = false

ตัวอย่าง กฎการซื้อขายต่อไปนี้จะหมายถึงถ้าค่า DISP จำนวนในช่วง 5 วัน ณ 3 วันก่อนนี้มีค่ามากกว่า 15% และ PSY จำนวนในช่วง 20 วัน ณ วันนี้มีค่าน้อยกว่า 70% และ RSI จำนวนในช่วง 10 วัน ณ 2 วันก่อนนี้มีค่าน้อยกว่า 30% และ OBV จำนวนในช่วง 15 วัน ณ เมื่อวานมีค่ามากกว่า 15% ให้ซื้อหุ้นด้วยจำนวนเงินทั้งหมดที่มีอยู่

Exit Rule

IF Entry_Rule_Position = true AND
 DISP (t - 3, 5) > 15% AND
 PSY (t - 0, 20) < 70% AND
 RSI (t - 2, 10) < 30% AND
 OBV (t - 1, 15) > 15%
 THEN
 Entry_Rule_Position = false

3) กฎการหยุด (Stop Rule) เมื่อผลต่างระหว่างราคาหุ้นเมื่อวาน และราคาหุ้นเปิดของวันนี้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับราคาหุ้นเมื่อวานมากกว่าค่า Stop_Threshold ให้ทำการขายหุ้นทั้งหมด ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

Stop Rule

IF Price_type = 1

Y_price = Open Yesterday

IF Price_type = 2

Y_price = Close Yesterday

IF Price_type = 3

Y_price = Low Yesterday

IF Price_type = 4

Y_price = Average Yesterday

IF Price_type = 5

Y_price = High Yesterday

Price difference = (Y_price – Open_today)/ Y_price *100

IF (Price difference > Stop threshold)

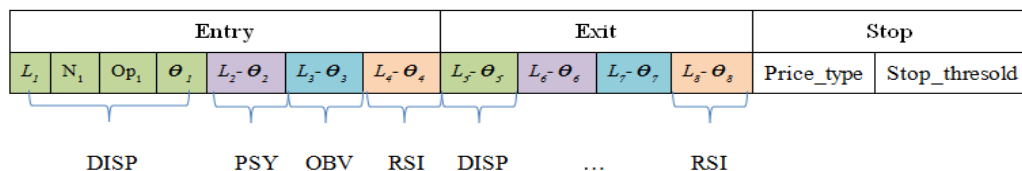
THEN

Entry Rule position = false

สำหรับราคาหุ้นเมื่อวานนี้อาจใช้ราคา Open Yesterday, Close Yesterday, Low Yesterday, Average Yesterday และ High Yesterday ทั้งนี้ขึ้นกับค่า Price_type

3.2 การเข้ารหัสของโครโมโซม

การเข้ารหัสของโครโมโซมเพื่อแทนพารามิเตอร์ต่างๆ ในกฎทั้งสามแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



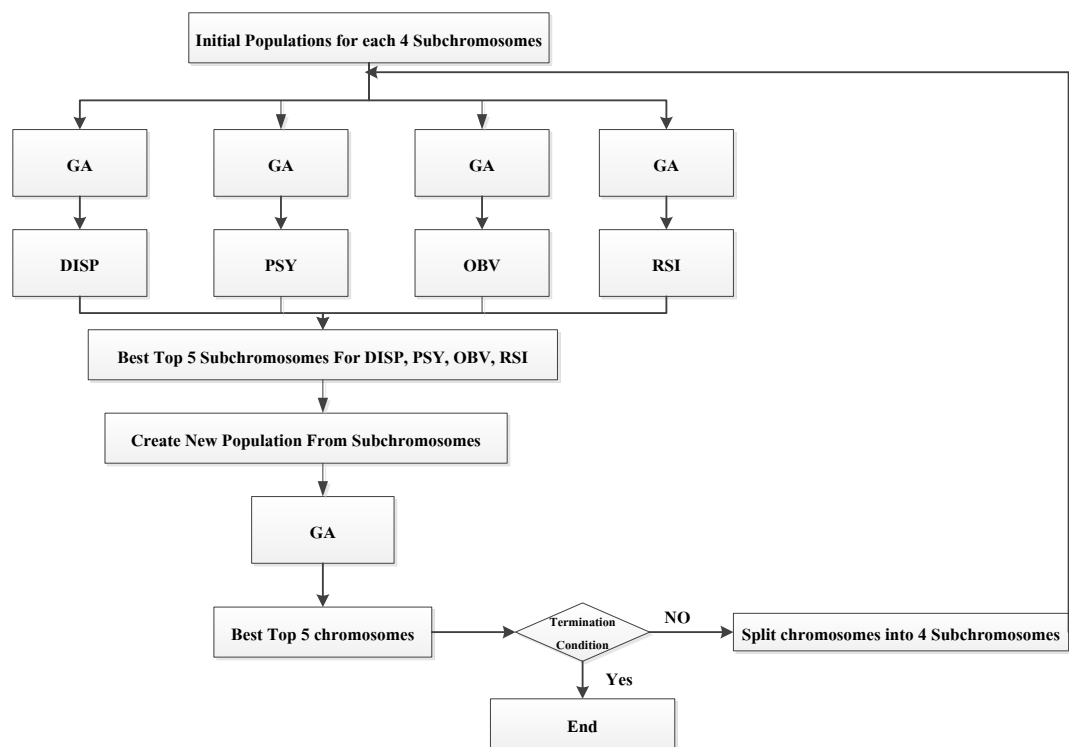
ภาพที่ 3.1 แสดงการเข้ารหัสของโครโมโซม

ภาพที่ 3.1 แสดงการเข้ารหัสโครโมโซมของพารามิเตอร์ต่างๆ ของกฎทั้งสามซึ่งประกอบด้วย Entry Rule และ Exit Rule อย่างละ 16 ตัว และ Stop Rule จำนวน 2 ตัว คือ Price_type และ Stop_threshold ค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวจะเป็นค่าจำนวนจริงระหว่าง [0 - 1] สำหรับพารามิเตอร์ L_i , N_i จะนำมาคูณ 100 เพื่อให้เป็นค่าไม่เกิน 100 วัน ค่า op จะทำการปิดค่าให้ขึ้นหรือลงให้เป็นค่า 0 กับ 1 ถ้ามีค่าเป็น (0 คือ > และ 1 คือ <) โดยถ้าค่าที่ได้จุด 5 ให้ปิดขึ้น ต่ำกว่าจุด 5 ให้ปิดลง ค่า θ จะนำมาคูณด้วย 100 เพื่อให้เป็นเปอร์เซ็นต์ ค่า Price_type จะคูณด้วย 5 แล้ว

ทำการปิดเศษถ้าเกินจุด 5 ให้ปิดขึ้น ถ้าต่ำกว่าจุด 5 ให้ปิดลง โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าจำนวนเต็มระหว่าง 0-5 ถ้าค่าที่ได้คือ 0 จะให้มีค่า 1 สำหรับค่า 1-5 แทนค่าของ Open Yesterday, Close Yesterday, Low Yesterday, Average Yesterday และ High Yesterday ตามลำดับ ค่า Stop_threshold จะคูณด้วย 2 ให้เป็นเปอร์เซ็นต์การยอมรับการขาดทุนที่ไม่ให้เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

3.3 ขั้นตอนการหากลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์โดยวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน (Co-operative) มาใช้สร้างกฎการซื้อขายหลักทรัพย์ที่ดีที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงแนวความคิดของวิธีการที่นำเสนอ

ภาพที่ 3.2 ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยราคาเปิดตลาด ราคาปิดตลาด ราคาต่ำสุด ราคาสูงสุด และมูลค่าการซื้อขายของหุ้นแต่ละวันอย่างต่อเนื่อง ตามวันเปิดทำการของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และ ตลาดหลักทรัพย์เอ็มเอไอ โดยข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) และข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing Data) การทำงานเป็นแบบมี

วิวัฒนาการการทำงานร่วมกัน โดยนำข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับ Genetic Algorithm เพื่อหาโครโมโซมที่ดีที่สุดของกฎการซื้อขายหุ้น

3.3.1 โครโมโซมย่อย (Sub Chromosome)

การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีวิวัฒนาการการทำงานร่วมกันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่มีพื้นที่ของค้นหาขนาดใหญ่ (โครโมโซมมีขนาดใหญ่ได้) โดยมีหลักการ คือ แบ่งโครโมโซมออกเป็นโครโมโซมย่อย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งโครโมโซมย่อยตามแต่ละตัวชี้วัดดังภาพที่ 3.3 - 3.6

DISP									
Entry				Exit				Stop	
$l1$	$n1$	$op1$	$\theta1$	$l5$	$n5$	$op5$	$\theta5$	$Price_type$	$Stop_threshold$

ภาพที่ 3.3 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ DISP

PSY									
Entry				Exit				Stop	
$l2$	$n2$	$op2$	$\theta2$	$l6$	$n6$	$op6$	$\theta6$	$Price_type$	$Stop_threshold$

ภาพที่ 3.4 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ PSY

OBV									
Entry				Exit				Stop	
$l3$	$n3$	$op3$	$\theta3$	$l7$	$n7$	$op7$	$\theta7$	$Price_type$	$Stop_threshold$

ภาพที่ 3.5 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ OBV

RSI									
Entry				Exit				Stop	
$l4$	$n4$	$op4$	$\theta4$	$l8$	$n8$	$op8$	$\theta8$	$Price_type$	$Stop_threshold$

ภาพที่ 3.6 แสดงรูปแบบโครโมโซมย่อยของ RSI

หลังจากใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับประชากรของโครโมโซมย่อยแต่ละตัวจนได้โครโมโซมย่อยที่มีความเหมาะสมที่สุดจำนวนหนึ่งแล้วจะนำโครโมโซมย่อยของแต่ละประชากรมาต่อรวมกันเพื่อให้ได้เป็นโครโมโซมรวมที่จะใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ค้นหาโครโมโซมรวมที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุด

การนำโครโมโซมย่อยมารวมกันจะถูกนำมารวมกันในทุกรูปแบบการจัดหมู่ (Combination) ที่เป็นไปได้ ส่วนพารามิเตอร์ของ Stop Rule จะทำการเลือกโดยการสุ่มจากค่าของแต่โครโมโซมย่อยที่นำมารวมกัน ตัวอย่างเช่น

โครโมโซมย่อยที่ดีที่สุดจำนวน 5 โครโมโซมดังภาพที่ 3.7 - 3.10

DISP									
Entry				Exit				Stop	
$l1$	$n1$	$op1$	$\theta1$	$l5$	$n5$	$op5$	$\theta5$	$Price_type$	$Stop_threshold$
0.32	0.08	0.22	0.05	0.39	0.99	0.35	0.28	0.61	0.72
0.16	0.03	0.27	0.09	0.40	0.45	0.16	0.03	0.45	0.83
0.32	0.08	0.22	0.05	0.39	0.99	0.35	0.28	0.50	0.61
0.87	0.06	0.22	0.04	0.38	0.98	0.29	0.28	0.45	0.83
0.78	0.06	0.30	0.53	0.61	0.38	0.78	0.06	0.73	0.52

ภาพที่ 3.7 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย DISP

PSY									
Entry				Exit				Stop	
$l2$	$n2$	$op2$	$\theta2$	$l6$	$n6$	$op6$	$\theta6$	$Price_type$	$Stop_threshold$
0.80	0.01	0.20	0.73	0.15	0.22	0.81	0.31	0.99	0.35
0.68	0.45	0.29	0.35	0.16	0.73	0.68	0.45	0.12	0.86
0.80	0.01	0.20	0.73	0.15	0.22	0.81	0.31	0.45	0.35
0.77	0.12	0.61	0.50	0.65	0.77	0.12	0.15	0.12	0.86
0.45	0.01	0.20	0.73	0.15	0.22	0.81	0.31	0.99	0.31

ภาพที่ 3.8 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย PSY

OBV									
Entry				Exit				Stop	
$l3$	$n3$	$op3$	$\theta3$	$l7$	$n7$	$op7$	$\theta7$	$Price_type$	$Stop_threshold$
0.50	0.65	0.77	0.26	0.37	0.72	0.10	0.27	0.94	0.55
0.20	0.43	0.60	0.22	0.96	0.15	0.87	0.16	0.47	0.91
0.43	0.56	0.64	0.26	0.37	0.72	0.10	0.27	0.99	0.87
0.80	0.01	0.20	0.73	0.96	0.65	0.87	0.16	0.41	0.90
0.43	0.56	0.64	0.26	0.37	0.72	0.10	0.27	0.50	0.24

ภาพที่ 3.9 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย OBV

RSI									
Entry				Exit				Stop	
$l4$	$n4$	$op4$	$\theta4$	$l8$	$n8$	$op8$	$\theta8$	$Price_type$	$Stop_threshold$
0.37	0.36	0.51	0.77	0.64	0.59	0.53	0.41	0.21	0.65
0.45	0.65	0.58	0.21	0.65	0.65	0.14	0.65	0.38	0.87
0.14	0.98	0.85	0.23	0.87	0.24	0.36	0.75	0.98	0.24
0.41	0.58	0.19	0.16	0.64	0.59	0.53	0.41	0.85	0.85
0.44	0.88	0.23	0.36	0.54	0.89	0.35	0.74	0.74	0.65

ภาพที่ 3.10 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดของโครโมโซมย่อย RSI

โครโมโซมย่อยเหล่านี้จะถูกนำมารวมกันในทุกรูปแบบการจัดหมู่ (Combination) ได้
รูปแบบโครโมโซมรวมเริ่มต้นเท่ากับ $5^4 = 625$ โครโมโซมดังภาพที่ 3.11

DISP				PSY				OBV				RSI				Stop	
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	a1	b1
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	a2	b2
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l3	n3	op3	seta3	a3	b3
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l4	n4	op4	seta4	a4	b4
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l5	n5	op5	seta5	a3	b3
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	l1	n1	op1	seta1	a2	b2
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	l2	n2	op2	seta2	a1	b1
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	l3	n3	op3	seta3	a4	b4
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	l4	n4	op4	seta4	a1	b1
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l2	n2	op2	seta2	l5	n5	op5	seta5	a2	b2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
l5	n5	op5	seta5	l5	n5	op5	seta5	l5	n5	op5	seta5	l4	n4	op4	seta4	a4	b4
l5	n5	op5	seta5	l5	n5	op5	seta5	l5	n5	op5	seta5	l5	n5	op5	seta5	a1	b1

ภาพที่ 3.11 แสดงตัวอย่างโครโมโซมย่อยจะถูกนำมารวมกันในทุกรูปแบบการจัดหมู่

สำหรับค่าพารามิเตอร์ของ Stop Rule จะทำการเลือกโดยการสุ่มจากค่าพารามิเตอร์เหล่านี้
ของโครโมโซมย่อยทั้งสี่ที่นำมาประกอบรวมกัน ดังภาพที่ 3.12

DISP				PSY				OBV				RSI				Stop			
l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	l1	n1	op1	seta1	a1	b1	DISP	
																	a2	b2	PSY
																	a3	b3	OBV
																	a4	b4	RSI

ภาพที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการสุ่มเลือกค่าพารามิเตอร์ Stop Rule จากค่าทั้งสี่โครโมโซมที่เป็นไปได้

ตัวอย่าง ผลลัพธ์ของโครโมโซมรวมแสดงให้เห็นในภาพที่ 3.13

Entry				Exit				Stop	
11- θ_1	12- θ_2	13- θ_3	14- θ_4	15- θ_5	16- θ_6	17- θ_7	18- θ_8	Price_type	Stop_threshold
0.32	0.80	0.20	0.41	0.38	0.13	0.96	0.64	0.99	0.86
0.65	0.45	0.12	0.98	0.45	0.11	0.65	0.87	0.87	0.12
0.50	0.21	0.61	0.16	0.85	0.75	0.51	0.15	0.61	0.56
0.54	0.87	0.33	0.98	0.14	0.65	0.14	0.95	0.65	0.87
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
0.87	0.01	0.43	0.37	0.39	0.07	0.37	0.64	0.45	0.83
DISP		PSY	OBV	RSI	DISP	...	RSI		

ภาพที่ 3.13 แสดงตัวอย่างโครโมโซมที่ดีที่สุดต่อรวมกัน

3.3.2 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ของโครโมโซม

งานวิจัยนี้จะใช้ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมย่อยและโครโมโซมรวม คือ ผลกำไรรวมในช่วงการซื้อขายโดยใช้กฎการซื้อขายที่สร้างจากโครโมโซม ดังนี้

$$fitness(chromosome) = total\ trading\ profit$$

การซื้อขายจะกำหนดให้มีจำนวนเงินเริ่มต้นเท่ากับ 100,000 บาท ทำการวน Loop ซื้อขายตามจำนวน Record ของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยใช้กฎการซื้อขาย คือ

1) กฎการซื้อ (Entry Rule) จะทำการเข้าซื้อเมื่อในขณะนั้นยังไม่ได้ทำการซื้อหุ้น และทำการตรวจสอบเงื่อนไข DISP, PSY, OBV, RSI ถ้าเงื่อนไขผ่านจึงจะทำการซื้อหุ้นด้วยจำนวนเงินทั้งหมดที่มีหลังจากหักค่า Commission เรียบร้อยแล้ว

2) กฎการขาย (Exit Rule) จะทำการขายหุ้นทั้งหมดเมื่อมีหุ้นอยู่ ตรวจสอบเงื่อนไข DISP, PSY, OBV, RSI ถ้าเงื่อนไขผ่านจึงจะทำการขายหุ้นที่มีอยู่ทั้งหมดรวมทั้งคำนวณกำไรที่ได้ในแต่ละครั้ง

3) กฎการหยุด (Stop Rule) จะทำการหยุด และขายหุ้นทั้งหมดที่มีรวมทั้งคำนวณกำไรที่ได้ในแต่ละครั้ง

4) End Period จะทำเมื่อเป็นวันสุดท้าย จะทำการขายหุ้นทั้งหมดที่มีรวมทั้งคำนวณผลรวมกำไรที่ได้ทั้งหมด

3.3.3 การคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection)

การคัดเลือกแบบการแข่งขัน (Tournament Selection) เป็นการคัดเลือกโครโมโซมพ่อแม่พันธุ์ที่ดีที่เหมือนกับการแข่งขันกีฬาโดยจะทำการสุ่มโครโมโซมจำนวน K ตัวแล้วเลือกเอาโครโมโซมที่ค่าความเหมาะสมที่สุดในกลุ่มนั้นเพื่อเป็นโครโมโซมผู้ชนะที่ถูกคัดเลือกเพื่อกำเนิดสายพันธุ์ต่อไป

3.3.4 สลับสายพันธุ์ (Crossover)

การสลับสายพันธุ์จะเป็นการสร้างโครโมโซมชุดใหม่ที่เรียกว่าโครโมโซมลูกจากโครโมโซมพ่อแม่ 2 โครโมโซมซึ่งขั้นตอนทางพันธุกรรมพยายามสร้างทางเลือกที่ดีขึ้นโดยการรวมลักษณะที่ดีของแต่ละโครโมโซมเข้าด้วยกัน เนื่องจากการคัดเลือกสายพันธุ์จะเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีมาสลับสายพันธุ์จะส่งผลให้โครโมโซมในรุ่นต่อไปมีความเหมาะสมที่ดีขึ้นเรื่อยๆ

การสลับสายพันธุ์จะถูกควบคุมด้วยค่าความน่าจะเป็นที่กำหนดที่จะสลับสายพันธุ์ P_c ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการการสลับสายพันธุ์แบบ 2 จุด (Two-Point Crossover)

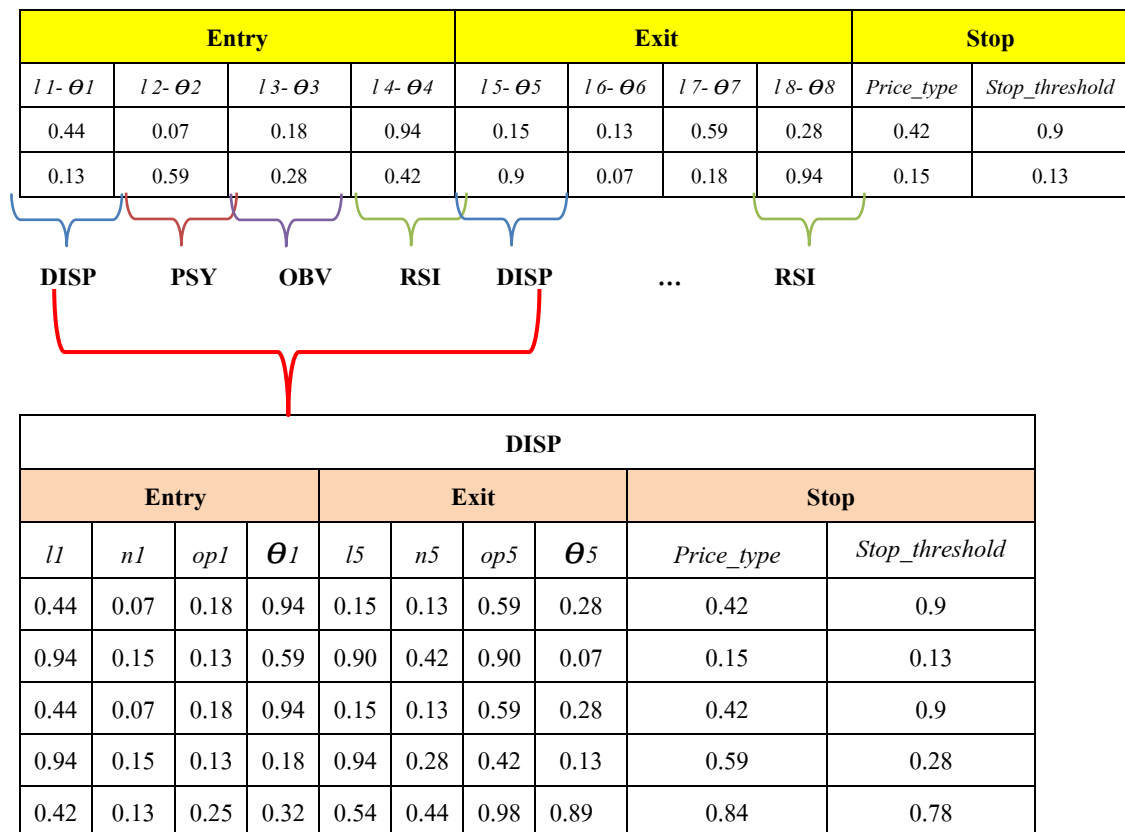
3.3.5 การกลายพันธุ์ (Mutation)

การกลายพันธุ์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากการสลับสายพันธุ์โครโมโซมรุ่นลูกที่ได้จะถูก ดัดแปลงบางส่วนของโครโมโซมให้มีค่าเปลี่ยนไปเพื่อให้สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นโครโมโซมที่ดีขึ้นหรือแย่กว่าเดิมก็ได้ หากโครโมโซมใหม่ที่ได้เป็นโครโมโซมที่เลวลงโครโมโซมนี้จะถูกคัดออกไปในขั้นตอนการถูกคัดเลือกเอง วัตถุประสงค์ของการกลายพันธุ์ คือ เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล และสร้างความหลากหลายของข้อมูลการกลายพันธุ์จะถูกควบคุมด้วยค่าความน่าจะเป็นว่าจะทำการกลายพันธุ์กับโครโมโซมหรือไม่ (P_m)

การกลายพันธุ์จะเริ่มจากการสุ่มตำแหน่งยีนส์ภายในโครโมโซมที่จะถูกกลายพันธุ์ Uniform Mutation แล้วทำการสุ่มค่ายีนส์ใหม่ที่อยู่ในค่าพิสัยที่กำหนด (Range)

3.3.6 การแยกโครโมโซมร่วมเพื่อสร้างประชากรเริ่มต้นให้กับโครโมโซมย่อย

เมื่อผ่านกระบวนการของ Genetic Algorithm จนได้โครโมโซมร่วมที่มีค่าความเหมาะสมที่สุดแบบทำงานร่วมกันมา แล้วทำการแยกโครโมโซมกลับไปเป็นโครโมโซมย่อยของแต่ละตัวชี้วัดเพื่อเป็นประชากรเริ่มต้นให้กับแต่ละโครโมโซมย่อยสำหรับการทำงานในวงรอบถัดไป โครโมโซมรวมให้เป็นโครโมโซมย่อยตัวอย่างการแยกแสดงในภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แสดงรูปการแยกโครโมโซมรวมเป็นโครโมโซมย่อยของ DISP

3.2.7 การกำหนดการสิ้นสุดการทำงาน (Termination Condition) ของ Genetic

Algorithm และจำนวนวงรอบในการทำงาน

กระบวนการทำงานของ Genetic Algorithm มีลักษณะเป็น วัฏจักรหมุนเวียนจนกระทั่งถึงเงื่อนไขการหยุดทำงานเป็นจริง ในงานวิจัยนี้จะใช้เงื่อนไข คือ จำนวนรุ่นในการทำงานของ Genetic Algorithm ในงานวิจัยนี้จะทำงานจำนวน 60 รุ่น (Generations) สำหรับรันตอนทั้งหมดจะถูกทำงานเป็นจำนวนทั้งหมด 5 รอบ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 วิธีการทดลอง

การทดลองจะทำกับหุ้น 10 ตัวจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และตลาดหลักทรัพย์เอ็มเอไอ ดังนี้

- 1) บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน): CPF
- 2) ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน): SCB
- 3) บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน): LH
- 4) บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน): HTC
- 5) บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน): PTT
- 6) บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน): SCC
- 7) บริษัท บิ๊กซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน): BIGC
- 8) บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน): CK
- 9) บริษัท บรูกเคอร์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน): BROOK
- 10) บริษัท คันทรี กรุ๊ป ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน): CGD

4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Training Set และ Testing Set ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรายละเอียดช่วงข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

Stock	Training Data		Testing Data	
	Start	End	Start	End
CPF	2/1/2546	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
SCB	2/1/2546	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
LH	2/1/2547	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
HTC	2/1/2546	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
PTT	2/1/2546	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
SCC	2/1/2546	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
BIGC	6/1/2547	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
CK	6/1/2547	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
BROOK	6/1/2547	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556
CGD	6/1/2547	30/12/2553	1/04/2554	26/12/2556

4.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม แสดงใน ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

พารามิเตอร์	รายละเอียด
Population size	5 (รอบแรกประชากร = 300)
Chromosome length	44
The selection method	Tournament (K =4)
The crossover method	two-point crossover
The crossover rate (P_c)	0.65
The mutation method	uniform mutation
The mutation rate (P_m)	0.001
The replacement method	uniform replacement
The number of generations	60

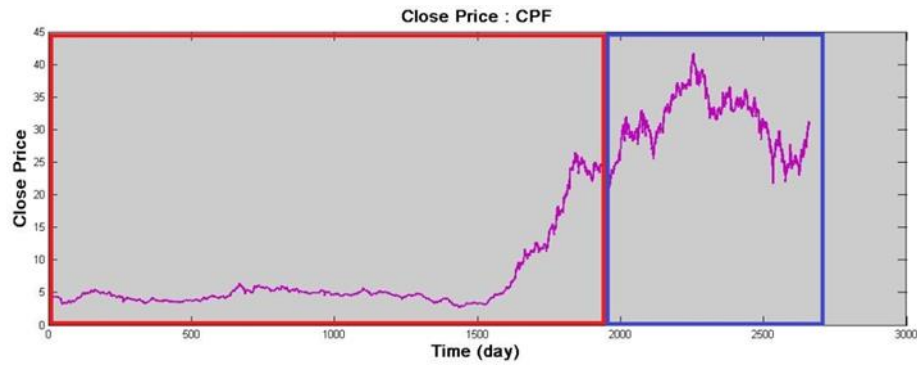
4.4 ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ทำการเปรียบเทียบกำไรที่ได้จากวิธีการที่เสนอใหม่กับวิธีการแบบที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) Proposed Method: ผลจากการใช้ตัวชี้วัดในโครโมโซมทั้งหมด 4 ตัวพร้อมกัน คือ DISP, PSY, RSI และ OBV ในการเรียนรู้พร้อมกันด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันแล้วทดสอบด้วยข้อมูลสำหรับการทดสอบ
- 2) Buy-and-Hold (B/H): เป็นการหากำไรการซื้อขายจากรูปแบบซื้อวันแรกของปีแล้วขายวันสุดท้ายของปี ซึ่งในแต่ละปีจะมีการซื้อขายเพียงแค่ครั้งเดียวเท่านั้น
- 3) Disparity Index (DISP (GA)): ใช้ตัวชี้วัด DISP เท่านั้นในโครโมโซมในการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
- 4) Psychological Line (PSY (GA)): ใช้ตัวชี้วัด PSY เท่านั้นในโครโมโซมในการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
- 5) On Balance Volume (OBV (GA)): ใช้ตัวชี้วัด OBV เท่านั้นในโครโมโซมในการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
- 6) Relative Strength Index (RSI (GA)): ใช้ตัวชี้วัด RSI เท่านั้นในโครโมโซมในการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน
- 7) Relative Strength Index (RSI 14): เป็นการคำนวณหาสัญญาณย้อนหลัง 14 วัน โดยถ้าค่า RSI ที่คำนวณมา ได้น้อยกว่า 30% ให้ถือได้ว่าเป็นสัญญาณในการซื้อถ้าค่า RSI ที่คำนวณมาได้มากกว่า 70% ให้ถือได้ว่าเป็นสัญญาณในการขาย
- 8) On Balance Volume (OBV14): เป็นการคำนวณหาสัญญาณย้อนหลัง 14 วัน โดยถ้าค่า OBV ที่คำนวณมา ได้น้อยกว่า 40% ให้ถือได้ว่าเป็นสัญญาณในการซื้อถ้าค่า OBV ที่คำนวณมาได้มากกว่า 60% ให้ถือได้ว่าเป็นสัญญาณในการขาย
- 9) Exponential Moving Average (EMA5): เป็นการซื้อขายโดยการหาเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักของราคาหุ้นย้อนหลัง 5 วันโดยถ้าราคาปิดมากกว่า EMA (5) ถือว่าเป็นสัญญาณในการซื้อ แต่ถ้าราคาน้อยกว่า EMA (5) ส่งสัญญาณในการขาย

แสดงผลแยกตามหุ้นแต่ละรายการดังนี้

บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน): CPF



ภาพที่ 4.1 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CPF ปี 2546-2556

จากภาพที่ 4.1 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) ในช่วงปี 2546-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) ในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.3 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CPF รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
CPF	Proposed Method	35,230.00	6	2,561.09	2	1,340.34	2
	Buy and Hold	30,870.11	1	1,745.64	1	-7,815.02	1
	DISP(GA)	33,890.00	5	2,432.00	2	680.00	1
	PSY(GA)	32,890.00	5	1,892.23	1	534.23	1
	RSI(GA)	32,102.90	5	1,800.23	1	0.00	0
	OBV(GA)	32,894.34	4	1,756.98	1	0.00	0
	RSI(14)	20,546.00	5	-9,229.70	3	-10,791.40	3
	OBV(14)	11,896.00	4	-10,987.00	2	-8,987.00	2
	EMA(5)	15,654.00	5	1,056.00	2	-5,987.00	3

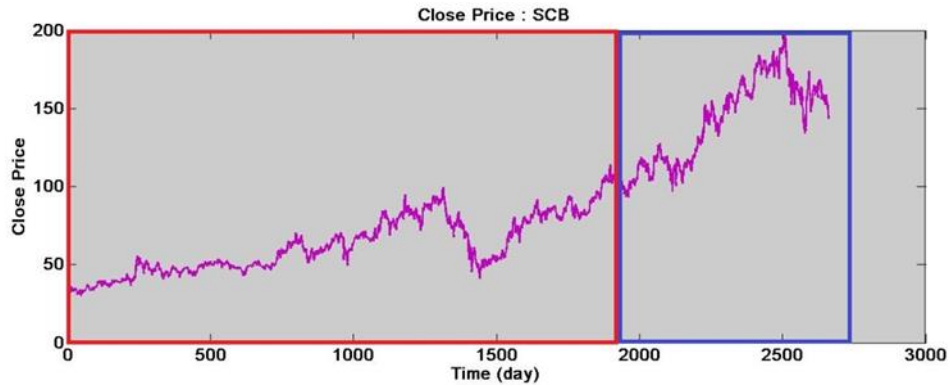
ตารางที่ 4.3 แสดงผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ กับหุ้นของ CPF พบว่าผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากรูปแบบ Proposed Method ดีกว่าวิธีการอื่นๆ ทั้งหมดในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.4 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CPF รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
CPF	Proposed Method	40,892.89	5	2,982.09	4	34,345.00	4
	Buy and Hold	35,865.17	1	-5,735.66	1	25,875.08	1
	DISP(GA)	37,130.93	4	686.65	1	30,423.90	3
	PSY(GA)	36,877.00	4	-1,432.90	1	28,540.56	3
	RSI(GA)	36,984.89	5	0.00	0	28,678.08	3
	OBV(GA)	35,900.54	4	0.00	0	27,943.90	3
	RSI(14)	29,823.00	3	-4,395.00	1	18,932.00	3
	OBV(14)	24,982.83	3	-5,593.34	2	20,904.00	2
	EMA(5)	30,982.03	3	-3,676.98	1	21,932.65	3

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ กับหุ้น CPF แบบรวม 2 ปีและ 3 ปีพบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายในรูปแบบ DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และรูปแบบ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน): SCB



ภาพที่ 4.2 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SCB ปี 2546-2556

จากภาพที่ 4.2 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) ในช่วงปี 2546-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) ในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.5 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCB รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
SCB	Proposed Method	12,205.08	3	57,411.29	4	3,287.19	2
	Buy and Hold	9,925.19	1	49,673.48	1	-21,531.54	1
	DISP(GA)	9,985.13	1	46,167.06	2	2,340.00	1
	PSY(GA)	10,209.45	2	46,987.45	2	0.00	0
	RSI(GA)	8,705.04	1	40,005.34	1	-10,983.09	3
	OBV(GA)	13,234.54	2	48,867.45	2	0.00	0
	RSI(14)	10,015.48	2	30,638.80	3	-9,720.96	2
	OBV(14)	9,432.00	2	30,009.45	4	-15,398.00	3
	EMA(5)	9,003.45	3	26,334.00	4	-15,209.56	3

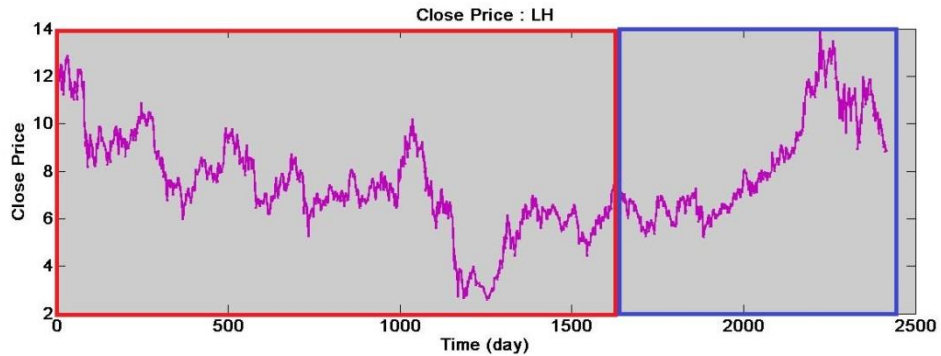
ตารางที่ 4.5 แสดงผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากการซื้อขายด้วยวิธีการต่างๆ กับหุ้น SCB พบว่าการใช้ Proposed Method สามารถทำกำไรเฉลี่ยได้มากกว่าวิธีแบบอื่นๆ ในปี 2555 และปี 2556 ส่วนในปี 2554 วิธีการที่ใช้ตัวชี้วัด OBV เพียงตัวเดียวได้กำไรเฉลี่ยมากกว่าวิธีอื่นๆ

ตารางที่ 4.6 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCB รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
SCB	Proposed Method	74,032.90	4	127,504.90	4	160,340.20	3
	Buy and Hold	68,204.49	1	124,126.56	1	151,875.57	1
	DISP(GA)	72,093.78	4	125,432.90	3	155,984.23	4
	PSY(GA)	70,560.54	2	125,303.54	5	155,052.09	3
	RSI(GA)	69,937.00	2	124,163.00	3	153,932.39	4
	OBV(GA)	69,845.00	3	124,894.00	4	152,982.90	4
	RSI(14)	58,998.75	2	98,032.92	4	130,521.00	4
	OBV(14)	50,023.99	2	60,880.09	3	121,324.00	3
	EMA(5)	50,876.65	3	70,983.00	3	123,044.00	4

ตารางที่ 4.6 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายด้วยวิธีต่างๆ กับของหุ้น SCB รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี พบว่าผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด (มหาชน): LH



ภาพที่ 4.3 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น LH ปี 2547-2556

จากภาพที่ 4.3 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2547-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.7 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น LH รายปี

Stock	Trading Method	2554	Number	2555	Number	2556	Number
		(Baht)	of trades	(Baht)	of trades	(Baht)	of trades
LH	Proposed Method	2,219.48	1	65,092.00	4	1,620.25	2
	Buy and Hold	-4,325.72	1	57,276.00	1	-9,128.96	1
	DISP(GA)	1,153.09	1	54,000.28	2	309.67	1
	PSY(GA)	0.00	0	53,920.74	2	0.00	0
	RSI(GA)	783.00	1	54,000.28	2	686.00	1
	OBV(GA)	0.00	0	50,830.28	2	0.00	0
	RSI(14)	1,470	3	17,101.91	1	-7,464.56	3
	OBV(14)	-2,340.32	3	18,340.09	3	-8,321.98	3
	EMA(5)	-1,398.44	3	14,230.32	4	-5,322.67	2

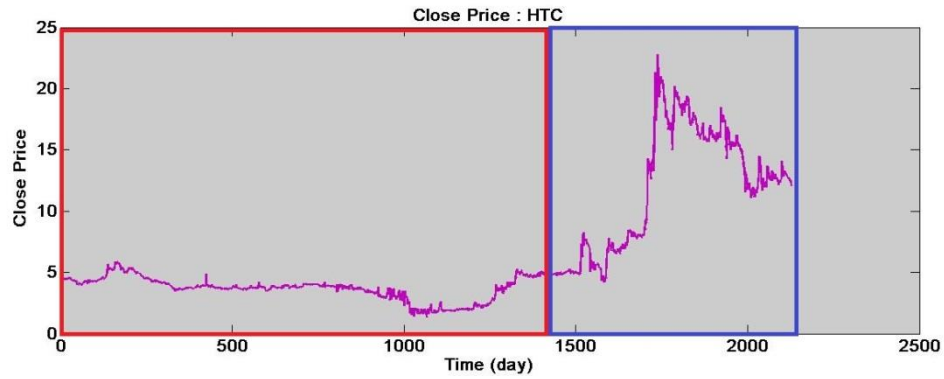
ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยในการซื้อขายหุ้น LH ด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยรูปแบบ DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.8 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น LH รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
LH	Proposed Method	56,390.00	4	50,430.56	3	40,302.09	3
	Buy and Hold	50,017.26	1	43,634.86	1	37,005.56	1
	DISP(GA)	55,093.34	4	45,932.98	4	39,894.89	4
	PSY(GA)	54,893.89	3	45,893.44	3	38,782.33	4
	RSI(GA)	54,783.90	4	44,593.00	5	38,342.60	3
	OBV(GA)	51,892.00	3	43,982.90	4	36,892.45	4
	RSI(14)	52,494.00	3	44,884.00	2	36,435.94	4
	OBV(14)	48,633.83	4	37,988.78	2	32,751.30	4
	EMA(5)	48,109.23	4	43,444.49	2	30,955.85	4

ตารางที่ 4.8 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายหุ้นด้วยวิธีการต่างๆ กับหุ้น LH รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV(GA), RSI (14),OBV (14),EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัทหาดทิพย์ จำกัด (มหาชน): HTC



ภาพที่ 4.4 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น HTC ปี 2546-2556

จากภาพที่ 4.4 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2546-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.9 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น HTC รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
HTC	Proposed Method	59,676.26	2	128,847.39	3	6,540.00	2
	Buy and Hold	40,860.20	1	126,010.00	1	-23,799.69	1
	DISP(GA)	66,004.77	3	130,258.14	4	0.00	0
	PSY(GA)	58,833.83	2	126,610.00	2	-2,350.00	1
	RSI(GA)	66,004.77	2	127,323.37	3	0.00	0
	OBV(GA)	41,323.92	2	126,493.22	2	0.00	0
	RSI(14)	35,637.95	2	-14,369.65	2	-20,375.88	3
	OBV(14)	28,343.23	4	20,312.93	3	-22,092.34	3
	EMA(5)	29,198.89	3	15,092.00	3	-19,393.77	4

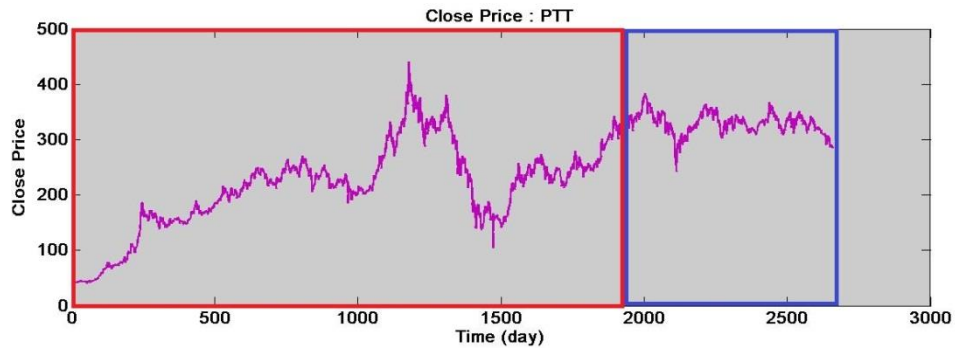
ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรที่ได้จากการซื้อขายหุ้นของ HTC ด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ พบว่าช่วงปีการทดลองปี 2554 และ 2555 การซื้อขายแบบด้วยวิธี DISP (GA) และ RSI (GA) สามารถทำกำไรได้สูงกว่าวิธีการแบบส่วนในปี 2556 การซื้อขายด้วยวิธีการ Proposed Method ทำกำไรเฉลี่ยได้มากที่สุด

ตารางที่ 4.10 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น HTC รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
HTC	Proposed Method	220,892.89	5	80,844.00	5	146,894.65	4
	Buy and Hold	217,684.70	1	71,995.01	1	141,760.01	1
	DISP(GA)	219,639.34	4	74,834.84	4	145,632.65	3
	PSY(GA)	218,453.00	3	73,234.90	4	145,342.29	2
	RSI(GA)	218,234.38	4	73,893.78	3	143,398.03	4
	OBV(GA)	217,982.98	4	72,090.45	4	143,004.98	3
	RSI(14)	190,433.00	3	45,000.43	4	142,944.00	2
	OBV(14)	187,940.00	3	30,217.01	4	133,594.00	3
	EMA(5)	191,039.83	2	34,329.29	4	118,221.94	3

ตารางที่ 4.10 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายหุ้น HTC รวมปีโดยรวม 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายใน DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน): PTT



ภาพที่ 4.5 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น PTT ปี 2546-2556

จากภาพที่ 4.5 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2546-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.11 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น PTT รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
PTT	Proposed Method	1,094.00	2	980.45	1	1,326.00	1
	Buy and Hold	-2,641.86	1	-2,273.73	1	-14,671.04	1
	DISP(GA)	689.34	1	-1,405.00	1	-10,345.34	3
	PSY(GA)	450.00	1	450.00	1	0.00	0
	RSI(GA)	0.00	0	0.00	0	530.23	1
	OBV(GA)	235.00	1	235.00	1	0.00	0
	RSI(14)	-11,796.1	2	-1,627.01	2	-4,543.12	3
	OBV(14)	-5,543.00	2	-3,412.00	2	-10,212.12	3
	EMA(5)	-4,309.21	2	-2,230.00	2	-9,342.98	2

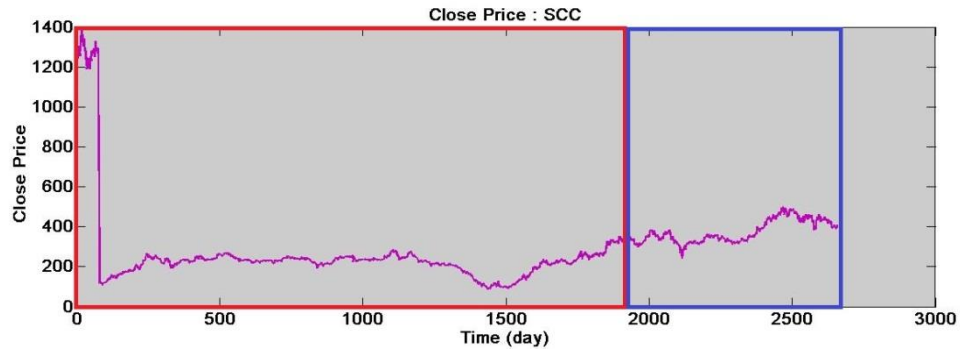
ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายด้วยวิธีต่างๆ กับหุ้น PTT ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.12 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น PTT รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
PTT	Proposed Method	5,655.87	2	1,345.00	0	1,326.00	1
	Buy and Hold	2,921.60	1	-9,572.77	1	-10,137.90	1
	DISP(GA)	4,459.00	2	0.00	0	0.00	0
	PSY(GA)	3,943.93	3	0.00	0	0.00	0
	RSI(GA)	3,212.00	2	0.00	0	0.00	0
	OBV(GA)	2,902.98	2	235.00	1	0.00	0
	RSI(14)	2,489.32	3	-8,320.24	3	-9,892.33	4
	OBV(14)	1,394.00	2	-6,498.00	2	-6,739.04	2
	EMA(5)	1,530.90	2	-6,003.98	3	-6,194.77	2

ตารางที่ 4.12 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายกับหุ้น PTT รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จาก Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน): SCC



ภาพที่ 4.6 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SCC ปี 2546-2556

จากภาพที่ 4.6 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2546-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.13 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCC รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
SCC	Proposed Method	680.00	1	48,288.04	5	540.00	1
	Buy and Hold	-8,886.94	1	37,288.04	1	-8,976.44	1
	DISP(GA)	-6,904.00	3	40,398.21	4	-7,342.00	4
	PSY(GA)	390.00	1	39,201.00	4	390.00	1
	RSI(GA)	0.00	0	35,009.23	3	0.00	0
	OBV(GA)	0.00	0	33,290.00	3	0.00	0
	RSI(14)	-7,804.19	3	-10,399.70	3	-3,439.00	2
	OBV(14)	-10,342.22	2	20,983.00	4	-9,453.88	4
	EMA(5)	-5,231.95	3	16,093.38	4	-6,409.00	3

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ กับหุ้น SCC ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.14 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น SCC รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
SCC	Proposed Method	31,023.43	4	37,009.00	5	24,603.00	4
	Buy and Hold	26,112.05	1	28,469.97	1	18,013.10	1
	DISP(GA)	29,445.76	3	35,809.09	4	23,832.43	4
	PSY(GA)	27,932.99	4	32,056.89	4	23,004.00	5
	RSI(GA)	28,004.38	3	29,987.67	3	21,232.00	4
	OBV(GA)	27,892.09	4	29,843.00	4	20,832.47	3
	RSI(14)	26,020.23	3	18,804.40	3	16,093.64	3
	OBV(14)	23,309.93	3	9,398.80	3	13,654.03	4
	EMA(5)	22,021.00	3	10,343.00	2	9,398.65	2

ตารางที่ 4.14 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายกับหุ้น SCC รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายใน DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท บีอีซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน): BIGC



ภาพที่ 4.7 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น BIGC ปี 2547-2556

จากภาพที่ 4.7 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2547-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.15 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BIGC รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
BIG C	Proposed Method	36,983.43	3	76,092.00	4	2,091.02	1
	Buy and Hold	35,118.17	1	74,230.40	1	-12,581.00	1
	DISP(GA)	35,092.98	3	74,983.09	3	-4,092.24	3
	PSY(GA)	34,980.22	3	73,930.00	3	0.00	0
	RSI(GA)	32,403.90	2	73,034.23	3	-3,934.23	2
	OBV(GA)	33,093.00	2	75,091.13	4	0.00	0
	RSI(14)	408.85	2	9,504.89	3	-5,104.90	2
	OBV(14)	19,342.00	4	25,231.00	4	-13,493.00	2
	EMA(5)	8,452.98	2	19,342.23	4	-9,253.13	3

ตารางที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ กับหุ้น BIGC ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากการใช้วิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.16 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BIGC รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
BIG C	Proposed Method	162,309.00	5	74,093.84	6	124,982.02	5
	Buy and Hold	138,576.90	1	52,348.38	1	108,613.40	1
	DISP(GA)	153,343.65	4	60,543.20	3	115,993.00	5
	PSY(GA)	153,192.00	4	58,503.00	4	115,004.89	6
	RSI(GA)	147,042.98	3	58,400.73	4	112,382.00	5
	OBV(GA)	138,971.00	3	57,945.00	5	112,043.33	6
	RSI(14)	69,949.96	5	50,312.34	4	109,112.68	5
	OBV(14)	54,598.67	2	47,932.00	4	109,002.34	4
	EMA(5)	50,299.00	2	49,002.45	5	110,000.00	4

ตารางที่ 4.16 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายกับหุ้น BIGC รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน): CK



ภาพที่ 4.8 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CK ปี 2547-2556

จากภาพที่ 4.8 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วง ปี 2547-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.17 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CK รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
CK	Proposed Method	5,980.00	2	80,234.00	7	15,092.13	3
	Buy and Hold	-21,228.20	1	70,199.50	1	8,928.01	1
	DISP(GA)	1,289.98	1	78,673.98	5	10,021.96	3
	PSY(GA)	0.00	0	66,340.00	4	10,234.34	3
	RSI(GA)	657.00	1	70,003.45	3	11,340.22	3
	OBV(GA)	0.00	0	70,982.00	3	9,234.00	2
	RSI(14)	-7,631.77	3	3,125.39	4	-17,104.4	3
	OBV(14)	-19,892.00	3	9,323.20	3	12,349.22	3
	EMA(5)	-15,423.32	4	5,193.98	3	7,450.94	3

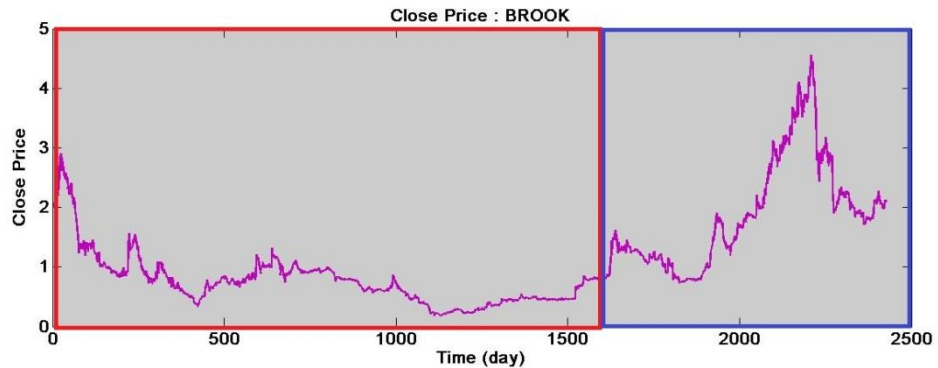
ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายรูปแบบต่างๆ ของหุ้น CK พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากการวิธี Proposed Method ได้กำไรที่ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยรูปแบบ DISP(GA), PSY(GA), RSI(GA), OBV(GA), RSI(14), OBV(14), EMA(5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.18 ผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CK รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
CK	Proposed Method	50,452.09	5	103,453.00	4	65,838.00	5
	Buy and Hold	34,741.27	1	93,799.81	1	54,434.23	1
	DISP(GA)	44,903.09	3	97,003.92	2	56,391.00	3
	PSY(GA)	44,840.00	3	93,834.00	3	55,039.43	3
	RSI(GA)	38,983.98	4	94,393.09	4	55,098.00	4
	OBV(GA)	36,093.00	3	93,032.03	3	54,983.89	4
	RSI(14)	35,747.00	3	65,954.87	4	55,211.29	4
	OBV(14)	19,783.67	4	39,844.43	4	49,092.49	4
	EMA(5)	23,834.00	4	39,020.20	3	48,938.00	4

ตารางที่ 4.18 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากซื้อขายกับหุ้น CK รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท บรู๊คเคอร์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน): BROOK



ภาพที่ 4.9 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น BROOK ปี 2547-2556

จากภาพที่ 4.9 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับ เรียนรู้ (Training) ที่แสดงราคากรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing) ช่วงแรกของข้อมูลทดสอบแสดงราคาขยับขึ้นลงอย่างช้าๆ ส่วนช่วงปลายของข้อมูลการทดสอบราคาสูงขึ้นและเริ่มขยับลงอย่างช้าๆ

ตารางที่ 4.19 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BROOK รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
BROOK	Proposed Method	0.00	0	276,532.82	6	0.00	0
	Buy and Hold	-45,662.44	1	274,744.96	1	-34,131.96	1
	DISP(GA)	0.00	0	274,923.83	6	0.00	0
	PSY(GA)	0.00	0	270,323.00	4	0.00	0
	RSI(GA)	0.00	0	273,232.74	5	0.00	0
	OBV(GA)	0.00	0	270,453.00	4	0.00	0
	RSI(14)	-43,216.65	5	26,975.19	1	-23,661.3	4
	OBV(14)	-49,453.03	4	23,092.89	3	-36,094.00	3
	EMA(5)	-39,102.00	5	10,345.33	4	-25,345.34	3

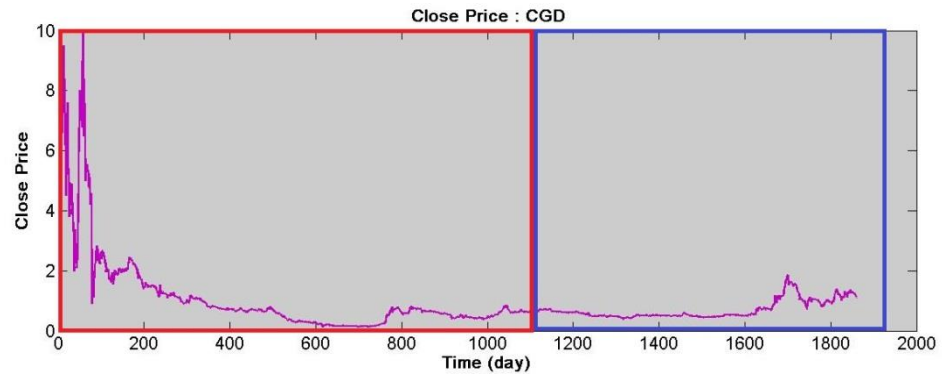
ตารางที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบผลกำไรโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ กับหุ้น BROOK โดยพบว่าในปี 2555 ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธีแบบอื่นๆ ส่วนปี 2554 และ 2556 ระบบไม่ได้ให้การซื้อหรือขายใดๆ กลับมาคือราคากำไรโดยเฉลี่ย 0.00 บาท แต่ในขณะที่วิธีการซื้อวันแรกขายวันสุดท้าย(Buy and Hold) มีผลกำไรเป็นลบ (ขาดทุน)

ตารางที่ 4.20 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น BROOK รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
BROOK	Proposed Method	123,424.00	5	163,093.00	4	65,980.34	5
	Buy and Hold	104,647.96	1	142,938.10	1	32,668.32	1
	DISP(GA)	112,898.00	3	158,094.34	4	47,349.00	4
	PSY(GA)	110,003.56	3	145,345.32	3	39,821.00	4
	RSI(GA)	110,003.56	3	157,902.00	2	40,042.98	3
	OBV(GA)	109,422.89	4	145,456.02	3	34,092.00	3
	RSI(14)	105,409.34	4	143,311.00	3	30,383.33	2
	OBV(14)	96,094.00	5	125,083.73	4	26,966.75	3
	EMA(5)	101,839.49	3	124,989.00	3	24,982.44	2

ตารางที่ 4.20 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายกับหุ้น BROOK รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายวิธีการ DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

บริษัท คันทรี กรุ๊ป ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน): CGD



ภาพที่ 4.10 ข้อมูลราคาปิดของหุ้น CGD ปี 2547-2556

จากภาพที่ 4.10 กรอบด้านซ้ายแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2547-2553 กรอบด้านขวาแสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing) เป็นข้อมูลในช่วงปี 2554-2556

ตารางที่ 4.21 แสดงผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CGD รายปี

Stock	Trading Method	2554 (Baht)	Number of trades	2555 (Baht)	Number of trades	2556 (Baht)	Number of trades
CGD	Proposed Method	3,646.78	2	18,223.00	3	98,342.42	5
	Buy and Hold	-29,928.70	1	13,158.28	1	86,990.72	1
	DISP(GA)	-1,355.09	1	15,678.89	2	91,345.89	4
	PSY(GA)	-4,355.00	2	14,098.44	2	78,093.00	3
	RSI(GA)	367.45	1	13,323.09	2	87,323.09	3
	OBV(GA)	2,454.34	2	15,234.89	3	85,435.45	3
	RSI(14)	-4,199.33	2	16,230.94	3	35,945.72	4
	OBV(14)	-20,342.00	2	9,383.23	2	32,340.03	4
	EMA(5)	-18,394.20	3	12,938.00	3	29,093.44	3

ตารางที่ 4.21 แสดงผลกำไรเฉลี่ยด้วยวิธีการซื้อขายด้วยวิธีการต่างๆ กับหุ้น CGD พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายด้วยวิธี DISP (GA), PSY (GA), RSI (GA), OBV (GA), RSI (14), OBV (14), EMA (5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

ตารางที่ 4.22 ผลกำไรจากการทดลองกับหุ้น CGD รวมปี

Stock	Trading Method	2554-2555 (Baht)	Number of trades	2555-2556 (Baht)	Number of trades	2554-2556 (Baht)	Number of trades
CGD	Proposed Method	3,524.98	2	120,434.89	4	70,120.56	5
	Buy and Hold	-18,717.30	1	112,659.50	1	52,755.44	1
	DISP(GA)	1,203.00	1	116,348.99	2	65,090.21	4
	PSY(GA)	0.00	0	114,403.34	4	55,896.00	5
	RSI(GA)	0.00	0	114,630.00	3	54,493.90	4
	OBV(GA)	0.00	0	113,329.01	4	52,902.43	5
	RSI(14)	-16,834.00	2	110,848.00	5	51,993.87	4
	OBV(14)	-17,309.82	3	96,000.43	3	44,811.21	4
	EMA(5)	-19,873.35	2	104,344.00	4	50,932.34	3

ตารางที่ 4.22 แสดงผลกำไรเฉลี่ยจากการซื้อขายกับหุ้น CGD รวมปีแบบ 2 ปี และ 3 ปี ด้วยวิธีการซื้อขายแบบต่างๆ พบว่า ผลกำไรเฉลี่ยที่ได้จากวิธี Proposed Method ดีกว่าวิธีการซื้อขายวิธี DISP(GA), PSY(GA), RSI(GA), OBV(GA), RSI(14), OBV(14), EMA(5) และ Buy and Hold ในทุกช่วงปีของการทดลอง

สรุปผลในภาพรวมจะพบว่า การซื้อขายด้วย Proposed Method ที่ใช้กฎการซื้อขายที่เรียนรู้จากขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน มีประสิทธิภาพในการซื้อขายหลักทรัพย์ได้ดีกว่าวิธีการซื้อขายพื้นฐานอื่นๆ ที่ใช้ตัวชี้วัดเพียงตัวเดียวที่ไม่ผ่านขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมการทำงานร่วม RSI (14), OBV (14), EMA (5) และแบบใช้ตัวชี้วัดตัวเดียวที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันทั้งแบบ DISP, PSY, RSI และ OBV ในทุกช่วงปีของการทดลองบางช่วงปีของการทดลองแบบรายปีกับหุ้น SCB และ HTC ซึ่งวิธีการที่ทำให้กำไรสูงเป็นวิธีการใช้ตัวชี้วัดตัวเดียวในการเรียนรู้ในขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกัน

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าผลที่ได้จากการใช้ขั้นตอนเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันในการซื้อขายหุ้นนี้ใช้ตัวชี้วัด คือ DISP, PSY, RSI และ OBV พร้อมกัน

มีประสิทธิภาพในการซื้อขาย หลักทรัพย์ได้ดีกว่าวิธีการซื้อขายแบบอื่นๆ ในหลายช่วงระยะเวลา
การซื้อขายหลักทรัพย์

บทที่ 5

อภิปรายผลสรุป และเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์ ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลหุ้น 10 หลักทรัพย์ จาก 10 อุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และตลาดหลักทรัพย์เอ็มเอไอ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันในการสร้างกฎการซื้อขายของหุ้นนี้ใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค 4 ตัวซึ่งได้แก่ Disparity Index (DISP), Psychological Line (PYS), Relative Strength Index (RSI), On Balance Volume (OBV) สามารถสร้างผลกำไรโดยเฉลี่ยในการลงทุนได้มากกว่าวิธีการอื่นๆ ได้แก่วิธีการซื้อขายแบบซื้อวันแรกขายวันสุดท้าย (Buy and Hold) วิธีการซื้อขายแบบดั้งเดิม ได้แก่ การใช้ Exponential Moving Average (EMA5), Relative Strength Index (RSI14), On Balance Volume (OBV14) เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะใช้ตัวชี้วัดเพียงตัวใดตัวหนึ่งในการตัดสินใจซื้อขาย และวิธีการนี้ใช้ตัวชี้วัดตัวเดียวในการเรียนรู้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันทั้งแบบ DISP, PSY, RSI และ OBV ในหลายช่วงปีของการทดลอง

จากการศึกษาผลการทดลองนั้นพบว่าตัวชี้วัดทุกตัวที่ใช้ในการทดลองมีผลต่อกำไร ซึ่งอาจมีความสำคัญมากน้อยที่แตกต่างกัน แต่เมื่อทดลองคัดตัวชี้วัดบ้างตัวออกนั้น ผลปรากฏว่าผลกำไรที่ได้มีค่าลดลง ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าตัวชี้วัดทุกตัวมีผลต่อกำไรที่ได้จากการซื้อขายหุ้น โดยที่ตัวชี้วัดแต่ละตัวอาจจะบ่งบอกถึงแนวโน้มตลาดหุ้นที่แตกต่างกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาวะเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของแต่ละประเทศ มีส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะการซื้อขาย ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตจึงควรนำปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสร้างกฎการซื้อขายหุ่นนอกจากนี้อาจพิจารณาเลือกใช้ตัวชี้วัดอื่นๆ นอกเหนือจากตัวชี้วัด 4 ตัวนี้ในการสร้างกฎการซื้อขายหุ่นที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นมาทำการทดลอง และสามารถสร้างกฎและเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นใช้เวลาในการทดลองนานขึ้น และพัฒนาให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้

บรรณานุกรม

- ชัยภัทร เนื่องคำมา. 2554. **OBV (On Balance Volume)**. ค้นวันที่ 15 มกราคม 2556 จาก
<http://www.cway-investment.com/2012/05/obv-on-balance-volume.html>
- ชัยวัฒน์ พิมพะวัฒน์. 2543. การพัฒนาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบวิวัฒนาการและทำงาน
ร่วมกันแบบปรับปรุงสำหรับกรณีศึกษาการบรรจุตู้คอนเทนเนอร์. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐวุฒิ กิรติวุฒิธำรง. 2545. การคำนวณแบบขนานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีหลาย
จุดประสงค์ที่มีวิวัฒนาการและการทำงานร่วมกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นราธิป จำรัส. 2551. การวิเคราะห์หุ้นทางเทคนิค. ค้นวันที่ 30 เมษายน 2556 จาก
<http://www.solverenterprise.com/TradingManualTH.pdf>
- สิทธิชัย เทพไพฑูรย์. 2546. การทำนายสัญญาณการซื้อขายหลักทรัพย์ด้วยการใช้เจเนติก
อัลกอริทึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรรถวุฒิ ภิรมย์. 2553. การสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์โดยใช้อัลกอริทึม
พันธุกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- Allen, F and Karjalainen, R. 1999. Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules.
Journal of Financial Economics. 51: 245-271.
- Chen, J. S. 2005. Trading Strategy Generation Using Genetic Algorithms. **Asian Journal of
Information Technology**. 4 (4): 310-322.
- Ellis, C. A. and Parbery, S. A. 2005. Is Smarter Better? A Comparison of Adaptive, and
Simple Moving Average Trading Strategies. **Research in International
Business and Finance**. 19: 399-411.
- Potter, M. and De Jong, K. A. 1994. A Cooperative Coevolutionary Approach to Function
Optimization. In **Proceedings of The third International Conference on Parallel
Problem Solving from Nature**. (Pp. 249-257).

- Goldberg, D. E. 1989. **Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning**. Reading, Mass: Addison-Wesley.
- Holland, J .H. 1975. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. Ann Arbour, MI: University of Michigan Press.
- Izumi, Y; Yamaguchi, T; Mabu, S; Hirasawa, K. and Hu, J. 2006. **Trading Rules on The Stock Markets Using Genetic Network Programming with Candlestick Chart**. Paper presented at the 2006 IEEE Congress on Evolutionary Computer, Sheraton Vancouver Wall Center Hotel, July 16-21 2006, Vancouver, Canada.
- Vanstone, Bruce J.; Finine, G. and Tan, C. 2004. **Applying Fundamental Analysis and Neural Networks in the Australian Stock Market**. Retrieved September 13, 2012 from <http://epublications.bond.edu.au>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล

นางสาวรุณี ไกรทอง

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2553

ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง A Cooperative Coevolution Genetic
Algorithm for Generating Security Trading
Strategies บทความตีพิมพ์ในวารสาร IJAER
Volume 9, No 22, November 2014.