สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการสร้างกฎการซื้อขายทางเทคนิค แบบหลีกเลี่ยงความสูญเสีย

สุริยา ยอดเพชร

23 ส.ค. 2559
365261 TH 0024496

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

LOSS AVOIDANCE TECHNICAL TRADING RULES USING GENETIC ALGORITHM

SURIYA YODPHET

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE MASTER DEGREE OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATICS BURAPHA UNIVERSITY

MAY 2016

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สุริยา ยอดเพชร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ริมเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร.ภารุจ รัตนวรพันธุ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐนนท์ ลีลาตระกูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ริมเจริญ)

คณะวิทยาการสารสนเทศ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ชินสาร)
วันที่ 24 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากอาจารย์ ดร.สุนิสา ริมเจริญ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตลอดระยะเวลาที่จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อาจารย์ได้ให้การช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความคืบหน้าในการทำงานที่รวดเร็วและสำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด แม้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จะมีอุปสรรคและผลลัพธ์ของการทำงานที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายหลายครั้ง แต่ด้วยเพราะกำลังใจและความเอาใจใส่ที่อาจารย์มอบให้ ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการที่จะดำเนินงานวิจัยนี้ให้แล้วเสร็จ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.ณัฐนนท์ ลีลาตระกูล ที่ช่วยให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังคอยกระตุ้นเตือน ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สัมฤทธิ์ผลในเวลาที่ไม่นาน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ส่งเสริมสนับสนุนกำลังแรงใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และเป็นแบบอย่างในการทำงาน ตลอดจนเป็นแรงใจที่สำคัญยิ่งของผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ตลอดมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ป.โท เทคโนโลยีสารสนเทศรุ่น 10 ทุกคน สำหรับการดูแลเอาใจใส่ มิตรภาพ ความช่วยเหลือและกำลังใจที่มอบให้ตลอดระยะเวลาของการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอบคุณที่ทำให้การทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นช่วงเวลาที่มีความสุข

สุริยา ยอดเพชร

57920147: สาขาวิชา: เทคโนโลยีสารสนเทศ; วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
คำสำคัญ: ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม/ การหยุดการสูญเสีย/ กฎการซื้อขาย

สุริยา ยอดเพชร: การใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการสร้างกฎการซื้อขายทางเทคนิคแบบหลีกเลี่ยงความสูญเสีย (Loss Avoidance Technical Trading Rules using Genetic Algorithm) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุนิสา ริมเจริญ, Ph.D., 137 หน้า. ปี พ.ศ.2559.

งานวิจัยนี้นำเสนอการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อการสร้างกฎการซื้อขายหลักทรัพย์แบบหลีกเลี่ยงความสูญเสีย ซึ่งขั้นตอนวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการวิวัฒนาการเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เป็นค่าคงที่ในโครงสร้างของกฎ และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่ยอมรับได้ไปพร้อม ๆ กัน กฎการซื้อขายหลักทรัพย์ที่ได้มาจากการวิวัฒนาการคำตอบจะถูกนำมาทดสอบกับข้อมูลในอดีตของหลักทรัพย์ที่อยู่ใน SETHD ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกเปรียบเทียบกับวิธี MACD ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิคที่เป็นที่นิยม โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทดสอบเป็นข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558 จากผลการทดสอบขั้นตอนวิธีที่นำเสนอให้ผลตอบแทนกำไร 17.28% ในขณะที่ผลตอบแทนที่ได้จากการตัดสินใจซื้อขายหลักทรัพย์ด้วยเทคนิคที่นำมาเปรียบเทียบคือ MACD นั้นให้ผลตอบแทนที่ขาดทุน -12.76%

นอกจากนี้ยังได้นำวิธีการที่นำเสนอไปทดลองกับข้อมูลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ข้อมูล SET50 ในช่วงเดือน มิถุนายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2556 ผลการทดลองพบว่า ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอให้ผลตอบแทนกำไรเฉลี่ย 15.12% ในขณะที่ผลตอบแทนที่ได้จากการงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ผลตอบแทนเฉลี่ยเพียง 2.13% จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถทำกำไรและลดการสูญเสียได้

57920147: MAJOR: INFORMATION TECHNOLOGY; M.Sc.
(INFORMATION TECHNOLOGY)
KEYWORDS: GENETIC ALGORITHM/ STOP LOSS/ TRADING R ULE

SURIYA YODPHET: LOSS AVOIDANCE TECHNICAL TRADING RULES USING GENETIC ALGORITHM. THESIS ADVISOR: SUNISA RIMCHAROEN, Ph.D., 137 P. 2016.

This thesis proposes using a genetic algorithm to generate trading rules by taking loss avoidance into account. The proposed technique uses the genetic algorithm to evolve the rules' structure and determine constant parameters simultaneously. The evolved trading rules are tested with historical data of SETHD. The results are compared with a commonly used indicator (MACD). The testing period starts from January to December 2015. The proposed method yields the 17.28% of average profit return while MACD incurs -12.76%.

We also use the same data of previous work in one of our experiment. The historical data of SET50 using data from June to October 2013. The results of the proposed method yields the 15.12% average profit return while related research method incurs 2.13%. The experimental results show that the proposed method can make profit and minimize loss.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.5 ขั้นตอนการจัดทำวิจัย..... 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator)..... 4

2.1.1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average: SMA)..... 4

2.1.2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (Exponential Moving Average: EMA) 5

2.1.3 ดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index: RSI)..... 5

2.1.4 ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย (Average Directional Index: ADX)..... 6

2.1.5 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ร่วมทาง/แยกทาง (Moving Average Convergence Divergence: MACD)..... 7

2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)..... 7

2.2.1 องค์ประกอบหลักของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม..... 8

2.2.2 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม..... 13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3	วิธีดำเนินการวิจัย	18
	3.1 ขั้นตอนการศึกษาการวิเคราะห์ทางเทคนิค	18
	3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและเครื่องมือ	18
	3.3 ขั้นตอนการสร้างกฎในการซื้อขายหลักทรัพย์	20
	3.3.1 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initial Population)	21
	3.3.2 การประเมินค่าความเหมาะสมของโครโมโซม (Fitness Evaluation)	23
	3.3.3 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operation)	26
	3.4 ขั้นตอนการทดสอบกฎการซื้อขายหลักทรัพย์	29
4	ผลการวิจัย	31
	4.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์	31
	4.2 การทดลองข้อมูล SETHD	31
	4.2.1 ผลการทดลอง	32
	4.2.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	36
	4.3 การทดลองข้อมูล SET50	39
	4.3.1 ผลการทดลอง	39
	4.3.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	45
5	สรุปและอภิปรายผล	47
	5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	47
	5.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม		49
ภาคผนวก		51
	ภาคผนวก ก การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	52
ประวัติย่อของผู้วิจัย		61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	การแทนค่า x ด้วยสายอักขระฐานสอง.....	9
2-2	การหาค่าความเหมาะสมของประชากร.....	10
3-1	ตัวอย่างการคิดค่าความเหมาะสม.....	25
3-2	รายละเอียดช่วงข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง.....	29
3-3	อัตราค่าธรรมเนียม สำหรับประเภทบัญชีเงินสด.....	30
4-1	การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	31
4-2	ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD.....	32
4-3	ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50.....	40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	การเข้ารหัสโครโมโซมแบบไบนารี	8
2-2	การเข้ารหัสโครโมโซมแบบค่าต่าง ๆ	8
2-3	การเข้ารหัสโครโมโซมแบบเพอมิวเตชัน	9
2-4	ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว	11
2-5	ตัวอย่างการกลายพันธุ์ในรูปแบบการกลับค่าของบิต	12
2-6	ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	14
2-7	ตัวอย่างผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้หลักการทางวิวัฒนาการ	16
3-1	ตัวอย่างการสร้างกฎย่อย	21
3-2	ตัวอย่างการเข้ารหัสโครโมโซม	21
3-3	แสดงขั้นตอนการตรวจสอบกฎขาย	24
3-4	โครโมโซมที่ผ่านการคัดเลือก	26
3-5	ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยน	27
3-6	ตัวอย่างการกลายพันธุ์	28
4-1	แสดงสภาวะตลาดของ SET Index ในปี 2015 (ช่วง Testing)	36
4-2	แสดงสภาวะตลาดของ SETHD ในปี 2015 (ช่วง Testing)	37
4-3	แสดงสภาวะตลาดของ SETHD ในปี 2014 (ช่วง Training)	38
4-4	แสดงข้อมูลราคาหุ้น SAMART ในช่วงเวลาที่ทดสอบ	39
4-5	ตัวอย่างข้อมูลราคาหุ้น GLOW ในช่วงเวลาที่ทดสอบ	46

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในปัจจุบัน มีนักลงทุนรายใหม่เข้ามาเริ่มลงทุนในตลาดหลักทรัพย์อยู่เป็นประจำ นักลงทุนที่เข้ามาลงทุนย่อมต้องหวังผลกำไรตอบแทนในการลงทุนของตนเอง แต่การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์นั้นย่อมมีความเสี่ยงในการลงทุน เพราะราคาของหุ้นมีความผันผวน ซึ่งเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น นโยบายทางการเมือง สภาวะทางเศรษฐกิจ ภัยธรรมชาติต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งยากต่อการคาดการณ์ นักลงทุนรายใหม่จึงต้องศึกษาหาข้อมูลในเทคนิคต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือเป็นแนวทางในการลงทุน และลดความเสี่ยงในการลงทุนให้น้อยลง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีหลายอย่าง นักลงทุนสามารถศึกษาและเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนได้ การใช้การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค (Technical Analysis) ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนักลงทุน ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการวิเคราะห์จากการดูความเคลื่อนไหวของราคาและปริมาณการซื้อขายเพื่อคาดการณ์แนวโน้มของราคา การใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical indicator) ที่นิยมใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มของราคาซื้อขายหุ้น มีหลายตัว เช่น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average: MA), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ร่วมทาง/แยกทาง (Moving Average Convergence Divergence: MACD), ดัชนีปริมาณหุ้นสะสม (On Balance Volume: OBV), ดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index: RSI), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (Exponential Moving Average: EMA) เป็นต้น

แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของราคาและความผันผวนของตลาด ทำให้นักลงทุนที่ใช้เครื่องมือทางด้านเทคนิคนี้ มีทั้งผู้ที่ได้กำไรและขาดทุน ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่นักลงทุนด้านเทคนิคทราบกันดี คือ การใช้ตัวชี้วัดที่ทำกำไรได้ในหุ้นบางหุ้น อาจไม่สามารถใช้ในการทำกำไรกับหุ้นอื่น ๆ ได้ เนื่องจากหุ้นแต่ละตัวนั้นมีสภาพแวดล้อมทางธุรกิจและการดำเนินการที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเภทธุรกิจ ดังนั้นการเลือกใช้ตัวชี้วัดเพียงตัวใดตัวหนึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการใช้ในการตัดสินใจซื้อขายหุ้นนั้น ๆ การเลือกใช้ตัวชี้วัดด้านเทคนิคหลาย ๆ ตัวชี้วัด จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยนักลงทุนในการตัดสินใจเพื่อลงทุนในหุ้นนั้น ๆ

การจะเลือกใช้ตัวชี้วัดด้านเทคนิคต่าง ๆ เพื่อสร้างกลยุทธ์สำหรับการซื้อขายที่มีประสิทธิภาพและสามารถช่วยนักลงทุนทำกำไรได้นั้น เป็นเรื่องยาก เพราะการที่จะเลือกตัวชี้วัดที่ถูกต้องและเหมาะสมกับแต่ละหุ้นนั้น นักลงทุนจะต้องมีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการ

ลงทุนในตลาดทุนเป็นอย่างดี อีกทั้งยังต้องใช้ปัจจัยอีกหลายประการ เพื่อประกอบกันในการวิเคราะห์และเลือกตัวชี้วัดด้านเทคนิคที่ถูกต้องเหมาะสม มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเข้ามาช่วยหากฎการซื้อขายที่น่าจะทำกำไรได้ น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับนักลงทุน

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithm) โดยการนำตัวชี้วัดทางด้านเทคนิค ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average: SMA), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (Exponential Moving Average: EMA), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD), ค่าสูงสุด (Maximum value: MAX), ค่าต่ำสุด (Minimum value: MIN), ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย (Average Directional Index: ADX) และดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index: RSI) มาประยุกต์เพื่อใช้ในการสร้างกฎการซื้อขายหรือกฎออกจากการซื้อขายหุ้น โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นในอดีตของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ร่วมกับตัวชี้วัดทางเทคนิค เพื่อค้นหา กฎซื้อ กฎขาย และกฎออกจากการซื้อขาย ที่สามารถนำไปช่วยเป็นวิธีการในการตัดสินใจลงทุนที่ทำกำไรให้กับนักลงทุนได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

นักลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยสามารถนำรูปแบบที่ได้จากการศึกษาและการวิจัยครั้งนี้ไปเป็นแนวทางในการวิเคราะห์และเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อสร้างกฎการซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยมีขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ในการสร้างกฎการซื้อขาย จากตัวชี้วัดทางด้านเทคนิค (Technical Indicators) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวชี้วัดดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average: SMA), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (Exponential Moving Average: EMA), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD), ค่าสูงสุด (Maximum value: MAX), ค่าต่ำสุด

(Minimum value: MIN), ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย (Average Directional Index: ADX) และดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index: RSI)

2. กฎที่ได้จากการทดลองจะนำไปทดสอบกับข้อมูลราคาหลักทรัพย์ในอดีต

3. กฎที่สร้างขึ้นจะเป็นกฎเฉพาะของหุ้นนั้น โดยผลของการทำกำไรหรือขาดทุนจะพิจารณาจากราคา ณ เวลาปิดตลาดในแต่ละวัน

ขั้นตอนการทำวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทาง วิธีการในการทดลอง
3. ศึกษาโปรแกรมและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. ออกแบบวิธีการทดลอง
5. ทำการทดลอง และประเมินผลการทดลองที่ได้
6. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และตัวชี้วัดทางเทคนิคต่าง ๆ ที่งานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator)

ตัวชี้วัดทางเทคนิคถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่สำหรับการวิเคราะห์ทางเทคนิค โดยตัวชี้วัดทางเทคนิคจะมีการใช้ค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา (Periods) ยกตัวอย่าง เช่น SMA(5) หมายถึง การหาค่าเฉลี่ยของราคาหุ้นย้อนหลังจากวันที่เรากำลังพิจารณาไป 5 วัน มาเป็นตัวชี้วัดในการวิเคราะห์เป็นต้น โดยระยะเวลาที่นำมาพิจารณาก็ต้องให้สอดคล้องกับแต่ละวิธีของตัวชี้วัดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของราคาในอนาคต หรือการหาจังหวะการซื้อขาย ซึ่งตัวชี้วัดทางเทคนิคก็มีให้เลือกใช้มากมายตามความต้องการ ขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้ลงทุนว่าต้องการวิเคราะห์แบบใด ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค 6 ตัวชี้วัดในการสร้างกฎ และผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดที่นักลงทุนนิยมใช้ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ร่วมทาง/แยกทาง (Moving Average Convergence Divergence: MACD) ซึ่งการคำนวณตัวชี้วัดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average: SMA)

การคำนวณหาเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายนี้ เป็นวิธีที่นักวิเคราะห์ใช้กันแพร่หลาย การหาเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่วิธีนี้ ใช้หลักการนำข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่งมาหาค่าเฉลี่ย เช่น การหาเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของราคาในช่วงเวลา 5 วัน จะคำนวณโดยรวมราคาหุ้น ณ วันปัจจุบัน (P_t) กับราคาหุ้นของอีก 4 วันก่อนหน้า (P_{t-1} ถึง P_{t-4}) แล้วหารด้วย 5 เป็นต้น โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.1

$$SMA(n) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} P_{(n-i)}}{n} \tag{2.1}$$

โดยที่ $SMA(n)$ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จำนวน n วัน

n คือ จำนวนวัน

$P_{(n-i)}$ คือ ราคาที่เลือกใช้ในการคำนวณย้อนหลังไป n-i วัน

2.1.2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง (Exponential Moving Average: EMA)

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ไม่ได้ให้ความสำคัญของเวลาในการวิเคราะห์ ส่วน EMA จะให้น้ำหนักความสำคัญกับวันล่าสุดมากกว่าวันที่ไกลออกไป โดยค่าน้ำหนักในแต่ละคาบเวลานี้ เรียกว่า Smoothing Factor (SF) ซึ่งสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.2

$$EMA_t = EMA_{t-1} + SF \times (P_t \quad EMA_{t-1}) \tag{2.2}$$

โดยที่ EMA_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง ณ เวลาปัจจุบัน

EMA_{t-1} คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเลขชี้กำลัง ณ คาบเวลาก่อนหน้า

SF คือ ค่าของ Smoothing Factor ซึ่งเท่ากับ 2/(n+1) โดย n คือ จำนวนวัน

P_t คือ ราคาปัจจุบัน

n คือ จำนวนวัน

2.1.3 ดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index: RSI)

คำนวณจากผลรวมของจำนวนวันที่ราคาสูงขึ้นคูณกับราคาที่เปลี่ยนไป เทียบกับผลรวมค่าสัมบูรณ์ของราคาที่เปลี่ยนไป ในระยะจำนวนวันที่สนใจ ถ้าใช้จำนวนน้อย ๆ RSI จะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมากเหมาะสำหรับนักลงทุนที่เก็งกำไรวันต่อวันหรือระหว่างวัน จำนวนวันที่นิยมใช้ได้แก่ 4, 9, 14 วัน โดยมีสูตรคำนวณดังสมการที่ 2.3

$$RSI_t = 100\frac{100}{1+RS_t} \tag{2.3}$$

โดยที่ RSI_t คือ ดัชนีกำลังสัมพัทธ์ในช่วง t วัน

RS_t คือ ค่าเฉลี่ยของราคาปีเพิ่มขึ้น/ลดลงในช่วง t วันดังสมการที่ 2.4

$$RS_t = \frac{AVG(U_t)}{AVG(D_t)} \tag{2.4}$$

โดยที่ RS_t คือ ค่าเฉลี่ยของราคาปีที่เพิ่มขึ้น/ลดลงในช่วง t วัน

$AVG(U_t)$ คือ ค่าเฉลี่ยของราคาปิดที่เพิ่มขึ้นในช่วง t วัน

$AVG(D_t)$ คือ ค่าเฉลี่ยของราคาปิดที่ลดลงในช่วง t วัน

2.1.4 ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย (Average Directional Index: ADX)

การคำนวณหาค่าความเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มการเคลื่อนที่ของราคา ผู้คิดค้น คือ J. Welles Wilder ในปี ค.ศ. 1978 โดยการกำหนดเส้นบอกทิศทางการเปลี่ยนแปลงขึ้นมา 2 เส้น คือ +DI และ –DI ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ช่วงเวลา 14 วันในการแสดงถึงทิศทางการเคลื่อนที่ ตัวอย่างการใช้ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย เช่น เมื่อเส้น +DI ตัดขึ้นเหนือเส้น –ID จะแสดงถึงสัญญาณการซื้อ และเมื่อเส้น +DI ตัดข้ามเส้น –DI ลงไป แสดงถึงสัญญาณการขาย เป็นต้น การคำนวณหาค่า ADX มีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.5

$$ADX = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} DX_t}{n} \tag{2.5}$$

โดยที่ ADX คือ ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ของราคาโดยเฉลี่ย

DX_t คือ ดัชนีทิศทางการเคลื่อนที่ ณ วันปัจจุบัน มีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.6

n คือ จำนวนวัน

$$DX = \frac{(+DI)-(-DI)}{(+DI)+(-DI)} \tag{2.6}$$

โดยที่ $+DI$ คือ ค่าแนวโน้มเชิงบวก มีสูตรการคำนวนดังสมการที่ 2.7

DI คือ ค่าแนวโน้มเชิงลบ มีสูตรการคำนวนดังสมการที่ 2.8

$$+DI = \frac{(H_n+H_{n-1})\times 100}{TR} \tag{2.7}$$

โดยที่ H_n คือ ราคาสูงสุด ณ วันปัจจุบัน

H_{n-1} คือ ราคาสูงสุดของวันก่อนหน้า

TR คือ ค่าสูงสุดของจำนวน 3 จำนวน คือ ผลต่างของราคาสูงสุดกับราคาต่ำสุด ณ วันปัจจุบัน, ผลต่างของราคาสูงสุด ณ วันปัจจุบันกับราคาปิดของวันก่อนหน้า และผลต่างของราคาปิดของวันก่อนหน้ากับราคาปิด ณ วันปัจจุบัน

$$DI = \frac{(L_n + L_{n-1}) \times 100}{TR} \quad (2.8)$$

โดยที่ L_n คือ ราคาต่ำ ณ วันปัจจุบัน

L_{n-1} คือ ราคาต่ำของวันก่อนหน้า

TR คือ ค่าสูงสุดของจำนวน 3 จำนวน คือ ผลต่างของราคาสูงสุดกับราคาต่ำสุด ณ วันปัจจุบัน, ผลต่างของราคาสูงสุด ณ วันปัจจุบันกับราคาปิดของวันก่อนหน้า และผลต่างของราคาปิดของวันก่อนหน้ากับราคาปิด ณ วันปัจจุบัน

2.1.5 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ร่วมทาง/แยกทาง (Moving Average Convergence Divergence: MACD)

เป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของราคา 2 เส้น และเป็นตัวชี้วัดติดตามแนวโน้มของราคา ผู้คิดค้นคือ Mr. Gerald Apple ในปี ค.ศ. 1979 เส้น MACD สร้างขึ้นโดยใช้ความแตกต่างของเส้นค่าเฉลี่ย 2 เส้น โดยทั่วไปใช้เส้น 12 วัน กับเส้น 26 วัน สัญญาณซื้อจะแสดงเมื่อเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 วัน ตัดขึ้นเหนือเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 26 วัน เป็นต้น โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.9

$$MACD = EMA\,(12\,Days) \quad EMA\,(26\,Days) \quad (2.9)$$

2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA)

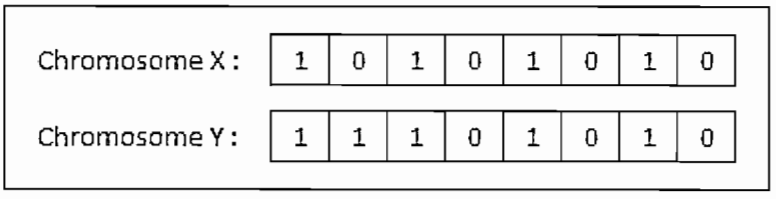
ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการค้นหาคำตอบโดยเลียนแบบวิวัฒนาการทางธรรมชาติโดยมีพื้นฐานแนวคิดมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติของ ชาร์ล ดาร์วิน (Charle Darwin) คือ ผู้ที่แข็งแกร่งกว่าย่อมมีโอกาสในการอยู่รอดมากกว่าและมีโอกาสในการถ่ายทอดลักษณะที่แข็งแกร่งนั้นไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้โดย John Holland (1975) และถูกพัฒนาต่อโดย โกลด์เบริก (Goldberg, 1989) ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นหนึ่งในเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ที่จำลองกระบวนการทำงานทางชีววิทยาหรือวิวัฒนาการทางธรรมชาติในการกำเนิดประชากรรุ่นใหม่โดยอาศัยพื้นฐานการวิวัฒนาการทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นลูกหลาน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสม

2.2.1 องค์ประกอบหลักของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

2.2.1.1 การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding)

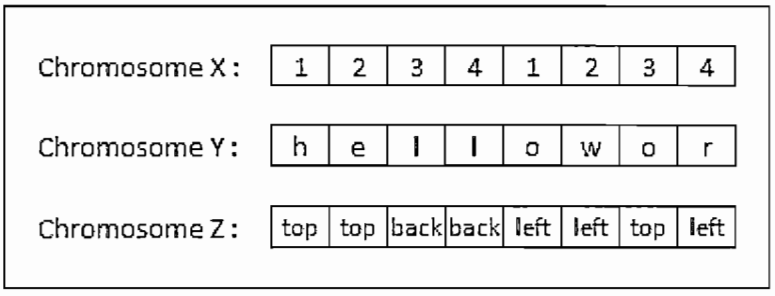
การเข้ารหัสโครโมโซมเป็นกระบวนการหนึ่งของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่สำคัญเพราะก่อนเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจำเป็นที่จะต้องผ่านการเข้ารหัสโครโมโซมก่อนจึงดำเนินกระบวนการอื่นๆ และเป็นขั้นตอนในการออกแบบให้โครโมโซมเป็นตัวแทนของคำตอบของปัญหาโดยเลือกใช้วิธีเข้ารหัสแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการแก้ปัญหา ทำให้รูปแบบของการเข้ารหัสโครโมโซมนั้นมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้น ๆ ซึ่งมีการเข้ารหัสโครโมโซมหลายแบบ เช่น

1. การเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary Encoding) เป็นรูปแบบโครโมโซมพื้นฐานที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงทางพันธุกรรม การเข้ารหัสด้วยวิธีนี้ในแต่ละตำแหน่งจะถูกแทนค่าด้วยตัวเลข 1 หรือ 0 เท่านั้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-1



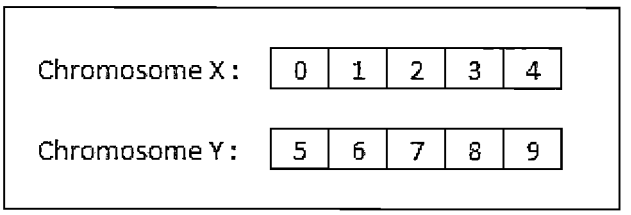
ภาพที่ 2-1 การเข้ารหัสโครโมโซมแบบไบนารี

2. การเข้ารหัสแบบค่าต่าง ๆ (Value Encoding) ในแต่ละตำแหน่งของยีนในโครโมโซมจะแทนด้วยค่าต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของค่าที่เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา โดยมีรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร จำนวนจริง หรือคำสั่งเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 การเข้ารหัสโครโมโซมแบบค่าต่าง ๆ

3. การเข้ารหัสแบบเพอมิวเตชัน (Permutation Encoding) เป็นการเข้ารหัสที่แต่ละโครโมโซมเป็นรูปแบบหนึ่งของเพอมิวเตชันที่เป็นไปได้ของคำตอบ ค่าที่เก็บอยู่ในโครโมโซมแต่ละตำแหน่งจะไม่ซ้ำกัน ดังตัวอย่างในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การเข้ารหัสโครโมโซมแบบเพอมิวเตชัน

2.2.1.2 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Population Initialization)

การสร้างประชากรเริ่มต้นเป็นขั้นตอนต่อจากการกำหนดรูปแบบการเข้ารหัสโครโมโซมก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยประชากรกลุ่มแรกเกิดจากการสุ่ม (Random) คำตอบที่เป็นไปได้ ตามจำนวนของประชากรที่ได้กำหนดไว้ เช่น ปัญหาการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ เมื่อ x มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 15 สามารถแทนค่า x เป็นอักขระฐานสองที่มีความยาวเท่ากับ 4 ตัวอักษร ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การแทนค่า x ด้วยสายอักขระฐานสอง

String	Value x
0 0 0 0	0
0 0 0 1	1
.	.
.	.
1 1 1 1	15

2.2.1.3 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Evaluation)

เป็นขั้นตอนในการประเมินค่าความเหมาะสมของประชากรแต่ละตัว เพื่อให้คะแนนสำหรับคำตอบต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหา และค่าที่ได้จากฟังก์ชันนี้จะเรียกว่าค่าความ

เหมาะสม (Fitness Value) ซึ่งค่าความเหมาะสมนี้จะเป็นตัวบอกว่าประชากรตัวใดเหมาะสมหรือดีกว่ากัน ค่านี้จะถูกนำไปใช้ในการคัดเลือกประชากรสำหรับรุ่นต่อไป โดยการประเมินค่าความเหมาะสมจะทำโดยการแปลงค่าของประชากรที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของโครโมโซมซึ่งเป็นเลขฐานสอง ให้เป็นคำตอบในรูปแบบที่จะนำไปเป็นข้อมูลเข้าสำหรับฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม เช่น ปัญหาค่าสูงสุดข้างต้น สามารถคำนวณค่าความเหมาะสมได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การหาค่าความเหมาะสมของประชากร

String	Value x	Fitness value (x^2)
0 0 0 0	0	0
0 0 0 1	1	1
.	.	.
.	.	.
1 1 1 1	15	225

2.2.1.4 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator)

กระบวนการนี้เป็นการดำเนินการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อทำให้เกิดคำตอบที่มีความหลากหลายและเกิดการวิวัฒนาการไปสู่คำตอบที่ดีหรือเหมาะสมมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

1. การคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection)

เป็นการคัดเลือกโครโมโซมที่มีความเหมาะสมจากกลุ่มประชากรทั้งหมด เพื่อเป็นโครโมโซมต้นกำเนิดที่จะนำไปใช้ในการสืบทอดพันธุกรรมให้กับรุ่นลูกหลานต่อไป ซึ่งการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเพื่อนำไปเป็นต้นกำเนิดนั้น จะนำไปสู่คำตอบที่ดีขึ้นการคัดเลือกสายพันธุ์จะเป็นการคัดเลือกโครโมโซมที่จะสามารถอยู่รอดได้ในแต่ละรุ่น โดยการพิจารณาที่ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมนั้น ๆ ดังนั้นโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมที่ดี ย่อมมีโอกาสได้รับการคัดเลือก ส่วนโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมแย่กว่าก็จะมีโอกาสถูกเลือกน้อยกว่า หรือไม่ได้รับการคัดเลือกเลย

วิธีการคัดเลือกโครโมโซมนั้นหลายวิธี เช่น วิธีการแบ่งเป็นสัดส่วน (Proportion) วิธีของโบลต์ซมันน์ (Boltzmann) วิธีการจัดอันดับ (Ranking) วิธีจัดการแข่งขัน (Tournament) วิธีวงล้อรูเล็ท (Roulette Wheel) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเฟ้นสุ่มครอบจักรวาล (Stochastic Universal

Sampling หรือ SUS) และ วิธีเก็บตัวเก่ง (Elitist) เป็นต้น ในที่นี้จะยกตัวอย่าง วิธีการจัดการแข่งขัน (Tournament Selection) ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- วิธีการจัดการแข่งขัน (Tournament Selection)

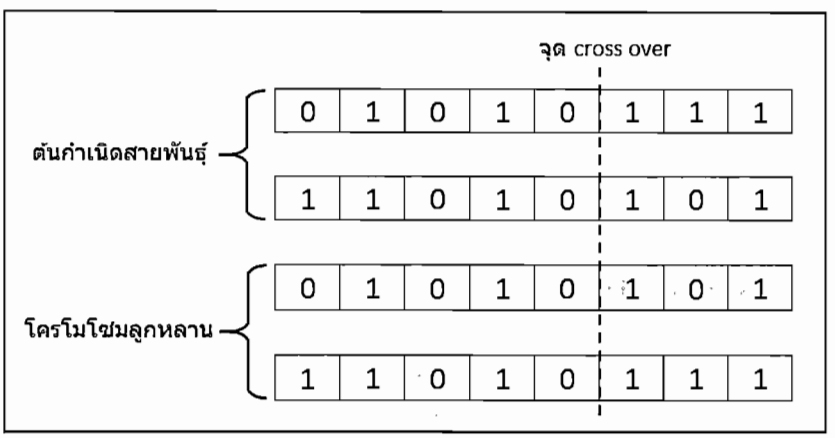
เป็นวิธีการเดียวกับการแข่งขันกีฬาทั่ว ๆ ไป โดยทำการสุ่มแบ่งกลุ่มคัดเลือกโครโมโซมแล้วคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดภายในกลุ่มนั้น เพื่อเป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์ จำนวนของโครโมโซมในแต่ละกลุ่มนั้นจะถูกกำหนดค่าเอาไว้ (Tournament size) เช่น กำหนดค่าให้เท่ากับ 2 ก็จะทำการสุ่มโครโมโซมขึ้นมา 2 โครโมโซม ทำการเปรียบเทียบกันและโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากกว่าก็จะได้รับการคัดเลือก เป็นต้น

2. การไขว้เปลี่ยน (Crossover)

เป็นวิธีการสร้างโครโมโซมใหม่โดยใช้วิธีการรวมตัวของโครโมโซม (Recombination Operator) โดยทำการรวมส่วนย่อยระหว่างโครโมโซมต้นกำเนิดสายพันธุ์ตั้งแต่สองโครโมโซมขึ้นไป เพื่อให้กลายเป็นโครโมโซมลูกหลาน ซึ่งโครโมโซมลูกหลานที่ได้จากการไขว้เปลี่ยนนี้จะมีพันธุกรรมจากต้นกำเนิดสายพันธุ์อยู่ในตัว โดยทั่วไปจะมีการกำหนดอัตราการทำไขว้เปลี่ยนไว้ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ความน่าจะเป็น เพื่อเป็นตัวกำหนดอัตราดังกล่าว วิธีการไขว้เปลี่ยนมีได้หลายวิธี ในที่นี้จะยกตัวอย่าง การไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว (Single-Point Crossover)

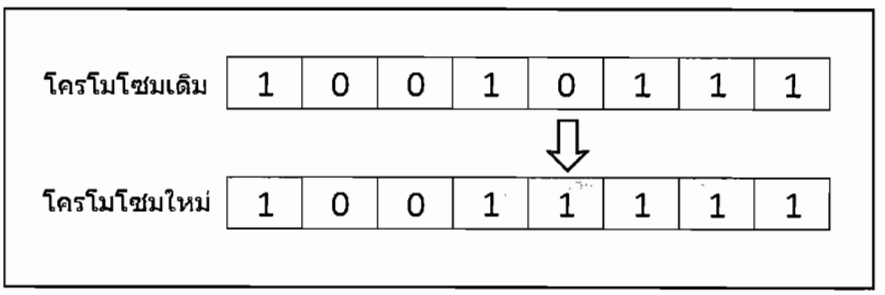
การไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียวนี้โครโมโซมลูกหลานจะมีสายพันธุ์ของต้นกำเนิดอยู่อย่างละหนึ่งส่วนจุดตัดในการไขว้เปลี่ยนนั้นโดยปกติจะได้มาจากการสุ่มเลือก ตัวอย่างของการไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียวแสดงดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว

3. การกลายพันธุ์ (Mutation)

เป็นวิธีการแปรผันยีนหรือส่วนย่อยของโครโมโซม ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้กับการกลายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในทางชีววิทยา เนื่องจากการกลายพันธุ์คือการเปลี่ยนแปลงยีนในโครโมโซม โดยในทางปฏิบัติแล้วยีนก็คือบิตในระบบตัวเลขของคอมพิวเตอร์ ซึ่งขั้นตอนในการกลายพันธุ์โดยทั่วไป คือ ทำการสุ่มตำแหน่งที่ต้องการกลายพันธุ์ขึ้นมาภายใต้ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ (Mutation Rate) จากนั้นทำการกลับค่าของบิตที่สุ่มมาได้จาก 0 เป็น 1 และจาก 1 เป็น 0 ในกรณีของโครโมโซมที่มีการเข้ารหัสแบบไบนารี ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ในรูปแบบการกลับค่าของบิต

การกลายพันธุ์ ทำให้เกิดความหลากหลายในกลุ่มประชากร ทำให้คำตอบที่เกิดขึ้นในกระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ครอบคลุมพื้นที่การค้นหาคำตอบได้ทั่วถึงมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการกำหนดอัตราในการกลายพันธุ์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เพราะส่งผลต่อกระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เนื่องจากในการนำโครโมโซมมาแก้ไขหรือดัดแปลงบางส่วนทำให้โครโมโซมสายพันธุ์ใหม่เปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นโครโมโซมที่ดีหรือแย่กว่าเดิมก็ได้ หากโครโมโซมที่ได้ใหม่นั้นเป็นโครโมโซมที่แย่ลง โครโมโซมที่ได้นี้ก็จะถูกตัดออกไปในขั้นตอนของการคัดเลือก

2.2.1.5 การแทนที่ (Replacement)

เป็นขั้นตอนที่เมื่อผ่านขั้นตอนของการไขว้เปลี่ยนและกลายพันธุ์จนทำให้เกิดโครโมโซมลูกหลานเรียบร้อยแล้วและนำโครโมโซมลูกหลานใหม่นี้ ไปแทนที่ประชากรรุ่นเก่า วัตถุประสงค์ในการแทนที่ คือ การนำโครโมโซมลูกหลานมาแทนที่ประชากรรุ่นก่อน ทำให้ประชากรรุ่นใหม่ เป็นโครโมโซมที่ดีกว่าเพราะได้สายพันธุ์ที่ดีจากต้นกำเนิดสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว วิธีในแทนที่มีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. การแทนที่ประชากรทั้งรุ่น

ประชากรรุ่นใหม่ไปแทนที่ประชากรรุ่นเก่าทั้งหมด ดังนั้นถ้าในระบบหนึ่งมีจำนวนประชากรเท่ากับ n จำนวน ประชากรลูกหลานที่จะมาแทนที่จะต้องมีขนาด n ด้วยเช่นกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย เนื่องจากไม่จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนของการคัดเลือกใหม่อีกรอบหนึ่ง แต่ก็มีข้อเสียคือโครโมโซมที่ดีในรุ่นก่อนจะถูกแทนที่ไปด้วย วิธีแก้ไข คือ ก่อนที่จะทำการแทนที่ให้คัดเลือกเก็บโครโมโซมที่ดีที่สุด 2 ถึง 3 ตัวแรกเอาไว้โดยอาจจะใช้วิธีการเก็บตัวเก่ง (Elitist) กล่าวคือถ้าไม่มีโครโมโซมใหม่ที่ดีกว่าเกิดขึ้น โครโมโซมที่ดีที่สุดจากรุ่นเดิมก็ยังถูกเก็บไว้ ทำให้การค้นหาคำตอบมีความเหมาะสมและระบบทำงานได้รวดเร็วขึ้น

2. การแทนที่ประชากรแบบบางส่วน

เป็นการนำเอาประชากรลูกหลานไปแทนที่ประชากรเดิมเพียงบางส่วนเท่านั้น โดยมีการคัดเลือกประชากรที่จะถูกแทนที่ซึ่งจะพิจารณาจากค่าความเหมาะสมของโครโมโซม โครโมโซมเก่าจะถูกแทนที่ด้วยโครโมโซมใหม่เพียง 1 หรือ 2 ตัวเท่านั้นวิธีในการแทนที่มีอยู่หลายวิธี เช่นการแทนที่ประชากรที่ด้อยที่สุด หรือ การแทนที่ประชากรโดยการสุ่มเลือก เป็นต้น

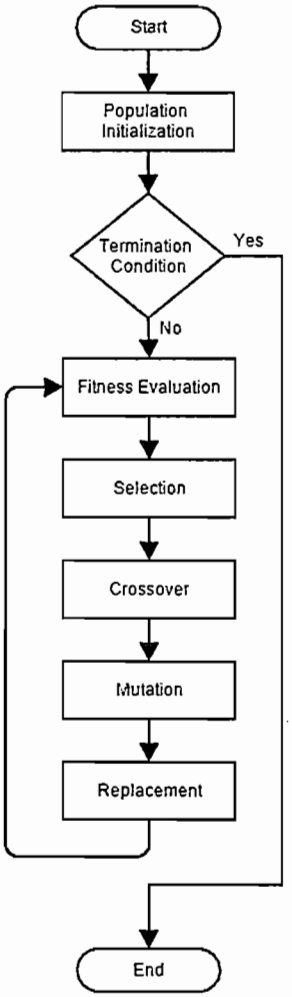
2.2.1.6 การกำหนดการสิ้นสุดของการทำงาน (Termination Condition)

การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นวัฏจักรหมุนเวียนอยู่เช่นนี้จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งตามเงื่อนไขโดยอาจสิ้นสุดเมื่อถึงรุ่นตามที่กำหนด หรือ พบคำตอบที่ดีที่สุดตามที่กำหนดไว้ หากไม่เข้าเงื่อนไขดังที่กล่าวมาแล้ว ก็ให้กลับไปที่ขั้นตอนการสร้างประชากรลูกหลาน แล้วทำงานซ้ำจนกว่าจะตรงตามเงื่อนไขจบการทำงาน

2.2.2 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมประกอบไปด้วยขั้นตอนพื้นฐาน ที่แสดงในรูปที่ 2-6 ซึ่งจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding)
2. การสร้างประชากรเริ่มต้น (Population Initialization)
3. การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Evaluation)
4. การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operations) ประกอบไปด้วย การคัดเลือก (Selection) เพื่อเป็นประชากรในรุ่นต่อไป, การไขว้เปลี่ยน (Crossover), การกลายพันธุ์ (Mutation)
5. การแทนที่ (Replacement)
6. การตรวจสอบเงื่อนไขการหยุด (Termination Condition) เพื่อสิ้นสุดการทำงาน



ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ในภาพที่ 2-6 แสดงขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ในการค้นหาคำตอบที่ต้องการ โดยคำตอบที่ต้องการให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมทำการค้นหาจะอยู่ในรูปของโครโมโซมในกลุ่มของประชากร ซึ่งคำตอบที่ต้องการจะเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุดในกลุ่มประชากร และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะทำการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดด้วยการประเมินค่าของโครโมโซมผ่านฟังก์ชันวัตถุประสงค์

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ พบว่ามีงานวิจัยหลายงานที่ได้นำเอาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาสร้างกฎการซื้อขายในแบบต่าง ๆ หลายงานวิจัยด้วยกัน เช่น

Sunisa Rimcharoen, Nutthanon Leelathakul และ Supawadee Srikamdee. (2557) ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้หลักการวิวัฒนาการโดยเรียกขั้นตอนที่นำเสนอว่าเป็น วิธีไฮบริดสำหรับการสร้างกฎการซื้อขายแลกเปลี่ยน โดยอาศัยหลักการวิวัฒนาการ ได้แก่ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm) และขั้นตอนวิธีกลยุทธ์เชิงวิวัฒน์ (Evolution strategies) ซึ่งทำการทดสอบกับข้อมูลราคาย้อนหลังของหน่วยลงทุนจำนวน 50 ตัว(SET50)ของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2556 ถึงเดือนตุลาคม 2556 เป็นช่วงเวลา 5 เดือนโดยประมาณ และใช้ตัวชี้วัดในการสร้างกฎจำนวน 5 ตัวด้วยกันดังนี้ คือ Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Standard Deviation (SD), Maximum value (MAX) และ Minimum value (MIN) ซึ่งกฎที่ได้นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ กฎสำหรับการส่งสัญญาณซื้อ (Buying rule) และกฎสำหรับการส่งสัญญาณขาย (Selling rule) ตัวอย่างเช่น Buying rule: { SMA(10) > EMA(15)} AND { MAX(4) > 24.28 } และ Selling rule: {MIN(S) < 21.23 } OR {SMA(18) < 19.86 } เป็นต้น โดยนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับการซื้อขายโดยใช้ตัวชี้วัด MACD

หลังจากทำการวิจัยซึ่งเป็นช่วงที่ตลาดของหน่วยลงทุน SET50 ปรับตัวลดลงถึง 3.77% แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบจากวิธีนำเสนอพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถทำกำไรโดยให้ผลตอบเทนเป็นกำไรเฉลี่ยถึง 3.94% แต่การใช้ตัวชี้วัดอย่าง MACD นั้นให้ผลตอบแทนเป็น -0.52% ซึ่งแสดงให้ว่าเทคนิคที่นำเสนอนั้นสามารถทำกำไรให้กับนักลงทุนได้แม้ในช่วงตลาดปรับตัวลดลงก็ตาม อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นเพียงทำการเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดอย่าง MACD เพียงตัวเดียว ซึ่งก็ยังไม่สามารถวัดได้ว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดหากเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดตัวอื่น ๆ

อรรถวุฒิ ภิรมย์ (2553) ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างกลยุทธ์ในการซื้อขายหลักทรัพย์เพื่อการหาผลกำไรในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์โดยนำเอาแนวทางของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม, เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) และ กลยุทธ์การซื้อขาย (Trading Strategies) มาประยุกต์เข้าด้วยกันงานวิจัยนี้ทดสอบกับข้อมูลที่อยู่ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยเลือกข้อมูลมา 4 หลักทรัพย์ซึ่งมาจากธุรกิจที่แตกต่างกันข้อมูลราคาของหุ้น ที่ใช้เป็นข้อมูลราคาเปิดตลาด ราคาปิดตลาด และมูลค่าการซื้อขายของแต่ละวันอย่างต่อเนื่อง ตามวัน เปิดทำการของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จะถูกแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลสอน (Training Data) และข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จากนั้นจะนำข้อมูลเป็นข้อมูลเข้าให้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมหาโครโมโซมที่เหมาะสมในรูปแบบของตัวชี้วัดแต่ละตัว 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 รูปแบบ คือ จะนำข้อมูลสำหรับการทดสอบมาทดสอบหาผลกำไรและการทดลองอีกรูปแบบหนึ่ง คือ หลังจากที่ได้ผลกลยุทธ์จากตัวชี้วัดแต่ละตัวแล้ว ก่อนที่จะนำไปหาผลกำไรด้วยข้อมูลสำหรับทดสอบให้นำมาจัดเรียงเป็นกลยุทธ์รวม (Combined) เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้า ให้กับตัวแบบ SVM เพื่อได้ผลสรุปของกลยุทธ์กลับมา จากนั้นจึงนำมาทดสอบหาผลกำไรจากข้อมูลทดสอบอีกครั้ง ผลการทดลองกับ 4 หลักทรัพย์จาก 2 อุตสาหกรรม พบว่า วิธีการประยุกต์ใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่ใช้ช่วงเวลาตามที่ได้กำหนดไว้ ในการคำนวณให้ผลกำไรจากการลงทุนดีที่สุดมากกว่าการซื้อขายแบบ Buy-and-Hold ซึ่งแบบ SVM ให้ผลได้ไม่ดีนัก

Hirabayashi, A., Aranha, C., และ Iba, H. (2552) นำเสนอการประยุกต์ใช้หลักการทางวิวัฒนาการ เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างกลยุทธ์การซื้อขายแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ หรือ ที่นักลงทุนรู้จักกันในชื่อ Foreign Exchange (FX) กับตัวชี้วัดทางเทคนิค 3 ตัวด้วยกัน คือ Relative Strength Index(RSI), Exponentially Weighted Moving Average(EWMA) และ Percent Difference from Moving Average(PD) โดยใช้ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนในการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ USD/JPY, EUR/JPY และ AUD/JPY ในช่วงปี 2548 ถึงปี 2551 จำนวน 4 ปี ซึ่งใช้ข้อมูลในการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 เดือน และทดสอบอีก 3 เดือน และได้ตัวอย่างผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 2-7

Range of Technical Indexes to Invest (Buying Rule)	
{(81.25% <RSI1< 93.75%) && (-0.3% <RR< 0.1%)} || {(-0.15% <PD< 0.7%) && (75% <RSI2< 97.5%)}	
RSI-Reference Time Length	31 hours
EWMA-Reference Time Length	23 hours
EWMA-Weight α	0.7
Profit Cashing	+ 2.3 Yen/ 1 EUR
Loss Cutting	- 1.7 Yen/ 1 EUR

ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้หลักการทางวิวัฒนาการ

งานวิจัยนี้กลุ่มผู้นำเสนอเน้นไปที่การคำนวณเพื่อค้นหาระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด เพื่อการคาดการณ์ราคาของตลาดอัตราแลกเปลี่ยนและยังเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวิธีการด้านกลยุทธ์อย่าง Buy and Hold และการใช้วิธีการรู้จำเพื่อค้นหาคำตอบอย่าง โครงข่ายประสาทเทียม(Neural Networks) ซึ่งงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าข้อมูลของระยะเวลาการคำนวณสั้น ๆ และการใช้วิธีการด้านวิวัฒนาการให้ผลการคาดการณ์ราคาที่ดีกว่าเทคนิค Buy and Hold และ Neural Networks แต่ก็มีบางอัตราแลกเปลี่ยนที่ยังไม่สามารถให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ อย่างเช่น ในปี 2551 อัตราแลกเปลี่ยน Euro และ Australian Dollar ซึ่งเป็นการยากที่จะเข้าใจตลาดในช่วงเวลานั้น

หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอในบทนี้ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการนำไปประยุต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ในบทต่อไปจะได้นำเสนอขั้นตอนรายละเอียดรวมทั้งการนำเอาแนวความคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวถึงในบทนี้ไปประยุกต์ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ดังกล่าวต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการวิจัยครั้งนี้ เริ่มต้นจากการศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่นักลงทุนทั่วไปใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จากนั้นจะทำการเตรียมข้อมูลสร้างกฎการซื้อขายและทดสอบกฎการซื้อขาย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษาการวิเคราะห์ทางเทคนิค

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาและรวบรวมเทคนิคการวิเคราะห์ที่นักลงทุนทั่วไปใช้ในการดูแนวโน้มของราคาเพื่อตัดสินใจในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ และตัวบ่งชี้ทางเทคนิคต่าง ๆ ตามที่เคยได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ทั้งนี้เพื่อให้การคัดเลือกตัวบ่งชี้ทางเทคนิคเพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการสร้างกฎการซื้อขายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและเครื่องมือ

ข้อมูลนำเข้า (Input) เป็นข้อมูลของหุ้นที่สนใจ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลราคาย้อนหลังของหุ้นในชุด SETHD ซึ่งเป็นชุดของหุ้นที่ได้รับการจัดอันดับโดยตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และข้อมูลที่ใช้นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลสำหรับสร้างการเรียนรู้ (Training Data) ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ค.ศ. 2014 ถึง ธันวาคม ค.ศ. 2014 และข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing Data) ตั้งแต่เดือน มกราคม ค.ศ. 2015 ถึง ธันวาคม ค.ศ. 2015

การเตรียมเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลข้อมูล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้โปรแกรม Visual Studio Community 2013 ในการเขียนโปรแกรมภาษา C# เพื่อทำการประมวลผลข้อมูล เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการดำเนินการและยังเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถนำชุดโปรแกรม Visual Studio Community 2013 นี้มาใช้งานในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการศึกษาหรือในส่วนบุคคลทั่วไปได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์แต่อย่างใด

ผลลัพธ์ (Output) จากการประมวลผลจะเป็น กฎซื้อ กฎขาย และกฎออกจากการซื้อขาย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กฎซื้อ (Buy Rule) จะตรวจสอบค่าจากตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นร่วมกัน ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจะทำการซื้อหลักทรัพย์ด้วยเงินทั้งหมดที่มี ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

ตัวอย่าง กฎซื้อ เช่น ถ้าค่า EMA คำนวณย้อนหลัง 5 วัน มีค่ามากกว่า ค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 10 วัน และ ค่า SMA ย้อนหลัง 18 วัน น้อยกว่า ค่า MAX ย้อนหลัง 20 วัน ให้ทำการซื้อหลักทรัพย์ ABC ณ ราคาเปิดของวันถัดไป สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้ดังนี้

IF (EMA(5) > MIN(10) AND SMA(18) < MAX(20)) THEN
ซื้อหลักทรัพย์ ABC

2. กฎขาย (Sell Rule) จะตรวจสอบค่าจากตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นร่วมกัน ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจะทำการขายหลักทรัพย์ทั้งหมดที่ซื้อไว้ ณ ราคาเปิดของวันถัดไป

ตัวอย่าง กฎขาย เช่น ถ้าค่า RSI คำนวณย้อนหลัง 14 วัน มีค่ามากกว่า ค่า SMA คำนวนย้อนหลัง 25 วัน และ ค่า EMA คำนวณย้อนหลัง 7 วัน น้อยกว่า ค่า MIN ย้อนหลัง 20 วัน หรือ หากเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (% LOSS) มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ทำการขายหลักทรัพย์ ABC ณ ราคาเปิดของวันถัดไป สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้ดังนี้

IF ((RSI(14) > SMA(25) AND EMA(7) < MIN(20)) OR %LOSS>2%) THEN
ขายหลักทรัพย์ ABC

3. กฎออกจากการซื้อขาย (Exit Rule) จะตรวจสอบค่าจากตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นร่วมกัน ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจะทำการขายหลักทรัพย์ทั้งหมดที่ซื้อไว้ ณ ราคาเปิดของวันถัดไป และออกจากการซื้อขาย

ตัวอย่าง กฎออกจากการซื้อขาย เช่น ถ้าค่า SMA คำนวณย้อนหลัง 50 วัน มีค่ามากกว่า ค่า EMA คำนวณย้อนหลัง 25 วัน และ ค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 25 วัน น้อยกว่า ค่า MAX ย้อนหลัง 7 วัน หรือ หากเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (% LOSS) มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ให้ทำการขายหลักทรัพย์ทั้งหมด ณ ราคาเปิดของวันถัดไปและออกจากการซื้อขาย สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้ดังนี้

IF ((SMA(50) > EMA(25) AND MIN(25) < MAX(7)) OR %LOSS>10%) THEN
ขายหลักทรัพย์ทั้งหมดและออกจากการซื้อขาย

ทั้งนี้ในกฎขายและกฎออกจากการซื้อขาย จะมีการเพิ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียเข้าไปด้วย ซึ่งจะแตกต่างจากกฎซื้อที่จะไม่มีเงื่อนไขนี้ร่วมด้วย และเปอร์เซ็นต์การ

สูญเสียของกฎขายและกฎออกจากการซื้อขายจะมีวิธีการในการคำนวณดังสมการที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

$$L_{sale} = \left(1 \quad \frac{CLOSE_t}{OPEN_{t-1}}\right) \times 100 \tag{3.1}$$

โดยที่ L_{sale} คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของกฎขาย
$CLOSE_t$ คือ ราคาปิด ณ วันที่คำนวณ
$OPEN_{t-1}$ คือ ราคาเปิดของวันก่อนหน้า

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของกฎขายจะคำนวณจากราคาปิดของหลักทรัพย์ ณ วันที่คำนวณลบด้วยราคาเปิดของวันก่อนหน้าคูณด้วยหนึ่งร้อยดังสมการที่ 3.1

$$L_{exit} = \frac{COST - \left(\left(\sum_{i=0}^{n-1} STOCK_i\right) \times CLOSE_t\right)}{COST} \times 100 \tag{3.2}$$

โดยที่ L_{exit} คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของกฎออก
$CLOSE_t$ คือ ราคาปิด ณ วันที่คำนวณ
$COST$ คือ ต้นทุนที่ซื้อไว้ก่อนหน้า
$STOCK_i$ คือ จำนวนหุ้นที่ซื้อไว้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของกฎออกจากการซื้อขายจะคำนวณจาก ยอดรวมของต้นทุน ลบด้วยผลรวมของหุ้นที่ซื้อไว้ทั้งหมด คูณด้วยราคาปิด ณ วันปัจจุบัน หารด้วยยอดรวมของต้นทุนคูณด้วยหนึ่งร้อยดังสมการที่ 3.2

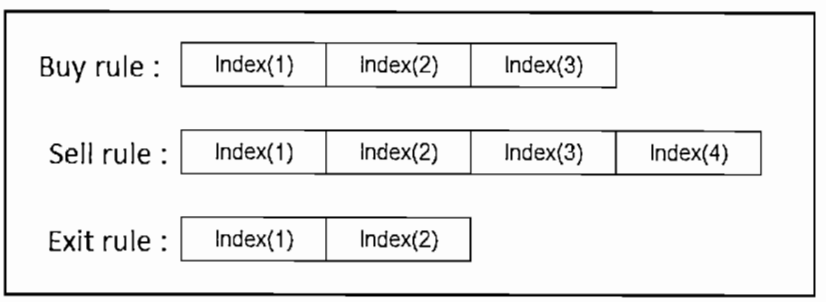
3.3 ขั้นตอนการสร้างกฎในการซื้อขายหลักทรัพย์

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่ใช้ในการสร้างกฎการซื้อขายทั้ง 3 กฎที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นนั้น จะเริ่มที่การเข้ารหัสของโครโมโซมในรูปแบบของโครโมโซมคำตอบ (Chromosome Encoding) โดยการเก็บคุณลักษณะของคำตอบไว้เพื่อใช้สำหรับการสืบทอดให้กับประชากรรุ่นถัดไป ในงานวิจัยนี้จะทำการเข้ารหัสโครโมโซมแบบค่าต่าง ๆ (Value Encoding) และเก็บ

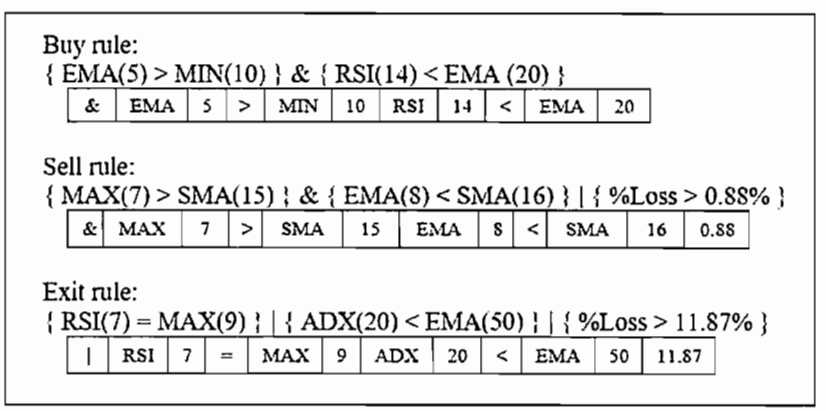
โครงสร้างของกฎในรูปแบบของต้นไม้ทวิภาค (Binary Tree) การดำเนินการในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นจะเริ่มจากการสุ่มสร้างประชากร และทำการประเมินค่าความเหมาะสมของประชากรที่สร้างขึ้น แล้วเลือกประชากรตัวที่เหมาะสมกว่าเพื่อเข้าสู่กระบวนการการกลายพันธุ์และถ่ายทอดสู่รุ่นถัดไป กระบวนการทำงานทั้งหมดตั้งแต่การสร้างประชากรเริ่มต้น จนถึงกระบวนการคัดเลือกประชากรที่เหมาะสมกว่าไปเป็นประชากรในรุ่นถัดไป มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initial Population)

การสร้างประชากรเริ่มต้น เริ่มจากการกำหนดจำนวนประชากรจำนวน n ตัว โดยแต่ละประชากรนั้นจะทำการเข้ารหัสโครโมโซมจากตัวชี้วัดทางเทคนิคและเงื่อนไขที่กำหนด โดยการสุ่มสร้างกฎย่อยขึ้นมาต่อกันตามจำนวนที่ได้จากการสุ่มความยาวของกฎในแต่ละประเภท กฎย่อยที่เกิดจากการสุ่มจะทำการกำหนดตำแหน่งโดยเรียกว่า Index(i) ซึ่งการสุ่มสร้างกฎย่อยและการเข้ารหัสของโครโมโซมเพื่อแทนค่าคำตอบต่าง ๆ แสดงตัวอย่างในภาพที่ 3-1 และ 3-2 ตามลำดับ



ภาพที่ 3-1 ตัวอย่างการสร้างกฎย่อย



ภาพที่ 3-2 ตัวอย่างการเข้ารหัสโครโมโซม

จากภาพที่ 3-2 จะพบว่าการเข้ารหัสโครโมโซมจะเป็นในแบบค่าต่าง ๆ (Value Encoding) โดยทำการสุ่มสร้างจากค่าตามประเภทที่กำหนดดังนี้

1. ตัวดำเนินการทางตรรกะ (Logical Operator) ในงานวิจัยนี้จะใช้เพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ

AND คือ ถ้านิพจน์ทั้งสองจริง ก็จะให้ค่าความจริงเป็น จริง แทนด้วยสัญลักษณ์ &

OR คือ ถ้ามีนิพจน์ตัวใดตัวหนึ่งจริง ก็จะให้ค่าความจริงเป็น จริงแทนด้วยสัญลักษณ์ |

2. ตัวบ่งชี้ทางด้านเทคนิค (Technical Indicator) ในงานวิจัยนี้จะใช้ ตัวบ่งชี้ทางด้านเทคนิคจำนวน 7 ตัว ดังนี้

2.1 Simple Moving Average (SMA)

2.2 Exponential Moving Average (EMA)

2.3 Standard Deviation (SD)

2.4 Maximum value (MAX)

2.5 Minimum value (MIN)

2.6 Average Directional Index (ADX)

2.7 Relative Strength Index (RSI)

3. ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ (Comparison Operator) ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวดำเนินการในการเปรียบเทียบจำนวน 5 ตัวดังนี้

3.1 = คือ เท่ากับ

3.2 < คือ น้อยกว่า

3.3 > คือ มากกว่า

3.4 >= คือ มากกว่าหรือเท่ากับ

3.5 <= คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ

4. จำนวนเต็ม (Integer) เป็นจำนวนวันที่ใช้กับตัวบ่งชี้ทางด้านเทคนิคต่าง ๆ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าในช่วงระหว่าง 5 ถึง 50 วัน เนื่องจากเหมาะสมสำหรับกลยุทธ์การซื้อขายระยะสั้น (Short-Term Trading)

5. จำนวนจริง (Floats) เป็นจำนวนที่สุ่มเพื่อเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสำหรับกฎขายและกฎออกจากการซื้อขาย โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละกฎ ดังนี้

5.1 กฎขาย กำหนดค่าในช่วงระหว่าง 0.001 - 1.000

5.2 กฎออกจากการขาย กำหนดค่าในช่วงระหว่าง 5.00 - 50.00

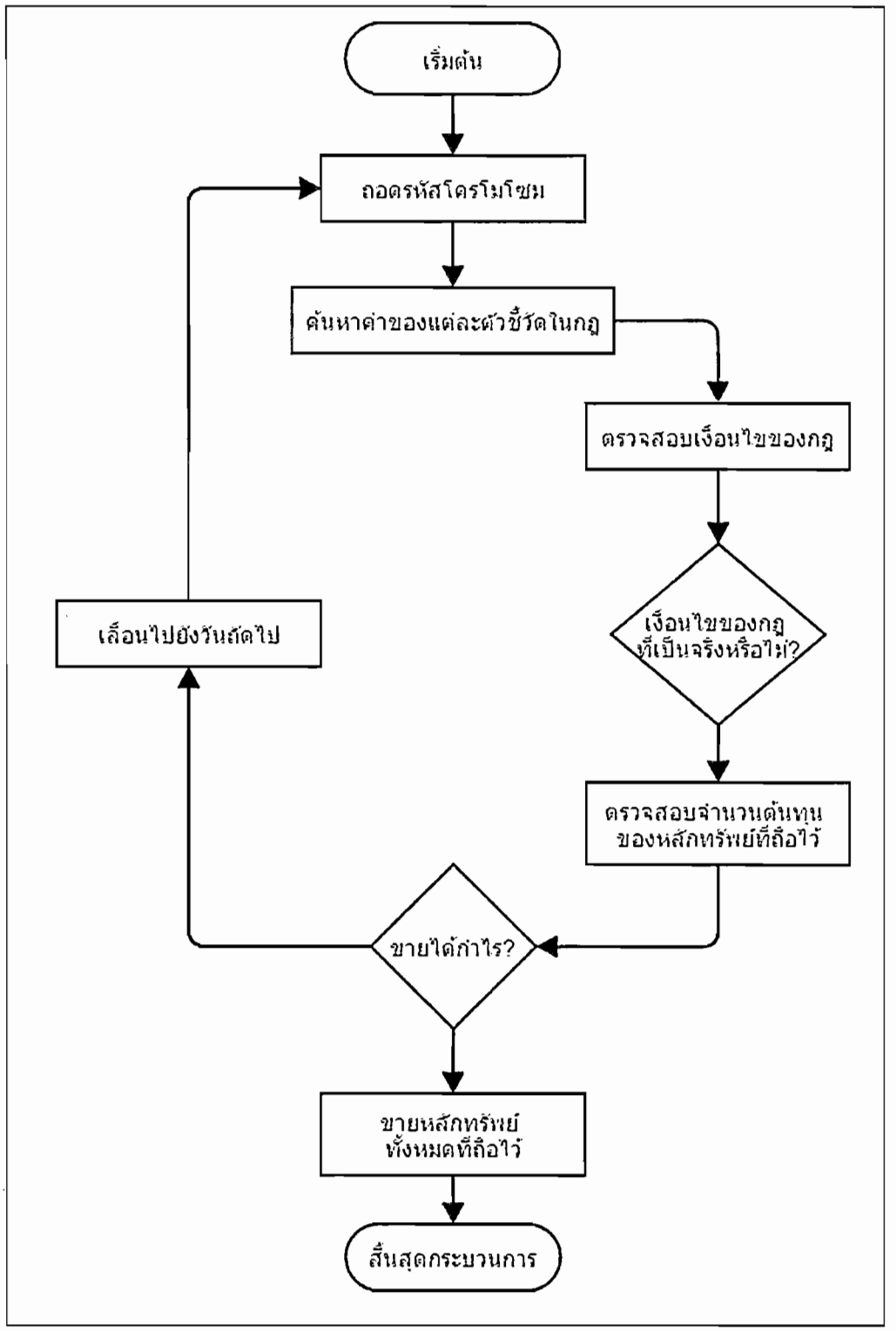
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

3.3.2 การประเมินค่าความเหมาะสมของโครโมโซม (Fitness Evaluation)

การประเมินค่าความเหมาะสมสำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในงานวิจัยนี้ จะเป็นการนำประชากรที่ได้ไปทดสอบกับข้อมูลหลักทรัพย์ที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูล เพื่อหาค่าผลตอบแทนจากการลงทุน โดยกระบวนการประเมินค่าความเหมาะสมจะถูกนำไปใช้พิจารณาในขั้นตอนของการคัดเลือกเพื่อทำการคัดสรรประชากรในรุ่นถัดไป

ในงานวิจัยนี้วิธีการประเมินค่าความเหมาะสมในขั้นตอนการจำลองการซื้อขายนั้น จะเป็นลักษณะของการสะสมค่าผลกำไร/ขาดทุน ซึ่งจะแตกต่างจากงานวิจัยที่มีผู้ทำไว้ก่อนหน้าที่เป็นการประเมินค่าในลักษณะการหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้การวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการจำลองการซื้อขายนั้นมีความใกล้เคียงกับการซื้อขายจริงในตลาดหลักทรัพย์มากที่สุด อีกทั้งยังมีการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมในกรณีเมื่อเข้ากฎขายแล้วให้ระบบทำการพิจารณาด้วยว่าราคาขาย ณ เวลานั้น หากทำการขายจะส่งผลทำให้เกิดการขาดทุนหรือไม่ หากเกิดการขาดทุนถึงแม้จะเข้ากฎขายแต่ยังไม่เข้ากฎออกจากการซื้อขาย ก็จะไม่ทำการขายหลักทรัพย์ที่ถือไว้ เพื่อป้องกันการขาดทุนและเพื่อเป็นการจำลองสภาวะการซื้อขายที่ใกล้เคียงกับการลงทุนจริงของนักลงทุนโดยทั่วไป ตัวอย่างขั้นตอนการตรวจสอบกฎขายได้แสดงไว้ในภาพที่ 3-3

365261



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบกฎขาย

การคิดค่าความเหมาะสม (Fitness value) ของการจำลองสภาวะการซื้อขายในงานวิจัยนี้ แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 3-1 โดยคอลัมน์แรกเป็นชื่อของหลักทรัพย์ คอลัมน์ถัดมา คือ วันที่การซื้อขาย, ราคาเปิด, ราคาปิด, สัญญาณ, จำนวนหุ้นที่ซื้อหรือขาย, จำนวนเงินที่ซื้อก่อนคิดค่านายหน้า, ค่านายหน้า และคอลัมน์สุดท้ายคือยอดรวมของเงินทั้งหมดจากการซื้อขาย ตามลำดับ ซึ่งการคิดยอดรวมของเงินทั้งหมดจากการซื้อขายนั้น หากเป็นสัญญาณการซื้อ (Buy) จะบวกเพิ่ม รวมกับค่านายหน้า ส่วนสัญญาณการขาย (Sell) จะทำการหักค่านายหน้าออก โดยสองบรรทัดสุดท้ายจะแสดงผลกำไรขาดทุนรวมทั้งหมด และร้อยละของกำไรขาดทุนที่ได้จากการซื้อขาย ตามลำดับ

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างการคิดค่าความเหมาะสม

Ticker Symbol	Close Date	Price Open	Price Close	Signal	Buy Stock	Amount (Baht)	Commission (Baht)	Total (Baht)
DELTA	1/2/2014	54	53.5	Buy	100	5,100	8.05	5,108
DELTA	1/3/2014	51	51.25					
DELTA	1/6/2014	50.75	49.25	Buy	100	4,900	7.73	4,908
DELTA	1/7/2014	49	50.25					
DELTA	1/8/2014	51.75	50.5	Sell	200	10,750	16.96	10,733
DELTA	1/9/2014	53.75	53.25					
DELTA	1/10/2014	52.25	51.25					
							Grand Total	717
							Ratio	7%

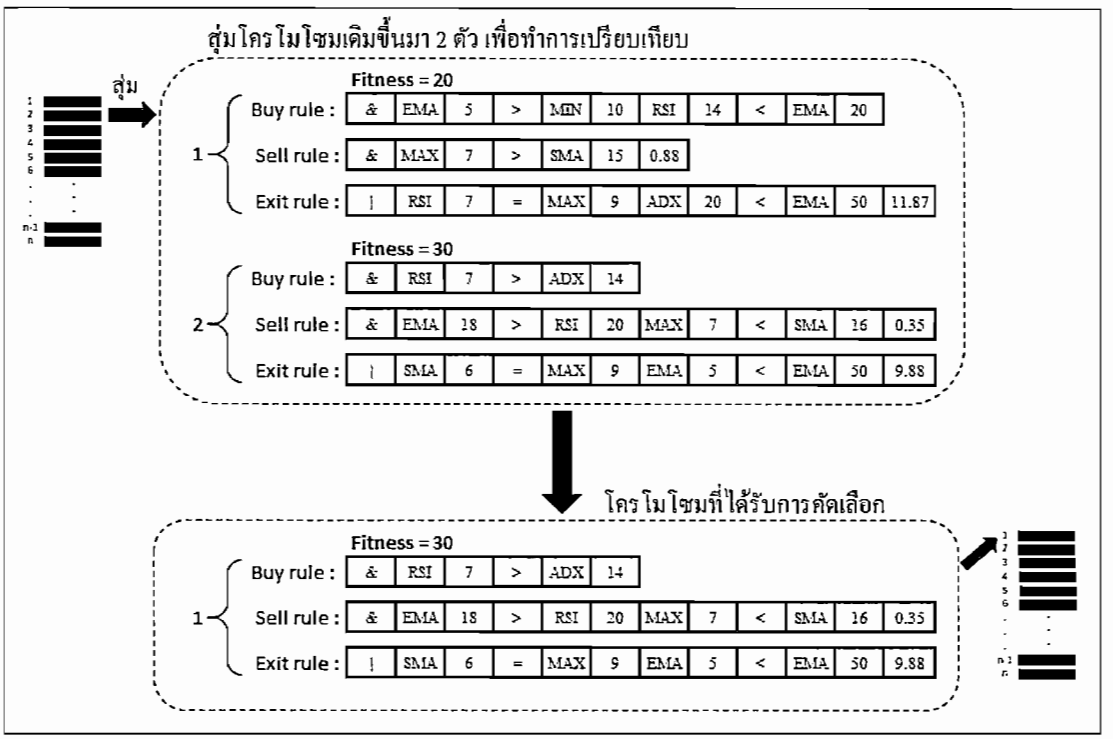
จากตารางที่ 3-1 จะพบว่าการคิดค่าความเหมาะสมของการจำลองสภาวะการซื้อขายในงานวิจัยนี้ จะทำการซื้อหุ้นเพิ่มหากมีสัญญาณซื้อและราคาเปิดของวันถัดไป มีราคาน้อยกว่าราคาซื้อที่ทำการซื้อก่อนหน้านี้ ส่วนการขายจะทำการขายทันที ที่มีสัญญาณขาย โดยจะทำการขายหุ้นทั้งหมดที่มีในราคาเปิดของวันถัดไป และการคิดกำไรขาดทุน จะคิดจากผลรวมต้นทุนทั้งหมดที่ทำการซื้อลบด้วยยอดรวมของเงินที่ได้จากการขายหลังหักค่านายหน้า

3.3.3 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operation)

3.3.3.1 การคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection)

สำหรับการคัดเลือกประชากรในรุ่นถัดไปของงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการคัดเลือกแบบวิธีจัดการแข่งขัน (Tournament) โดยจะทำการสุ่มคัดเลือกประชากรมาทีละคู่ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมระหว่างประชากรทั้งคู่ โดยหากค่าความเหมาะสมของประชากรตัวใดมีค่ามากกว่า ประชากรตัวนั้นจะผ่านการคัดเลือกเป็นต้นแบบในการสร้างประชากรตัวใหม่ในรุ่นถัดไป การสุ่มคัดเลือกจะทำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบตามจำนวนประชากรที่กำหนด

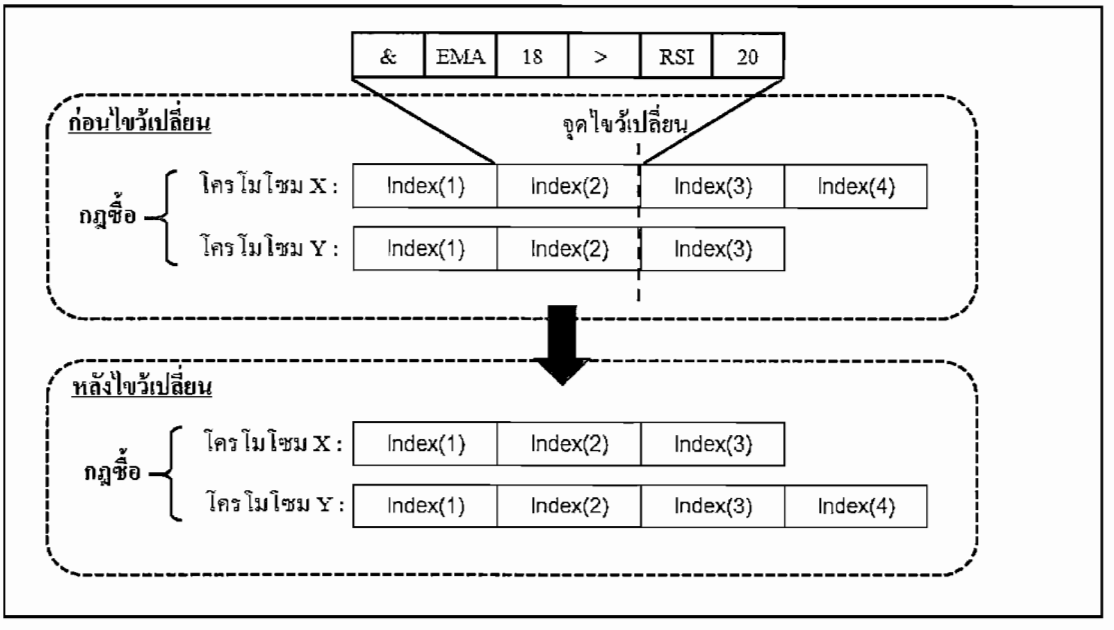
วิธีการคัดเลือกแบบการแข่งขัน ทำได้โดยการสุ่มคัดเลือกโครโมโซมมาทีละคู่ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขนาดการแข่งขันไว้เท่ากับ 2 จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งคู่ หากโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมสูงกว่าโครโมโซมนั้นจะได้รับการคัดเลือกไปเป็นโครโมโซมต้นกำเนิดสายพันธุ์ กระบวนการคัดเลือกที่กล่าวในข้างต้นนั้นแสดงได้ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 โครโมโซมที่ผ่านการคัดเลือก

3.3.3.2 การไขว้เปลี่ยน (Crossover)

การไขว้เปลี่ยนในงานวิจัยนี้ จะใช้ประชากรที่ได้จากการคัดเลือกในกระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งจะได้ประชากรต้นกำเนิดมา 2 ตัว สำหรับสร้างลูกหลานในรุ่นถัดไป โดยกระบวนการของการไขว้เปลี่ยนในงานวิจัยนี้จะเริ่มต้นด้วยการสุ่มตำแหน่งจำนวน 1 ตำแหน่ง (Single-Point Crossover) โดยตำแหน่งในการไขว้เปลี่ยนจะเป็นตำแหน่งของยีนที่เป็นตัวดำเนินการทางตรรกะ ของโครโมโซมนั้น ๆ แล้วทำการไขว้เปลี่ยน ณ ตำแหน่งที่สุ่มได้ โดยตำแหน่งที่สุ่มได้ของแต่ละกฎอาจไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับความยาวของโครโมโซมที่สุ่มขึ้นมาในแต่ละคู่ ในงานวิจัยนี้กฎการซื้อขายแต่ละกฎ จะทำการไขว้เปลี่ยนกันเฉพาะกฎในประเภทเดียวกันเท่านั้น เช่น กฎขายของโครโมโซม X จะทำการไขว้เปลี่ยนกับ กฎขายของโครโมโซม Y เท่านั้น โดยจะไม่ทำการไขว้เปลี่ยนข้ามกฎ ตัวอย่างแสดงการไขว้เปลี่ยนกฎซื้อของโครโมโซมดังแสดงในภาพที่ 3-5



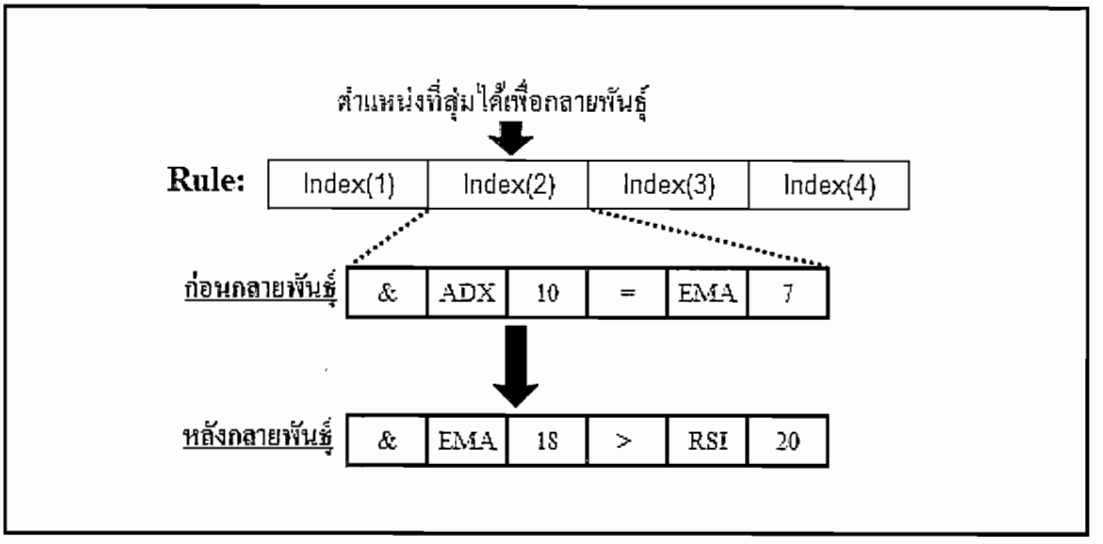
ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างการไขว้เปลี่ยน

3.3.3.3 การกลายพันธุ์ (Mutation)

ขั้นตอนการกลายพันธุ์ในงานวิจัยนี้ การกลายพันธุ์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากการไขว้เปลี่ยน โครโมโซมรุ่นลูกที่ได้จะถูกดัดแปลงบางส่วนของโครโมโซมให้มีค่าเปลี่ยนไปเพื่อให้เกิดโครโมโซมสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นโครโมโซมที่ดีขึ้นหรือแย่

กว่าเดิมก็ได้ หากโครโมโซมใหม่ที่ได้เป็นโครโมโซมที่แย่ลงโครโมโซมสายพันธุ์ใหม่นี้ก็จะถูกคัดออกไปในขั้นตอนการคัดเลือก อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ของการกลายพันธุ์ คือ เพื่อสร้างความหลากหลายของข้อมูล ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าความน่าจะเป็นไว้ในอัตรา 30 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนการกลายพันธุ์เริ่มต้นด้วยการสุ่มตำแหน่งที่จะทำการกลายพันธุ์ของแต่ละกฎ ซึ่งตำแหน่งที่สุ่มได้นั้นจะขึ้นอยู่กับความยาวโครโมโซมของแต่ละกฎ เช่น กฎซื้อสุ่มได้ตำแหน่งที่ 2 กฎขายสุ่มได้ตำแหน่งที่ 3 และกฎออกจากการซื้อขายสุ่มได้ตำแหน่งที่ 1 เป็นต้น จากนั้นจะทำการกลายพันธุ์ โดยทำการสุ่มตัวชี้วัดทางด้านเทคนิคและเงื่อนไขต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่และทำการแทนที่ในตำแหน่งโครโมโซมที่สุ่มได้ ขั้นตอนการกลายพันธุ์ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นแสดงได้ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างการกลายพันธุ์

ทั้งนี้ในส่วนของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่เป็นเงื่อนไขซึ่งมีอยู่แค่ในกฎขายและกฎออกจากการซื้อขายนั้น จะทำการสุ่มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียขึ้นมาใหม่เช่นกัน โดยจะทำการสุ่มในช่วงค่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนด

หลังจากผ่านการดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operation) เรียบร้อยแล้ว ประชากรที่ได้รับการคัดเลือกไปเป็นประชากรรุ่นถัดไป จะได้รับการประเมินค่าความเหมาะสมและเข้าสู่การดำเนินการทางพันธุกรรมอีก จนกว่าจะครบตามจำนวนรอบที่กำหนด

3.3.3.4 การกำหนดการสิ้นสุดการทำงาน (Termination Condition)

กระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มีลักษณะเป็น วัฏจักรหมุนเวียน เพื่อทำการวิวัฒนาการ โดยจะทำจนกระทั่งถึงเงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานที่กำหนด ในงานวิจัยนี้จะใช้เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน คือ จำนวนรุ่น ซึ่งจะทำการกำหนดจำนวนรุ่นไว้ที่จำนวน 100 รุ่น (Generations) และประมวลผลซ้ำการทำงานอีกเป็นจำนวนทั้งสิ้น 100 รอบจากนั้นจึงจะหยุดการหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

3.4 ขั้นตอนการทดสอบกฎการซื้อขายหลักทรัพย์

งานวิจัยนี้นำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ในอดีตมาใช้ในการทดสอบกฎการซื้อขายที่ได้จากขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม รายละเอียดระยะเวลาของข้อมูลที่นำมาใช้ แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดช่วงข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นตอน	เริ่มต้น	สิ้นสุด	รวม (วัน)
Training Data	1/1/2557	31/12/2557	245
Testing Data	1/1/2558	31/12/2558	243

โดยการทดสอบการซื้อขายในแบบจำลองการซื้อขายนั้น การซื้อในแต่ละครั้งจะซื้อเป็นจำนวน 100 หุ้น และจะทำการคิดค่านายหน้า(Commission) ในรูปแบบบัญชีเงินสด(Cash balance) ซึ่งจะคิดในอัตรา 0.1578% ในกรณีที่ทำการซื้อขายในแต่ละครั้งต่ำกว่า 5 ล้านบาท โดยมีรายละเอียดดังได้แสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 อัตราค่าธรรมเนียม สำหรับประเภทบัญชีเงินสด

มูลค่าการซื้อขายต่อวัน(บาท)	ค่านายหน้าซื้อขายหลักทรัพย์ (Brokerage Fee)	ตลาดหลักทรัพย์ฯ/กำกับดูแล (Trading Fee/ Regulatory Fee)	การชำระราคาและส่งมอบหลักทรัพย์ (Clearing Fee)	รวม
ไม่เกิน 5 ล้านบาท	0.15%	0.0068%	0.001%	0.1578%

ทั้งนี้การวัดค่าความถูกต้องจะเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่ใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) ที่นักลงทุนทั่วไปใช้งาน คือ MACD และเทียบกับงานวิจัยที่มีผู้ค้นคว้าไว้ก่อนหน้านี้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลของ SETHD ในช่วงเวลาดังที่เคยได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 และข้อมูลของ SET50 ในช่วงเดือน มิถุนายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับงานวิจัยที่มีผู้ทำไว้ก่อนหน้า เพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่กำหนด เพื่อทดลองข้อมูลทั้งสองชุดในงานวิจัยนี้จะกำหนดค่าพารามิเตอร์แบบเดียวกันทั้งสองการทดลอง มีรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ดังได้แสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

พารามิเตอร์	รายละเอียด
Population size	100
Chromosome encoding	Value encoding
The selection method	Tournament (Size=2)
The crossover method	one-point crossover
The crossover rate (Pc)	0.8
The mutation rate (P_m)	0.3
The number of generations	100

4.2 การทดลองข้อมูล SETHD

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลในอดีตของหลักทรัพย์ที่อยู่ใน SETHD จำนวน 30 ตัว จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยช่วงเวลาที่ใช้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Training Set และ Testing Set ตามที่เคยได้กล่าวไว้ในบทก่อนหน้า ผลลัพธ์ที่ได้รับจากการทดลองจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับวิธี MACD ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิคที่เป็นที่นิยม

4.2.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4-2 โดยคอลัมน์แรกเป็นชื่อของหลักทรัพย์ที่ถูกจัดอันดับอยู่ในกลุ่มของ SETHD ข้อมูลในอีก 3 คอลัมน์ถัดไป เป็นผลตอบแทน (%) ที่ได้จากการซื้อและขายหลักทรัพย์ ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างวิธีที่นำเสนอ (LARG) และวิธี MACD ส่วนกฎที่เป็นผลลัพธ์จากการวิวัฒนาการคำตอบตามวิธีที่นำเสนอ แสดงในคอลัมน์สุดท้าย เช่น หุ้น AMATA ใช้กฎที่ได้จากขั้นตอนวิวัฒนาการ คือ ถ้าค่า SMA คำนวณย้อนหลัง 15 วัน มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า RSI คำนวณย้อนหลัง 39 วัน หรือค่า RSI คำนวณย้อนหลัง 38 วัน มีค่าเท่ากับค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 41 วัน และจะทำการขายถ้าค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 32 วัน มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ค่า MAX คำนวณย้อนหลัง 12 วัน และ ค่า MAX คำนวณย้อนหลัง 38 วัน มีค่ามากกว่าค่า RSI คำนวณย้อนหลัง 18 วัน หรือถ้าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสูงมากกว่า 0.332 เปอร์เซ็นต์ โดยจะหยุดการซื้อขายเมื่อค่า RSI คำนวณย้อนหลัง 49 วัน เท่ากับค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 45 วัน และค่า EMA คำนวณย้อนหลัง 46 วัน มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า MIN คำนวณย้อนหลัง 39 วัน หรือถ้าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสูงมากกว่า 28.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกำไรที่ได้จากการซื้อขายตามกฎนี้ในช่วงระยะเวลาทดสอบคือ 16.11% ทั้งนี้การขายหุ้นจะทำในกรณีที่มีการซื้อมาก่อนเท่านั้น และการซื้อขายจะซื้อขายที่ราคาเปิดของวันถัดไปเมื่อตรงตามกฎ โดยจะซื้อเพิ่มเมื่อตรงตามกฎซื้อและราคาซื้อน้อยกว่าราคาที่ซื้อไว้ก่อนหน้า

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
AMATA	46.07	16.11	-9.34	Buy : SMA(15) <= RSI(39) or RSI(38) = MIN(41) Sell : (MIN(32) <= MAX(12) and MAX(38) >= RSI(18)) OR (%Loss > 0.332%) Stop : (RSI(49) = MIN(45) and EMA(46) >= MIN(39)) OR (%Loss > 28.65%)
AP	68.60	17.15	7.93	Buy : SMA(5) < EMA(21) and MIN(48) = EMA(10) or EMA(30) < RSI(13) or EMA(27) = SMA(41) or MIN(19) > MAX(38) Sell : (SMA(20) = MIN(49) and EMA(5) <= SMA(6)) OR (%Loss > 0.861%) Stop : (SMA(23) < MIN(48)) OR (%Loss > 25.021%)
BBL	31.28	10.16	-27.58	Buy : MAX(19) > SMA(24) or SMA(28) >= EMA(36) or MIN(46) < EMA(15) and EMA(15) >= MAX(31) and SMA(7) <= RSI(26) Sell : (EMA(44) <= RSI(18) and RSI(29) >= EMA(39) or SMA(19) >= MIN(9) or MAX(25) = EMA(18)) OR (%Loss > 3.663%) Stop : (EMA(20) < RSI(46) and SMA(12) > MIN(44)) OR (%Loss > 13.735%)

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD (ต่อ)

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
BCP	56.92	24.35	-11.59	Buy : EMA(7) > SMA(9) or EMA(47) > MAX(44) and MIN(37) <= SMA(5) or MAX(43) = RSI(19) or EMA(10) < SMA(27) Sell : (MAX(42) < MIN(45) and SMA(35) = RSI(45) and RSI(6) <= EMA(17)) OR (%Loss > 1.863%) Stop : (MAX(20) <= MIN(45) and SMA(36) >= EMA(14)) OR (%Loss > 36.698%)
BECL	11.89	13.37	9.96	Buy : EMA(34) >= MAX(46) and RSI(49) > SMA(47) or SMA(24) <= EMA(40) and SMA(12) <= RSI(26) Sell : (MAX(40) = SMA(31) or SMA(27) >= RSI(18) or SMA(27) > MAX(32) or EMA(29) > RSI(22) and SMA(29) >= RSI(16)) OR (%Loss > 1.718%) Stop : (MAX(26) < EMA(33) and EMA(19) = MAX(25)) OR (%Loss > 20.767%)
DELTA	52.23	37.08	-39.12	Buy : EMA(11) = SMA(49) or MAX(7) >= MIN(21) or RSI(20) <= SMA(45) and RSI(13) >= SMA(8) and SMA(39) >= MAX(16) Sell : (RSI(21) >= EMA(23) or SMA(14) = MIN(26) or SMA(20) = EMA(9) or EMA(19) = SMA(24)) OR (%Loss > 2.458%) Stop : (SMA(45) >= MAX(40)) OR (%Loss > 10.597%)
EGCO	29.32	12.77	-13.12	Buy : MIN(17) > RSI(34) or MAX(23) < EMA(9) or MIN(40) = MAX(31) and RSI(34) >= MAX(19) and MIN(33) < SMA(34) Sell : (EMA(28) < RSI(34) and SMA(24) <= MIN(45) or MIN(6) <= EMA(48)) OR (%Loss > 3.147%) Stop : (MAX(46) <= RSI(46) and MAX(16) <= MIN(16) and MIN(15) >= MAX(12) and RSI(39) = MAX(48) or MAX(24) <= MIN(28)) OR (%Loss > 38.693%)
GLOW	54.92	36.21	-19.90	Buy : SMA(22) > MIN(50) and MAX(39) > SMA(45) or MIN(12) <= EMA(13) and MIN(38) = EMA(49) Sell : (SMA(7) > RSI(47) and SMA(9) >= MAX(37) or EMA(7) >= RSI(44) or MAX(12) > MIN(26)) OR (%Loss > 4.529%) Stop : (RSI(8) = EMA(14)) OR (%Loss > 34.448%)
JAS	3.04	8.81	-20.53	Buy : SMA(6) > MAX(39) or RSI(47) >= MIN(46) and RSI(46) >= SMA(49) or EMA(21) >= RSI(6) Sell : (SMA(19) >= EMA(38)) OR (%Loss > 2.916%) Stop : (MAX(50) >= EMA(6) or SMA(5) >= RSI(22) and EMA(31) > MIN(16) or SMA(5) < EMA(17)) OR (%Loss > 19.462%)
KKP	33.72	21.66	0.17	Buy : MIN(10) > MAX(13) and RSI(25) < EMA(48) or SMA(34) <= MAX(19) Sell : (SMA(32) <= RSI(38) or MIN(5) = RSI(8) or EMA(7) > MIN(22) and RSI(41) >= MIN(7)) OR (%Loss > 4.083%) Stop : (RSI(40) < MAX(11) and RSI(14) >= EMA(14) and EMA(16) >= MAX(48) and MIN(38) > EMA(32)) OR (%Loss > 31.324%)
KTB	33.70	11.54	-42.99	Buy : SMA(49) >= MAX(39) or RSI(8) > MAX(35) and MIN(46) <= SMA(11) Sell : (SMA(29) <= RSI(32) or MIN(13) <= RSI(23) and MAX(12) >= MIN(33) or RSI(50) >= EMA(50) and EMA(39) < MAX(13)) OR (%Loss > 0.406%) Stop : (EMA(38) <= MAX(49) and EMA(23) > RSI(20) or MIN(29) > RSI(18)) OR (%Loss > 21.407%)

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD (ต่อ)

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
LH	33.38	27.72	-1.96	Buy : MIN(40) > MAX(19) and MAX(38) > EMA(6) or MIN(44) <= SMA(41) Sell : (SMA(44) > MIN(8)) OR (%Loss > 1.944%) Stop : (SMA(22) >= RSI(49)) OR (%Loss > 21.64%)
LPN	58.17	22.33	-18.52	Buy : SMA(22) <= MIN(37) or MIN(40) <= SMA(34) and MIN(16) < RSI(26) Sell : (SMA(43) > MIN(17) and MAX(47) <= EMA(37) or EMA(39) <= MIN(50) or MIN(25) <= RSI(24)) OR (%Loss > 2.715%) Stop : (EMA(13) <= RSI(23) and EMA(20) > RSI(7) and MIN(9) = EMA(34)) OR (%Loss > 16.734%)
PTT	29.55	11.38	11.20	Buy : EMA(22) >= MIN(22) or MAX(15) > MIN(43) or SMA(50) < RSI(17) Sell : (SMA(21) = MAX(31) or SMA(33) >= MAX(6) or SMA(11) >= MIN(29)) OR (%Loss > 3.431%) Stop : (SMA(14) < MAX(13) and MIN(35) >= EMA(33) and EMA(8) > MIN(23) or RSI(6) >= MIN(46)) OR (%Loss > 18.827%)
PTTEP	8.92	7.40	-22.76	Buy : RSI(28) >= MIN(39) or MAX(30) >= RSI(6) or EMA(48) < MAX(8) and MAX(39) > SMA(24) Sell : (EMA(44) > RSI(19) and SMA(25) <= RSI(21) and MAX(18) <= RSI(25) and MIN(40) >= MAX(7) or EMA(32) >= SMA(34)) OR (%Loss > 4.815%) Stop : (SMA(36) <= RSI(9) or RSI(12) > MIN(49) and RSI(15) >= MAX(28) or MAX(9) > EMA(44) and MIN(26) <= RSI(15)) OR (%Loss > 6.03%)
PTTGC	8.42	8.44	-7.26	Buy : MIN(32) < SMA(16) or MAX(24) > RSI(20) Sell : (MIN(48) <= MAX(6) and RSI(50) > MIN(17) or EMA(14) < SMA(21) and SMA(6) > RSI(10)) OR (%Loss > 2.956%) Stop : (RSI(24) > MIN(6) and RSI(20) < MAX(41)) OR (%Loss > 18.439%)
QH	40.66	15.31	-18.56	Buy : RSI(18) > SMA(18) or EMA(40) < MIN(50) and MIN(6) <= RSI(34) or MAX(37) >= MIN(9) and MIN(30) < SMA(50) Sell : (MAX(11) >= SMA(21) or MIN(28) > EMA(39) or MAX(26) = RSI(5) and RSI(19) = EMA(36) or MAX(16) >= SMA(15)) OR (%Loss > 1.493%) Stop : (MAX(12) <= SMA(6) and EMA(14) = RSI(5) and MIN(44) = EMA(13) and MAX(50) = MIN(23) and SMA(21) > RSI(20)) OR (%Loss > 36.38%)
RATCH	30.41	18.21	-20.71	Buy : MAX(21) > SMA(23) or RSI(39) <= MAX(38) and SMA(30) <= RSI(29) and MIN(33) >= SMA(34) Sell : (EMA(15) <= MIN(47) and MIN(35) < EMA(38) and EMA(31) > MAX(45) or MAX(29) >= EMA(48)) OR (%Loss > 1.446%) Stop : (MIN(14) < EMA(24) and MIN(20) >= MAX(25)) OR (%Loss > 36.091%)
SAMART	105.52	15.64	-51.29	Buy : EMA(46) <= RSI(34) or MAX(41) = RSI(49) or EMA(35) < MAX(38) or SMA(19) = EMA(15) and MAX(48) >= RSI(8) Sell : (MAX(34) <= EMA(30) or SMA(26) = EMA(16) or MIN(9) <= SMA(46) or EMA(47) >= SMA(24) or RSI(18) = MIN(29)) OR (%Loss > 2.348%) Stop : (RSI(21) = SMA(31) and EMA(46) < RSI(29)) OR (%Loss > 23.16%)

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD (ต่อ)

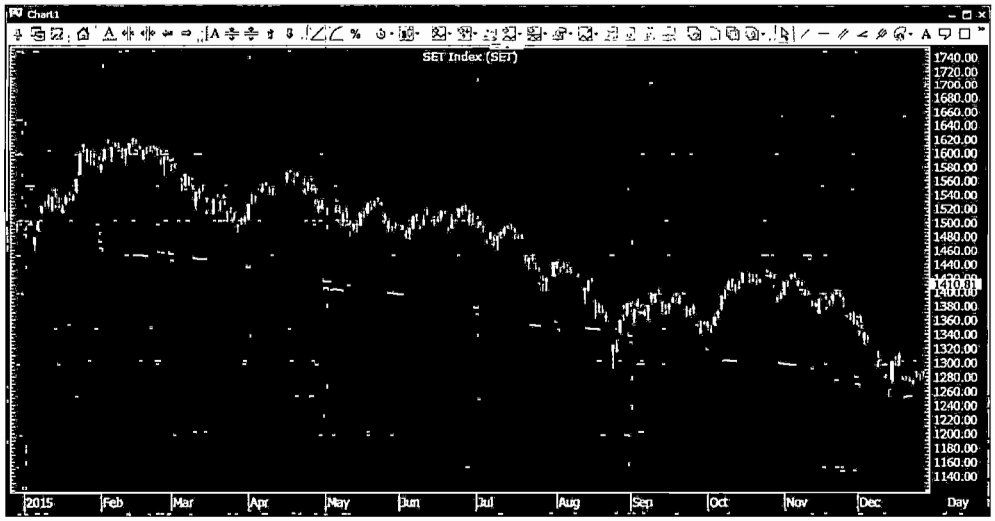
Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
SCB	12.29	7.18	-40.09	Buy : MAX(32) >= SMA(14) or EMA(47) < RSI(47) or MAX(29) <= MIN(44) Sell : (RSI(17) < MIN(22)) OR (%Loss > 3.159%) Stop : (EMA(41) < SMA(43) and EMA(27) <= MIN(49) and RSI(10) > EMA(38) or EMA(26) > SMA(44)) OR (%Loss > 44.075%)
SCC	27.42	11.45	-13.99	Buy : SMA(34) >= EMA(18) or SMA(18) < EMA(7) and MAX(45) > SMA(48) Sell : (MAX(38) = SMA(48) and MAX(46) = MIN(23) or SMA(49) < RSI(36)) OR (%Loss > 0.727%) Stop : (RSI(26) = MIN(19) and MIN(37) >= MAX(27) and MAX(47) > SMA(29) and SMA(11) > EMA(43)) OR (%Loss > 26.075%)
SGP	25.70	19.98	-26.90	Buy : EMA(43) = MAX(22) or EMA(29) > SMA(45) or RSI(47) = MAX(27) Sell : (MAX(50) < EMA(48) or MIN(17) >= EMA(19)) OR (%Loss > 2.306%) Stop : (MIN(43) = MAX(50) or RSI(31) >= SMA(30) and MAX(5) <= EMA(26) and MIN(29) >= MAX(14)) OR (%Loss > 15.45%)
SIRI	19.96	8.31	14.12	Buy : RSI(21) = MIN(15) or MIN(43) <= SMA(34) or EMA(40) < MIN(44) and SMA(50) < RSI(28) or MIN(43) >= SMA(20) Sell : (RSI(40) >= MIN(47) and MAX(17) <= EMA(18) or RSI(9) > EMA(22) and MAX(10) <= SMA(40) and SMA(44) > RSI(16)) OR (%Loss > 3.787%) Stop : (SMA(41) > MIN(10)) OR (%Loss > 27.371%)
SPALI	54.16	16.30	-12.10	Buy : SMA(23) < MIN(34) or MAX(7) >= EMA(32) or MIN(40) < EMA(15) and RSI(36) > MIN(8) Sell : (MAX(28) > EMA(20)) OR (%Loss > 2.604%) Stop : (SMA(19) > RSI(43) and MIN(44) = MAX(41)) OR (%Loss > 26.865%)
STA	33.19	5.10	-7.33	Buy : RSI(29) >= MAX(20) and SMA(22) <= MAX(14) or MIN(27) < EMA(46) and MIN(42) <= EMA(35) Sell : (SMA(41) <= RSI(35)) OR (%Loss > 0.017%) Stop : (MAX(27) > EMA(38) and SMA(44) = MAX(21) and MIN(24) > RSI(31)) OR (%Loss > 18.719%)
TCAP	24.95	33.11	4.63	Buy : MIN(35) <= SMA(23) or EMA(31) >= MIN(31) and MIN(9) > RSI(25) or MAX(27) = MIN(5) Sell : (EMA(36) <= MIN(5) or EMA(33) = RSI(14) and MIN(24) > EMA(35)) OR (%Loss > 4.064%) Stop : (MIN(39) > MAX(41) and MIN(35) <= EMA(31) and RSI(47) < SMA(27)) OR (%Loss > 24.186%)
TICON	42.83	10.41	6.80	Buy : MIN(8) < EMA(22) Sell : (RSI(6) >= MIN(6)) OR (%Loss > 1.065%) Stop : (EMA(28) <= MAX(28) and SMA(32) >= RSI(41) and MAX(8) >= RSI(50)) OR (%Loss > 36.48%)
TISCO	37.06	10.70	-10.77	Buy : RSI(6) <= MAX(22) or SMA(47) >= MAX(46) and MIN(5) > EMA(15) or EMA(29) < MAX(47) Sell : (RSI(5) = EMA(49) and EMA(33) < MAX(50) and SMA(20) >= MIN(17) and EMA(42) >= MAX(6) or EMA(20) < SMA(18)) OR (%Loss > 0.617%) Stop : (RSI(25) = EMA(16)) OR (%Loss > 43.083%)

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SETHD (ต่อ)

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
TOP	27.08	38.92	14.61	Buy : MIN(37) > RSI(33) and MAX(12) = RSI(39) or SMA(19) > RSI(40) and EMA(30) >= SMA(14) Sell : (MAX(35) >= MIN(17) and SMA(28) = MIN(5) or MIN(20) > RSI(37) or MAX(46) = MIN(11)) OR (%Loss > 3.677%) Stop : (RSI(39) >= MAX(24) and RSI(22) > EMA(16)) OR (%Loss > 13.079%)
TUF	39.17	18.27	-15.87	Buy : RSI(48) >= MAX(47) and SMA(34) >= MIN(49) and MIN(47) < EMA(17) or EMA(49) >= MIN(49) Sell : (EMA(17) < MIN(22) or MIN(26) = MAX(48)) OR (%Loss > 4.668%) Stop : (MIN(27) <= MAX(20)) OR (%Loss > 42.677%)
Average	**36.02**	**17.18**	**-12.76**	

4.2.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

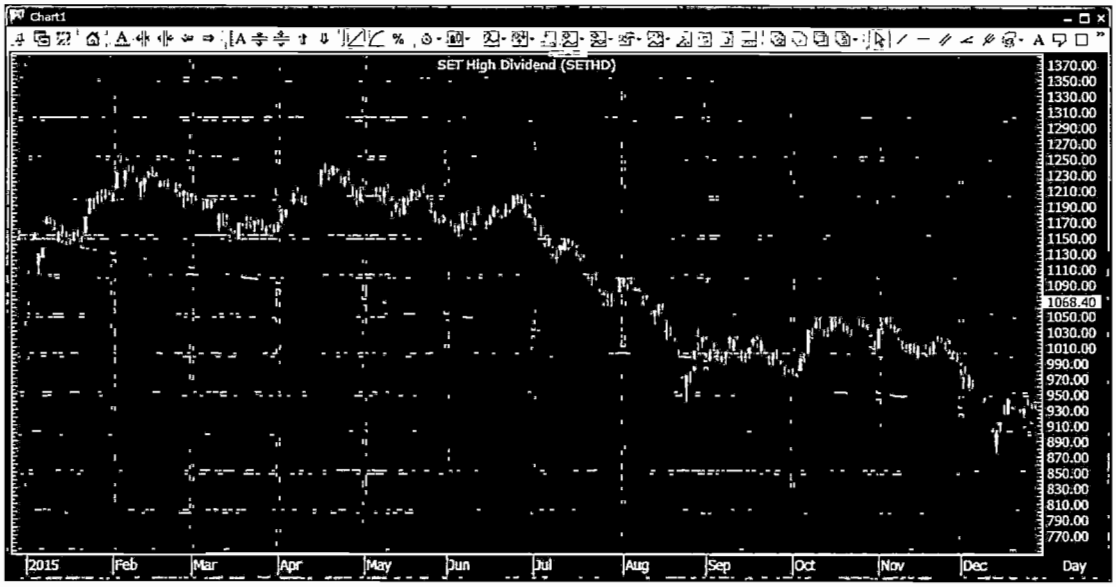
จากผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ 4-2 จะพบว่าผลของกำไรขาดทุนในช่วงการเรียนรู้ (Training) ส่วนใหญ่ได้ผลลัพธ์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าช่วงทดสอบ มีเพียงหุ้น TOP, TCAP, BECL, PTTGC และ JAS เท่านั้นที่ได้ผลลัพธ์ในช่วงทดสอบสูงกว่าช่วงการเรียนรู้ ทั้งนี้ผลกำไรเฉลี่ยของวิธีวิวัฒนาการจากการทดสอบนั้น ให้ผลลัพธ์ที่สูงกว่า MACD ซึ่งให้ผลลัพธ์เฉลี่ยขาดทุนที่ -12.76 เปอร์เซ็นต์ โดยทิศทางของสภาวะตลาดในช่วงทดสอบนั้นมีทิศทางผันผวนและแนวโน้มตกต่ำลง ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แสดงสภาวะตลาดของ SET Index ในปี 2015 (ช่วง Testing)

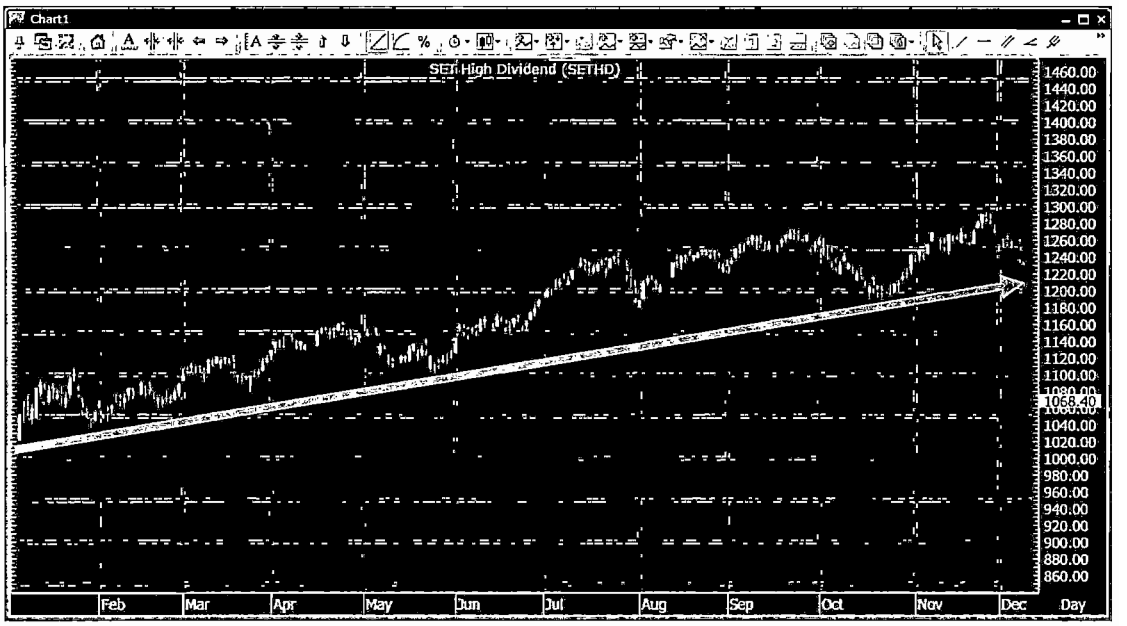
จากภาพที่ 4-1 ด้านบนแสดงถึงสภาวะความผันผวนของตลาดโดยทั่วไปของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ที่มีแนวโน้มลดต่ำลง ด้วยสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ ทำให้ตัวชี้วัดทางเทคนิคอย่าง MACD ให้ผลลัพธ์ออกมาในทิศทางที่ติดลบ เพราะตัวชี้วัดทางเทคนิค MACD นั้นใช้แนวโน้มของราคาเฉลี่ยเคลื่อนที่ในการช่วยแสดงถึงสัญญาณการซื้อขาย ทำให้ผลลัพธ์มีแนวโน้มสอดคล้องไปกับสภาวะของตลาด แต่วิธีการวิวัฒนาการนั้น จะประกอบไปด้วยตัวชี้วัดและเงื่อนไขที่มากกว่า ทำให้เกิดปัจจัยที่หลากหลาย และป้องกันผลกระทบจากสภาวะตลาดตกต่ำได้ดีกว่า

หากพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่นำมาทดลอง คือ SETHD ซึ่งผลของสภาวะตลาดของ SETHD นั้น ได้แสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แสดงสภาวะตลาดของ SETHD ในปี 2015 (ช่วง Testing)

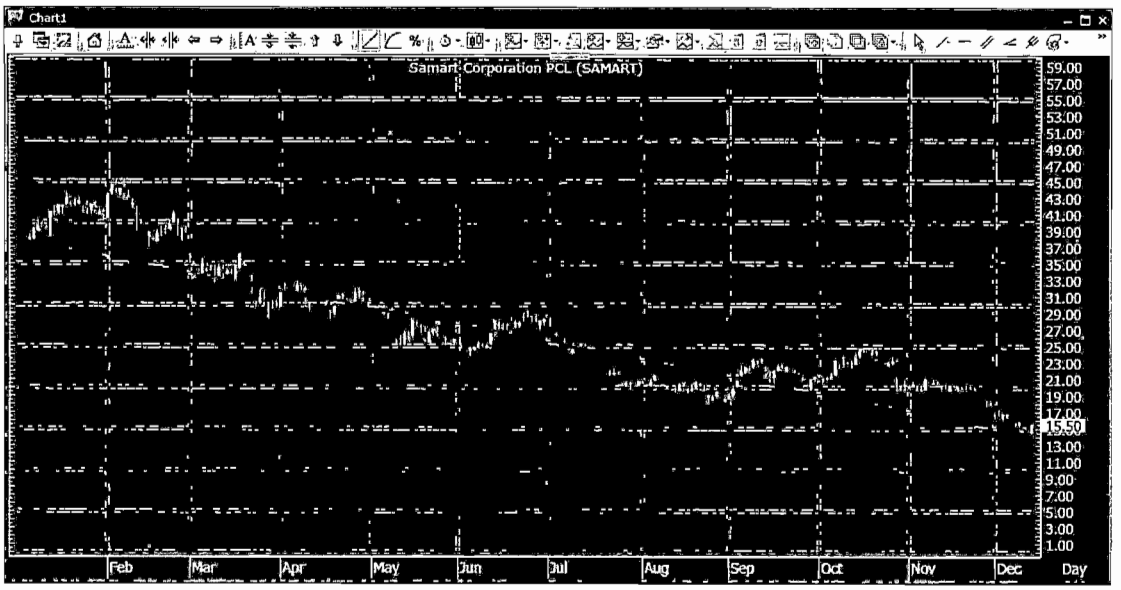
จากภาพที่ 4-2 ด้านบนแสดงถึงสภาวะตลาดที่สอดคล้องกับสภาวะโดยทั่วไปของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยที่มีแนวโน้มลดต่ำลงเช่นกัน ทำให้ผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยของ MACD แสดงในลักษณะขาดทุน ดังที่เคยได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ แต่ในทางกลับกันสภาวะตลาดของ SETHD ในช่วงการเรียนรู้ ที่ใช้ในการพัฒนาด้วยวิธีวัฒนาการ มีสภาวะตลาดที่มีแนวโน้มในทิศทางเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 แสดงสภาวะตลาดของ SETHD ในปี 2014 (ช่วง Training)

จากภาพที่ 4-3 แสดงสภาวะตลาดของ SETHD ในช่วงเวลาการเรียนรู้ซึ่งแนวโน้มในทิศทางที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับข้อมูลที่ใช้ในทดสอบที่มีสภาวะตลาดที่มีความผันผวนและแนวโน้มลดต่ำลง โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบนั้น ให้ผลลัพธ์ที่ได้กำไรสูงกว่าวิธีการทางเทคนิค MACD และไม่เกิดการขาดทุนในแต่ละหุ้นที่นำมาทดสอบ

หากพิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 4-2 จะพบว่าผลลัพธ์ของกำไรขาดทุนที่ให้ผลลัพธ์เป็นกำไรมากที่สุดของวิธีการที่นำเสนอนั้น คือ การทดลองกับหุ้น TOP ซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นกำไรสูงถึงร้อยละ 38.92 โดยสูงกว่าวิธีการ MACD ที่ให้ผลลัพธ์เป็นกำไรเพียงร้อยละ 14.61 เท่านั้น และมีเพียงหุ้น SIRI เท่านั้นที่วิธีการ MACD ให้ผลลัพธ์เป็นกำไรที่สูงกว่าวิธีการที่นำเสนอ ในหุ้น SAMART ซึ่งวิธีการ MACD ให้ผลลัพธ์ขาดทุนสูงที่สุดถึงร้อยละ 51.29 แต่วิธีการวิวัฒนาการที่นำเสนอสามารถทำกำไรได้ถึงร้อยละ 15.64 โดยแนวโน้มของราคาหุ้น SAMART ในช่วงที่ทำการทดสอบดังแสดงภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 แสดงข้อมูลราคาหุ้น SAMART ในช่วงเวลาที่ทดสอบ

จากภาพที่ 4-4 แสดงข้อมูลราคาหุ้น SAMART ในช่วงเวลาที่ทดสอบ ซึ่งมีแนวโน้มของราคาหุ้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้วิธีการ MACD ซึ่งใช้ข้อมูลในอดีตในการคำนวณเพียงเงื่อนไขเดียว จึงเกิดการขาดทุน ซึ่งวิธีการวิวัฒนาการที่นำเสนอจะมีความยืดหยุ่นกว่า เพราะมีเงื่อนไขที่หลากหลาย และมีเงื่อนไขที่เกี่ยวกับการกำหนดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียร่วมอยู่ด้วย ทำให้ช่วยป้องกันและลดผลกระทบที่เกิดจากสภาวะตลาดที่ผันผวนและลดลงอย่างต่อเนื่องได้

4.3 การทดลองข้อมูล SET50

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลในอดีตของหลักทรัพย์ที่อยู่ใน SET50 จำนวน 50 ตัว จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยช่วงเวลาจะเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Hybrid EA) ตามที่เคยได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

4.3.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4-3 โดยคอลัมน์แรกเป็นชื่อของหลักทรัพย์ที่ถูกจัดอันดับอยู่ในกลุ่มของ SET50 ข้อมูลในอีก 3 คอลัมน์ถัดไป เป็นผลตอบแทน (%) ที่ได้จากการซื้อและขายหลักทรัพย์ ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเทคนิค MACD งานวิจัยก่อนหน้า (Hybrid EA) และวิธีที่นำเสนอ (LARG) ส่วนกฎที่เป็นผลลัพธ์ จากการวิวัฒนาการคำตอบตามวิธีที่นำเสนอจะแสดงในคอลัมน์สุดท้าย

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
ADVANC	2.52	11.99	17.97	Buy : (SD(22) >= RSI(38)) Sell : ((EMA(43) > MIN(24)) and (SMA(38) <= SD(24))) OR (%Loss > 0.989%) Stop : ((SD(13) < RSI(9)) and (MIN(6) >= EMA(14)) and (SMA(49) < SD(35)) or (ADX(6) >= MIN(16))) OR (%Loss > 37.806%)
AOT	5.89	-0.34	1.12	Buy : (RSI(24) < SD(39)) and (ADX(39) <= EMA(31)) Sell : ((RSI(12) > ADX(41)) and (SD(35) > MIN(42))) OR (%Loss > 0.145%) Stop : ((SD(17) > EMA(31)) or (ADX(45) = SMA(13)) or (RSI(48) >= MAX(16)) and (SMA(38) >= RSI(27))) OR (%Loss > 8.699%)
BANPU	6.25	0.00	41.25	Buy : (EMA(39) < MAX(20)) and (MIN(14) <= EMA(39)) Sell : ((EMA(14) < MAX(25)) or (EMA(10) >= SMA(22)) and (RSI(39) >= ADX(9)) or (SMA(20) >= RSI(26))) OR (%Loss > 0.562%) Stop : ((RSI(48) > SD(45)) and (EMA(31) < SMA(36)) or (MIN(28) >= SMA(34))) OR (%Loss > 42.134%)
BAY	2.37	6.04	11.23	Buy : (SMA(21) <= EMA(20)) or (ADX(13) = MIN(40)) or (SMA(12) >= SD(41)) Sell : ((MIN(36) < ADX(10))) OR (%Loss > 0.781%) Stop : ((EMA(48) >= ADX(8)) and (RSI(5) <= EMA(26)) and (MAX(10) > SD(34)) or (ADX(25) = RSI(14))) OR (%Loss > 21.329%)
BBL	1.35	16.99	30.61	Buy : (ADX(42) <= RSI(13)) or (EMA(7) = SMA(10)) or (SMA(14) >= MIN(9)) or (EMA(33) < RSI(9)) Sell : ((SMA(20) <= SD(47)) or (SD(29) = RSI(18))) OR (%Loss > 0.768%) Stop : ((SD(46) < MAX(47)) and (SMA(45) > MIN(10)) or (ADX(13) = SD(43)) or (SMA(9) < RSI(47))) OR (%Loss > 46.521%)
BCP	-4.42	-0.29	9.68	Buy : (SMA(22) >= ADX(37)) or (SMA(35) > ADX(16)) Sell : ((MAX(16) > ADX(13)) or (RSI(16) < SMA(27))) OR (%Loss > 0.693%) Stop : ((SD(23) >= ADX(36)) and (SD(27) <= EMA(7))) OR (%Loss > 15.212%)
BDMS	-3.80	1.40	2.98	Buy : (MIN(7) < ADX(10)) or (MIN(44) > SMA(35)) Sell : ((SD(42) = ADX(10)) and (EMA(7) <= SMA(32)) and (MIN(10) >= SMA(23))) OR (%Loss > 0.315%) Stop : ((MAX(26) <= SD(36)) and (MIN(22) > SD(31)) and (SMA(28) >= EMA(14)) or (SMA(35) >= ADX(22))) OR (%Loss > 17.292%)
BEC	-1.42	0.00	41.14	Buy : (MIN(34) >= RSI(25)) or (MIN(37) > RSI(47)) or (RSI(19) > EMA(23)) or (ADX(15) = MIN(37)) Sell : ((RSI(37) <= MIN(24)) and (SD(31) >= MAX(11))) OR (%Loss > 0.158%) Stop : ((MIN(14) >= SMA(35))) OR (%Loss > 49.86%)
BH	2.19	15.82	46.13	Buy : (RSI(49) > RSI(43)) or (SD(17) >= MIN(11)) or (SD(20) >= RSI(48)) Sell : ((SMA(21) < MIN(6)) and (EMA(17) > MIN(17)) or (RSI(35) > MAX(27))) OR (%Loss > 0.045%) Stop : ((SD(37) <= EMA(12))) OR (%Loss > 22.672%)

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50 (ต่อ)

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
BIGC	-2.39	-3.00	3.41	Buy : (SD(30) >= RSI(45)) or (MAX(14) > RSI(18)) Sell : ((SD(45) > ADX(14)) or (MAX(15) > EMA(31)) and (MIN(13) <= SMA(27)) or (MAX(19) >= SD(35))) OR (%Loss > 0.343%) Stop : ((SD(19) >= MIN(7)) and (MIN(7) <= EMA(34))) OR (%Loss > 14.377%)
BJC	-2.22	0.00	3.75	Buy : (MAX(27) >= RSI(46)) or (ADX(25) > EMA(15)) or (MIN(15) >= RSI(42)) and (SMA(23) > MIN(29)) or (SD(39) <= SMA(35)) Sell : ((SD(13) >= ADX(33)) or (RSI(34) >= MIN(12)) and (SD(22) >= ADX(26))) OR (%Loss > 0.945%) Stop : ((SD(12) > ADX(36))) OR (%Loss > 49.228%)
BLA	-1.01	-0.53	10.83	Buy : (MAX(50) > SMA(11)) or (ADX(21) >= MIN(16)) or (MAX(35) < EMA(38)) or (MAX(17) <= SMA(27)) Sell : ((MIN(42) >= ADX(24)) or (SD(26) > SMA(50)) and (MIN(37) > ADX(33)) and (RSI(32) >= ADX(21))) OR (%Loss > 0.496%) Stop : ((SMA(5) <= RSI(41)) and (SMA(49) > RSI(41))) OR (%Loss > 42.278%)
BTS	1.25	0.00	9.70	Buy : (RSI(42) > MIN(9)) Sell : ((MAX(39) <= SD(28)) and (SD(30) > MIN(44))) OR (%Loss > 0.277%) Stop : ((RSI(31) = MAX(41))) OR (%Loss > 5.81%)
CENTEL	-1.81	5.37	0.84	Buy : (MAX(50) < SD(38)) Sell : ((ADX(38) >= SD(43)) or (ADX(18) <= SD(26)) or (RSI(28) <= SD(18))) OR (%Loss > 0.944%) Stop : ((MAX(5) <= EMA(40)) and (RSI(11) >= SD(29))) OR (%Loss > 13.63%)
CK	0.57	0.00	8.68	Buy : (MAX(20) > SD(13)) or (SD(42) <= RSI(37)) Sell : ((MIN(18) = MIN(50)) and (ADX(21) > EMA(14))) OR (%Loss > 0.484%) Stop : ((SMA(17) > ADX(38))) OR (%Loss > 16.33%)
CPALL	-3.37	0.00	9.95	Buy : (SMA(12) < RSI(27)) and (RSI(11) >= ADX(49)) Sell : ((SD(40) > MAX(47)) and (MIN(22) >= SMA(50))) OR (%Loss > 0.268%) Stop : ((SD(18) = MAX(22)) or (MAX(11) <= EMA(42))) OR (%Loss > 43.262%)
CPF	3.43	0.00	16.19	Buy : (EMA(8) >= ADX(11)) Sell : ((SD(47) >= MAX(23))) OR (%Loss > 0.388%) Stop : ((MIN(34) > RSI(17)) or (MIN(8) > SMA(8))) OR (%Loss > 11.786%)
CPN	-4.94	2.46	4.55	Buy : (MIN(13) > MIN(27)) or (SMA(14) >= RSI(33)) Sell : ((SD(14) >= MAX(20)) and (ADX(45) = MAX(46))) OR (%Loss > 0.466%) Stop : ((MAX(21) >= RSI(8)) and (SMA(19) < EMA(22))) OR (%Loss > 34.01%)

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50 (ต่อ)

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
DELTA	3.56	0.00	0.03	Buy : (MIN(10) <= SMA(18)) and (SD(19) < MAX(7)) Sell : ((SD(34) > MIN(49))) OR (%Loss > 0.204%) Stop : ((RSI(21) < SD(29))) OR (%Loss > 9.433%)
DTAC	-0.28	0.24	2.74	Buy : (SD(38) > SD(14)) Sell : ((SMA(26) <= EMA(46)) OR (RSI(6) > EMA(40)) or (SMA(7) <= SD(15))) OR (%Loss > 0.154%) Stop : ((MIN(21) < SD(13)) or (SMA(11) < RSI(28))) OR (%Loss > 30.105%)
EGCO	-2.74	3.57	0.25	Buy : (RSI(11) > SD(30)) Sell : (MAX(25) <= MIN(48)) OR (%Loss > 0.291%) Stop : (EMA(50) << MIN(20)) OR (%Loss > 18.382%)
GLOBAL	-2.66	0.00	3.41	Buy : (SMA(8) < ADX(47)) or (SD(14) >= EMA(23)) and (MAX(10) <= ADX(50)) Sell : ((EMA(15) >= ADX(29)) or (SMA(25) < MAX(28))) OR (%Loss > 0.814%) Stop : ((MAX(9) <= SMA(43)) and (SMA(29) < RSI(36))) OR (%Loss > 26.34%)
GLOW	-1.18	-1.65	48.65	Buy : (ADX(33) < MIN(27)) or (SD(33) = MIN(32)) Sell : ((ADX(9) <= SD(23)) and (MAX(14) > EMA(40))) OR (%Loss > 0.972%) Stop : ((EMA(44) > MAX(12)) and (SD(30) <= MIN(44)) and (SD(33) <= MIN(32))) OR (%Loss > 28.877%)
HMPRO	1.40	0.00	2.45	Buy : (MAX(48) > EMA(38)) Sell : ((RSI(42) <= MAX(42)) and (MIN(13) >= MAX(38)) or (EMA(38) < SMA(20))) OR (%Loss > 0.563%) Stop : ((SD(46) >= ADX(11))) OR (%Loss > 29.706%)
INTUCH	-0.20	0.00	20.96	Buy : (MIN(35) <= MIN(45)) Sell : ((MAX(17) > RSI(7)) and (EMA(39) > SD(32))) OR (%Loss > 0.818%) Stop : ((EMA(35) <= SD(22)) or (SMA(32) = MAX(21)) and (MIN(37) <= RSI(7)) and (SD(20) > EMA(48)) and (SMA(8) >= RSI(25))) OR (%Loss > 45.824%)
IRPC	0.80	0.00	13.60	Buy : (EMA(34) >= EMA(30)) and (SMA(41) <= SD(44)) and (MIN(40) < ADX(28)) Sell : ((RSI(32) < MIN(47)) or (RSI(33) = SMA(35)) and (RSI(6) = ADX(17)) and (RSI(6) <= SMA(15)) or (MIN(37) <= ADX(24)) and (SMA(25) <= EMA(49))) OR (%Loss > 0.346%) Stop : ((MIN(10) >= SMA(21)) and (MAX(40) >= MIN(7)) and (MIN(34) <= SMA(32))) OR (%Loss > 49.097%)
IVL	3.42	0.00	18.70	Buy : (SMA(28) < EMA(34)) and (ADX(6) > MIN(12)) or (RSI(13) < ADX(10)) or (EMA(20) > RSI(8)) Sell : ((MIN(46) >= SD(14)) or (EMA(27) < SMA(28)) and (EMA(50) >= SD(20))) OR (%Loss > 0.997%) Stop : ((SMA(26) > SD(35))) OR (%Loss > 27.456%)

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50 (ต่อ)

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
JAS	-1.88	4.50	20.67	Buy : (RSI(19) >= MIN(14)) or (ADX(31) >= SMA(32)) and (SMA(8) < ADX(16)) Sell : ((MIN(14) = SMA(5)) or (MIN(32) >= MAX(35)) or (MIN(43) < SD(12)) or (SMA(31) >= SD(43)) or (SMA(16) = MIN(10))) OR (%Loss > 0.943%) Stop : ((SMA(35) < EMA(46)) and (EMA(22) >= MIN(10)) or (MIN(23) = RSI(36))) OR (%Loss > 17.992%)
KBANK	-3.26	4.27	6.55	Buy : (ADX(18) <= MIN(11)) or (ADX(49) > MIN(31)) or (EMA(49) >= SMA(48)) or (MAX(35) >= EMA(33)) Sell : ((RSI(6) < RSI(42)) or (SD(35) >= MIN(50))) OR (%Loss > 0.234%) Stop : ((RSI(15) < SD(11)) and (SD(8) <= ADX(19))) OR (%Loss > 19.222%)
KKP	-4.63	-2.11	6.02	Buy : (MIN(33) > ADX(17)) or (ADX(28) <= SD(29)) Sell : ((MIN(49) > ADX(43)) or (EMA(28) >= RSI(20)) or (MIN(16) = SMA(32))) OR (%Loss > 0.919%) Stop : ((RSI(35) < EMA(23)) and (EMA(42) >= MIN(5)) and (RSI(14) <= EMA(17))) OR (%Loss > 49.296%)
KTB	-0.49	0.00	29.67	Buy : (MIN(42) < EMA(5)) and (SD(45) >= MIN(45)) or (MIN(9) <= SMA(45)) or (EMA(22) < MAX(34)) Sell : ((MAX(13) < SD(46)) or (ADX(46) >= MIN(43)) or (ADX(21) < EMA(21)) and (EMA(19) <= MAX(7))) OR (%Loss > 0.264%) Stop : ((EMA(37) >= ADX(22))) OR (%Loss > 45.635%)
LH	-3.52	0.00	31.40	Buy : (RSI(27) >= ADX(48)) Sell : ((MIN(17) < EMA(37)) and (SD(37) >= EMA(21))) OR (%Loss > 0.859%) Stop : ((EMA(5) > ADX(22))) OR (%Loss > 20.798%)
MAKRO	-41.43	0.00	7.06	Buy : (EMA(23) <= SMA(13)) Sell : ((SMA(48) > MIN(25)) and (ADX(20) > SD(13)) and (ADX(34) >= SMA(13))) OR (%Loss > 0.155%) Stop : ((EMA(28) <= SD(15)) or (EMA(36) = MIN(32)) or (MAX(49) >= RSI(12)) and (ADX(17) > SMA(12)) and (EMA(10) >= ADX(24))) OR (%Loss > 9.016%)
MINT	-2.00	1.57	2.16	Buy : (SD(12) <= ADX(5)) Sell : ((RSI(50) >= SMA(12))) OR (%Loss > 0.623%) Stop : ((ADX(49) < MAX(16))) OR (%Loss > 28.265%)
PS	-2.18	0.00	2.50	Buy : (MIN(13) < RSI(14)) or (MAX(10) = SMA(28)) Sell : ((MIN(27) > SD(20)) or (MAX(49) > SD(24)) or (RSI(18) <= SD(38))) OR (%Loss > 0.188%) Stop : ((SMA(12) <= EMA(20)) and (SD(30) > EMA(15))) OR (%Loss > 5.581%)

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50 (ต่อ)

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
PTT	0.18	5.48	16.65	Buy : (SD(11) <= MAX(21)) and (MIN(38) >= ADX(36)) Sell : ((SD(27) < SMA(36)) and (MIN(37) <= SD(43)) and (SMA(30) > ADX(31)) and (SMA(39) <= EMA(24)) and (RSI(11) <= MAX(20))) OR (%Loss > 0.034%) Stop : ((SD(31) >= MIN(16)) and (MIN(30) <= SD(27)) or (RSI(48) > MIN(18))) OR (%Loss > 34.342%)
PTTEP	1.55	9.35	21.92	Buy : (EMA(26) >= MIN(8)) and (MIN(41) <= SD(43)) Sell : ((RSI(7) < SD(22))) OR (%Loss > 0.175%) Stop : ((SD(24) >= MIN(39)) or (EMA(39) <= RSI(18)) or (MIN(23) <= SD(20)) and (ADX(17) < SMA(24))) OR (%Loss > 24.426%)
PTTGC	-0.27	-2.77	36.71	Buy : (MIN(41) <= SD(36)) and (ADX(40) <= SD(23)) or (EMA(50) >= SMA(10)) Sell : ((SD(25) >= MAX(48)) or (SMA(49) > EMA(5)) or (SD(8) >= EMA(36)) or (SMA(15) < RSI(38)) and (MIN(5) > SD(10))) OR (%Loss > 0.856%) Stop : ((ADX(25) > ADX(12)) and (RSI(42) > ADX(7))) OR (%Loss > 49.967%)
RATCH	-2.93	0.00	16.36	Buy : (RSI(47) > ADX(28)) and (MIN(43) <= MAX(24)) Sell : ((MIN(27) <= SD(47)) and (ADX(31) <= RSI(19))) OR (%Loss > 0.075%) Stop : ((MAX(14) < EMA(23)) and (SMA(10) >= EMA(9)) or (SD(14) > MIN(34))) OR (%Loss > 45.205%)
ROBINS	-4.44	-0.67	18.49	Buy : (ADX(5) < RSI(40)) Sell : ((SMA(36) > MAX(50)) or (EMA(12) >= SMA(15))) OR (%Loss > 0.717%) Stop : ((SD(7) >= ADX(39)) and (EMA(15) <= MAX(49)) and (EMA(14) > MAX(5))) OR (%Loss > 14.732%)
SCB	-2.98	0.00	41.26	Buy : (EMA(46) < SMA(40)) or (SMA(28) <= SD(26)) or (SMA(18) <= EMA(20)) Sell : ((SD(42) >= MIN(11))) OR (%Loss > 0.137%) Stop : ((EMA(5) >= SD(49)) and (MIN(5) >= SMA(49))) OR (%Loss > 48.248%)
SCC	0.34	0.00	2.11	Buy : (SD(23) >= RSI(49)) Sell : ((SD(33) > SMA(19)) and (SMA(25) < EMA(15))) OR (%Loss > 0.91%) Stop : ((EMA(39) >= SMA(26)) and (ADX(40) <= RSI(14))) OR (%Loss > 32.122%)
SCCC	5.28	21.32	30.42	Buy : (ADX(43) > RSI(6)) or (SD(44) >= SMA(6)) and (EMA(49) > SD(18)) and (MIN(43) >= SD(14)) or (MAX(36) < SMA(36)) Sell : ((SMA(24) < MAX(5)) or (SMA(9) >= EMA(13)) and (EMA(24) <= SMA(18)) or (SD(18) > EMA(8)) or (RSI(13) >= MIN(35)) or (SD(7) < RSI(37))) OR (%Loss > 0.311%) Stop : ((SD(32) > MIN(47)) and (SD(36) < MAX(42)) and (ADX(35) < EMA(46)) and (MAX(42) >= EMA(16))) OR (%Loss > 16.147%)

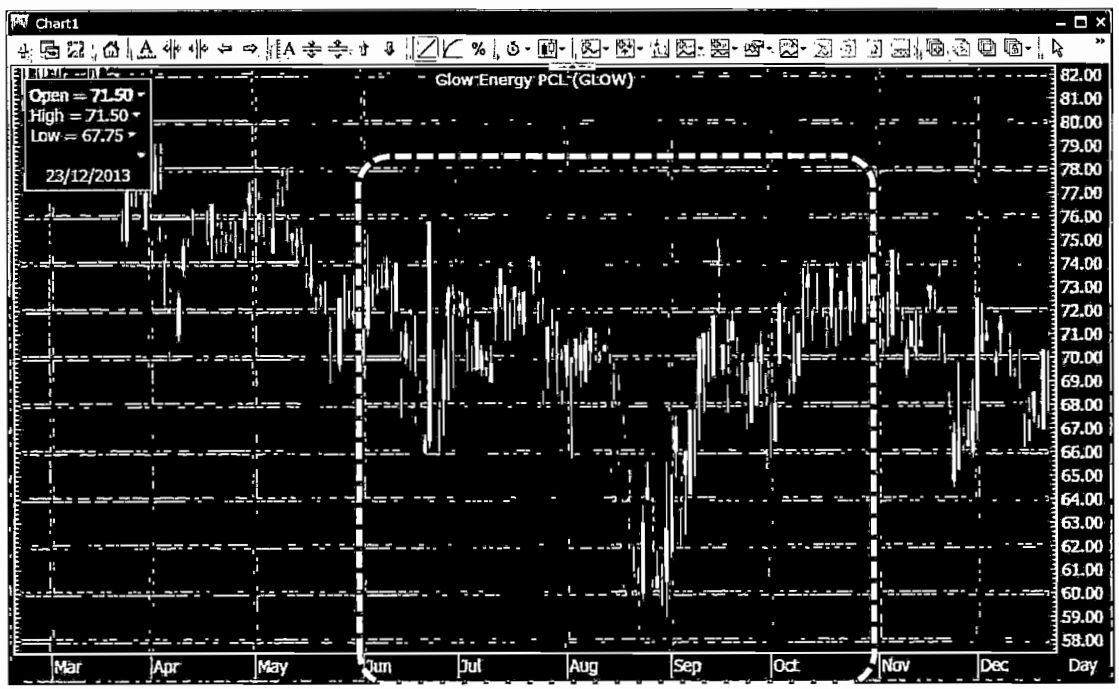
ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์จากการทดลองของ SET50 (ต่อ)

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	New Rule
TCAP	-4.60	-0.01	10.26	Buy : (SMA(27) > ADX(48)) or (SD(20) > MIN(37)) or (EMA(24) > MAX(20)) or (SD(49) > ADX(18)) Sell : ((SD(46) > RSI(5)) or (MAX(40) <= SD(31))) OR (%Loss > 0.529%) Stop : ((RSI(13) < SD(36)) and (SD(30) <= EMA(21)) or (MAX(26) = SMA(48)) or (EMA(20) = SD(23)) and (ADX(6) <= SMA(28))) OR (%Loss > 15.806%)
THAI	1.06	2.67	7.71	Buy : (ADX(11) >= MAX(23)) Sell : ((RSI(32) < MIN(26))) OR (%Loss > 0.809%) Stop : ((MIN(16) > ADX(21))) OR (%Loss > 31.152%)
TMB	-0.36	2.32	7.31	Buy : (MIN(36) < ADX(50)) Sell : ((EMA(48) <= MIN(31)) or (MIN(21) >= RSI(5)) or (SD(41) <= MIN(15))) OR (%Loss > 0.66%) Stop : ((EMA(22) < MIN(19))) OR (%Loss > 6.894%)
TOP	-1.53	0.00	0.79	Buy : (SMA(28) >= RSI(6)) Sell : ((MIN(17) > MIN(40)) or (MAX(44) > SD(39)) or (SD(42) < MIN(32))) OR (%Loss > 0.945%) Stop : ((SD(50) < EMA(50))) OR (%Loss > 36.987%)
TRUE	3.08	2.39	4.39	Buy : (ADX(43) < RSI(36)) OR (ADX(34) > RSI(13)) OR (ADX(7) > MIN(14)) Sell : ((SMA(14) > SD(15)) and (EMA(23) > SMA(18)) and (SMA(42) < EMA(42)) OR (SMA(18) < MIN(12)) OR (SD(39) = SMA(29))) OR (%Loss > 0.896%) Stop : ((SD(42) > ADX(25))) OR (%Loss > 37.624%)
TTW	-1.96	0.00	23.91	Buy : (RSI(47) > SMA(24)) OR (EMA(25) >= MAX(19)) Sell : ((SD(43) >= EMA(26)) and (EMA(12) >= MIN(7)) and (SD(32) >= MAX(23))) OR (%Loss > 0.775%) Stop : ((MAX(16) < EMA(31)) and (EMA(27) >= MIN(24))) OR (%Loss > 43.397%)
TUF	-2.60	0.00	31.09	Buy : (EMA(47) < SD(48)) and (MIN(13) <= RSI(25)) Sell : ((EMA(43) < MAX(15))) OR (%Loss > 0.518%) Stop : ((MIN(9) >= EMA(35))) OR (%Loss > 45.999%)
Average	**-1.34**	**2.13**	**15.12**	

4.3.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ 4-3 จะพบว่าผลของกำไรขาดทุนเฉลี่ยของวิธีการที่นำเสนอให้ผลลัพธ์เป็นกำไรที่สูงกว่าที่ร้อยละ 15.12 ซึ่งวิธีการ Hybrid EA ให้ผลกำไรเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.13 ถึงแม้จะดีกว่าวิธีการ MACD ที่ให้ผลขาดทุนที่ร้อยละ 1.34 ก็ตาม หากพิจารณาในรายละเอียดของหุ้นแต่ละตัวจะพบว่ามีเพียงหุ้น CENTEL และ EGCO สองหุ้นเท่านั้นที่วิธีการวิวัฒนาการที่นำเสนอให้ผลกำไรที่น้อยกว่าวิธีการ Hybrid EA โดยผลลัพธ์ส่วนมากวิธีการ

วิวัฒนาการให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า เพราะวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มกฎออกจากการซื้อขาย และเงื่อนไขที่เกี่ยวกับการเปอร์เซ็นต์การสูญเสียทั้งให้กฎขายและกฎออกจากการซื้อขาย เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากราคาหุ้นที่ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจก่อให้เกิดการขาดทุนจำนวนมาก เช่น หุ้น GLOW ที่วิธีการวิวัฒนาการที่นำเสนอทำกำไรได้สูงสุดที่ร้อยละ 48.65 แต่วิธีการ Hybrid EA ได้ผลลัพธ์ขาดทุนที่ร้อยละ 1.65 ซึ่งหากพิจารณาในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบนั้น มีช่วงเวลาที่ราคาของหุ้นลดต่ำลงอย่างรวดเร็วมาก โดยในช่วงเวลาดังกล่าววิธีการวิวัฒนาการที่นำเสนอจะส่งสัญญาณให้ออกจากการซื้อขายเพราะจะเข้าเงื่อนไขของเปอร์เซ็นการสูญเสียที่ร่วมอยู่ในกฎออกจากการซื้อขายทันทีหากมีการซื้อหุ้นไว้ก่อนช่วงเวลาดังกล่าว ตัวอย่างข้อมูลหุ้น GLOW ในช่วงเวลาที่ทดสอบแสดงในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างข้อมูลราคาหุ้น GLOW ในช่วงเวลาที่ทดสอบ

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการวิวัฒนาการคำตอบมาทดสอบกับข้อมูลในอดีตของตลาดหลักทรัพย์ที่อยู่ใน SETHD ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกเปรียบเทียบกับวิธี MACD ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิคที่เป็นที่นิยม ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอการสรุปและอภิปรายผลการดำเนินงานทั้งหมดที่ได้นำเสนอไป รวมทั้งประเด็นที่เป็นข้อเสนอแนะสำหรับนำไปดำเนินการวิจัยต่อในอนาคต

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหลักทรัพย์โดยการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ในการสร้างกฎการซื้อขายของหุ้นนี้ใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค 5 ตัวซึ่งได้แก่ Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Standard Deviation (SD), Maximum value (MAX) และ Minimum value (MIN) สามารถสร้างผลกำไรโดยเฉลี่ยในการลงทุนได้มากกว่าวิธีการ MACD ที่เป็นที่นิยม

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาและทดลองพบว่าตัวชี้วัดและเงื่อนไขที่สร้างขึ้นเป็นกลยุทธ์การซื้อขาย ที่ใช้ในการทดลองมีผลต่อกำไร รวมถึงการนำเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเข้ามาร่วมเป็นเงื่อนไขในการขายและออกจากการซื้อขายมีความสำคัญที่ส่งผลให้เกิดการป้องกันการขาดทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อทดลองตัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียออกนั้น ผลปรากฏว่าผลกำไรที่ได้มีค่าลดลง ดังนั้นอาจสรุปได้ว่ากลยุทธ์การซื้อขายที่พิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียร่วมด้วยนั้น มีผลต่อกำไรที่ได้จากการซื้อขายหลักทรัพย์ โดยกลยุทธ์การซื้อขายที่ดีนั้น ต้องประกอบไปด้วยระบบป้องกันการสูญเสียที่ดีด้วย จึงจะทำให้การทำกำไรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานทั้งหมดของวิทยานิพนธ์นี้พบว่า ยังมีบางประเด็นที่สามารถนำไปพัฒนาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเพิ่มเติมเพื่อให้ได้กลยุทธ์การซื้อขายที่สามารถทำกำไรและได้ผลลัพธ์ที่ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาวะเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของแต่ละประเทศมีส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบกับสภาวะการซื้อขาย ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตจึงควรนำ

ปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสร้างกฎการซื้อขายหุ้น นอกจากนี้อาจพิจาณาเลือกใช้ตัวชี้วัดอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างกลยุทธ์ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และสามารถสร้างกฎและเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นใช้เวลาในการทดลองนานขึ้น และพัฒนาให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

- การพิจารณารูปแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิวัฒนาการคำตอบของกลยุทธ์การซื้อขาย เช่น วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง (Differential Evolution), วิธีการกลยุทธ์การวิวัฒนาการ (Evolution Strategy) หรือวิธีการโปรแกรมการวิวัฒนาการ (Evolution Programing) เป็นต้น เพื่อการประมวลผลในการค้นหาคำตอบของกลยุทธ์การซื้อขายที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น
- การพิจารณาในการทดลองกับข้อมูลที่มีสภาวะของตลาดที่หลากหลายและระยะเวลาที่มากขึ้น หรือทดลองกับข้อมูลการซื้อขายหลักทรัพย์ในต่างประเทศ เพื่อให้ได้ค่าคำตอบของกลยุทธ์ที่มีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ณัฐวุฒิ กีรติวุฒิธำรง. 2545. *การคำนวนแบบขนานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบมีหลายจุดประสงค์ที่มีวิวัฒนาการและการทำงานร่วมกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรรถวุฒิ ภิรมย์. 2553. *การสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์โดยใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

A. Hirabayashi, C. Aranha and H. Iba. (2009). *Optimization of the trading rule in foreign exchange using genetic algorithms*, Proc. of the 2009 IASTED Int'l Conf. on Advances in Computer Science and Engineering, 2009.

Allen, F., Karjalainen, R., *Using genetic algorithms to find technical tradings rules*, Journal of Financial Economics, vol. 51, pp. 245-271, 1999.

Back, T., Hoffmeister, F. and Schwefel, H. P. (1991). *A Survey of Evolution Strategies*, Proceeding of the Fourth Conference on Genetic Algorithm, 1991

Ben Niu, Yunlong Zhu, Kunyuan Hu, Sufen Li, and Xiaoxian He. (2006). *A Cooperative Evolutionary System for Designing Neural Networks*, pp. 12-21, 2006.

Beyer, H.G. and Schwefel, H.P., *Evolution Strategies-A Comprehensive Introduction. Natural Computing*, 2002.

Cramer, Nichael Lynn, *A representation for the Adaptive Generation of Simple Sequential Programs, in Proceedings of an International Conference on Genetic Algorithms and the Applications*, Grefenstette, John J. (ed.), Carnegie Mellon University, 1985.

Fei Peng, Ke Tang, Guoliang Chen, and Xin Yao. (2010). *Population-Based Algorithm Portfolios for Numerical Optimization*, IEEE Transactions on evolutionary computation, vol. 14, No. 5, 2010.

Goldberg, D. E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. (n.p.): Addison-Wesley, 1989.

Holland, J. H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Michigan: The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.

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.

Lin Xu, Frank Hutter, Holger H. Hoos, and Kevin Leyton-Brown. (2008). *SATzilla: Portfolio-based Algorithm Selection for SAT*, Journal of Artificial Intelligence Research, 2008.

Loannis G. Tsoulos.(2008). *Modifications of real code genetic algorithm for global optimization*, Applied Mathematics and Computation, 2008.

Meriem DJENNAS, Mohamed BENBOUZIANE, and Mustapha DJENNAS. (2010). *A Neural Network and Genetic Algorithm Hybrid Model for Modeling ExchangeRates: The case of the US Dollar/Kuwaiti Dinar*, 2010.

Potvin, J-Y, Soriano, P. and Vallee, M., *Generating Trading rules on the stock markets with genetic programming*, Computer & Operation Research, vol. 31, pp. 1033-1047, 2004.

Sunisa Rimcharoen, Nutthanon Leelathakul, Supawadee Srikamdee. (2014). *A Hybrid (μ+λ) Evolutionary Algorithm for Evolving Simple Trading Rules: Case Study on Stock Exchange of Thailand (SET50).* In International Conference on Knowledge and Smart Technology, 2014.

Takumi Ichimura and Yutaka Kuriyama.(1998). *Learning of Neural Networks with Parallel Hybrid GA Using a Royal Road Function*, IEEE, 1998, pp. 1131-1136.

Wolpert,D.H. and Macready, W.G.(1997). *No free lunch theorems for optimization*, Evolutionary Computation, IEEE Transaction, 1997.

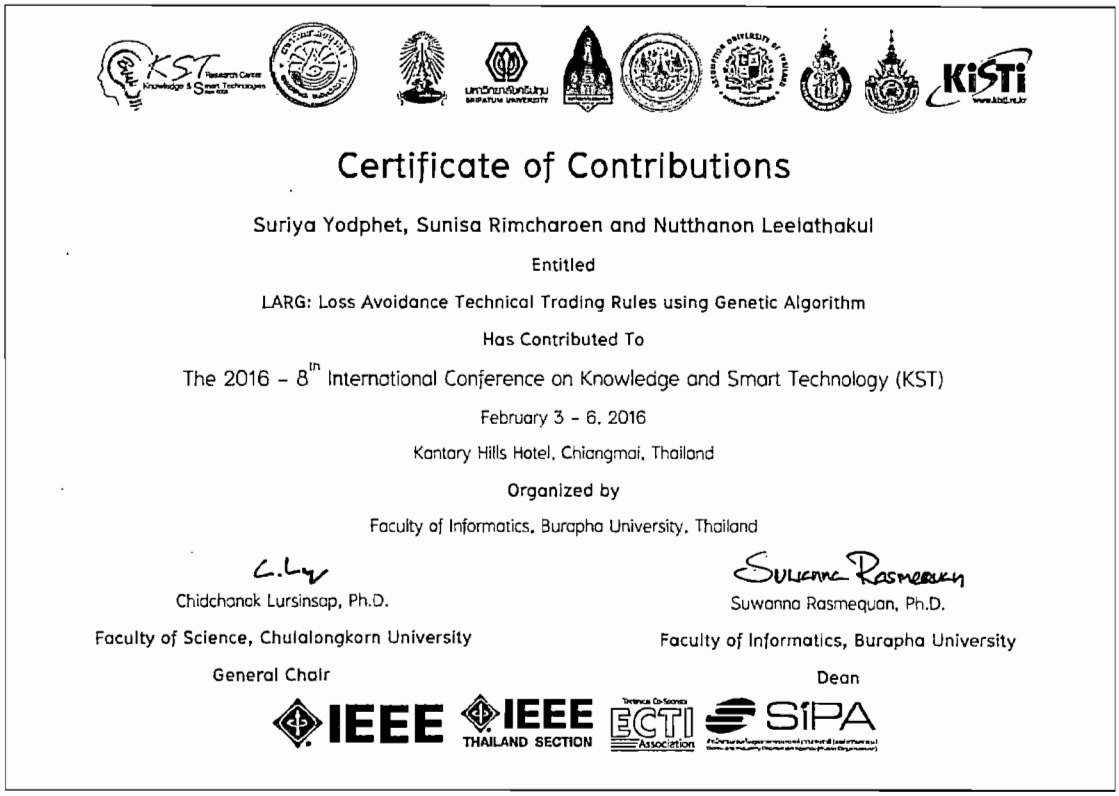
Zbigniew Michalewicz and Marc Schoenauer. (1996).*Evolutionary Algorithm for Constrained Parameter Optimization Problems*, Department of Computer Science, University of North Carolina, Charlotte, NC 28223, USA.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

สุริยา ยอดเพชร, สุนิสา ริมเจริญ และ ณัฐนนท์ ลีลาตระกูล. ในงานการประชุมวิชาการ Knowledge and Smart Technologies (KST2016) ครั้งที่ 8 ณ โรงแรมแคนทารี ฮิลล์ เชียงใหม่



Certificate of Contributions

Suriya Yodphet, Sunisa Rimcharoen and Nutthanon Leelathakul

Entitled

LARG: Loss Avoidance Technical Trading Rules using Genetic Algorithm

Has Contributed To

The 2016 - 8th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)

February 3 - 6, 2016

Kantary Hills Hotel, Chiangmai, Thailand

Organized by

Faculty of Informatics, Burapha University, Thailand

Chidchanok Lursinsap, Ph.D.

Faculty of Science, Chulalongkorn University

General Chair

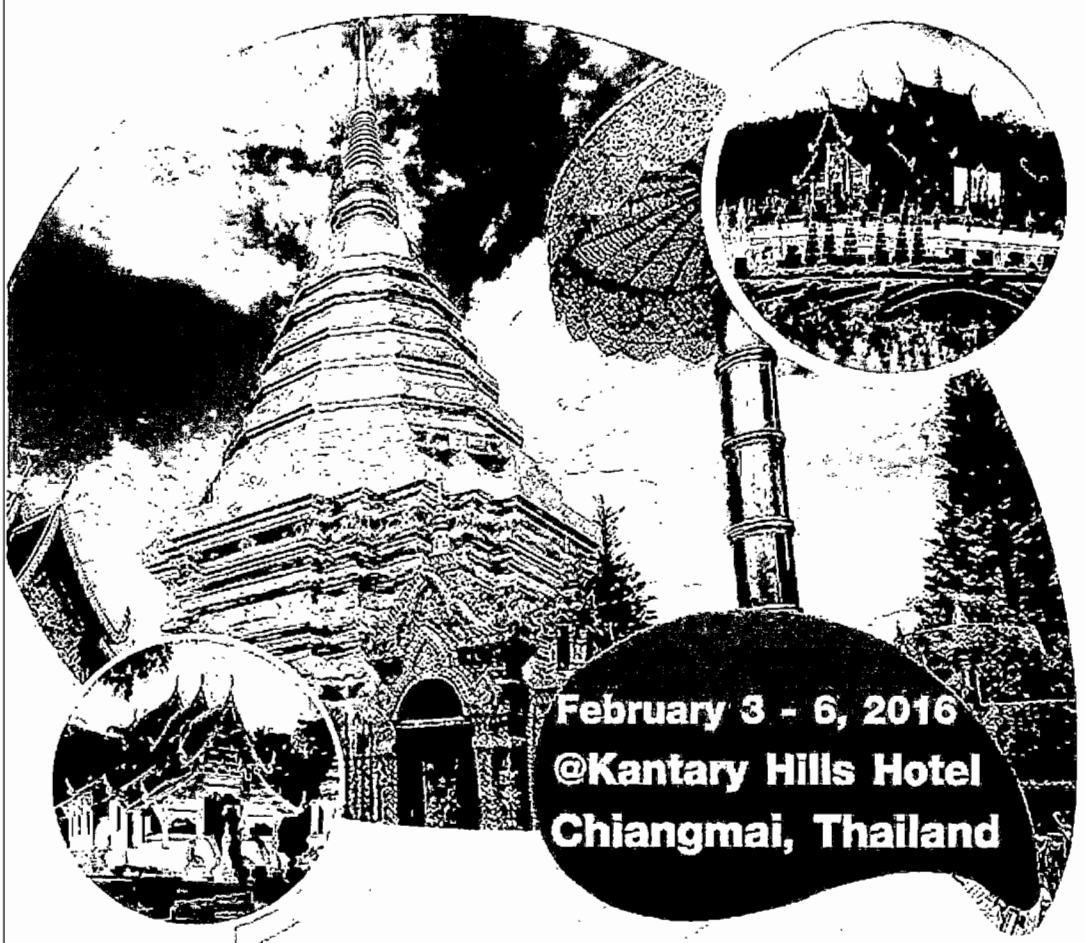
Suwanna Rasmequan, Ph.D.

Faculty of Informatics, Burapha University

Dean

IEEE IEEE THAILAND SECTION ECTI Association SIPA

The 2016-8th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)



February 3 - 6, 2016
@Kantary Hills Hotel
Chiangmai, Thailand

Organized by Faculty of Informatics, Burapha University
Chonburi, THAILAND.

ISBN 978-1-4673-8137-6

LARG: Loss Avoidance Technical Trading Rules using Genetic Algorithm

Surtya Yodphet, Sumisa Rimcharoen, Nutthanon Leelathakul
Faculty of Informatics, Burapha University, Thailan
surtya@goamil.com, rsumisa@buu.ac.th, nutthanon@buu.ac.th

***Abstract*—This paper proposes a genetic algorithm (GA) to find profitable stock-trading rules. In [1], the authors proposed the evolutionary algorithm, which potentially generated rules without concerning unlimited loss. We proposed two modifications to the chromosome encoding. The first one is to incorporate an exit signal (i.e., a signal for trade termination so that new rules could be generated and used for future trades) in the rules to avoid loss and increase profitability. The second is to add two more effective indicators: relative strength index (RSI, measuring price momentum) and average directional index (ADX, measuring price trend). The evolved trading rules are tested by simulating stock trades using the SET High Dividend 30 Index (SETHD) historical data from January 2015 to June 2015. The results demonstrate that the proposed method yields more practical buying/selling signals with less loss both for bullish and bearish stocks than the one of MACD and of Hybrid ($\mu+\lambda$) Evolutionary Algorithm [1].**

Keywords-trading rule; genetic algorithm; stop loss; stock exchange of Thailand

I. INTRODUCTION

In 2014, the number of domestic trading accounts increases more than one million [2]. Although investing in the stock market yields a high rate of return, it comes with high risk. To overcome the market, investors need to carefully decide to buy or sell stocks. One common method that has been widely used by most investors is to monitor technical indicators. These indicators capture trends, and suggest buy/sell signals. However, if incorrectly chosen, indicators may not be able to contribute profitable signals.

The key to successful algorithmic trading is to choose and fine-tune the right indicators that could lead investors to correct decisions. Some indicators require only one parameter to be calibrated, while some may require more. Improper parameter tuning might cause unexpected loss. In some cases, using more than one indicators could suggest more lucrative buy/sell signals with more confidence before executions. In addition to many underlying uncertainties just mentioned, investors often take into account a wide varieties of chart patterns (such as Double Top Reversal and Triple Bottom Reversal) before making buy/sell decisions. The varieties of indicators (together with their parameter(s)) and chart patterns just mentioned attract many researchers to find best trading rules.

978-1-4673-8139-0/16/$31.00 ©2016 IEEE

From previous research works, many researchers generally use machine learning techniques to generate trading rules. Y-H Chou, et al. [3] proposed the method that uses the quantum-inspired Tabu search algorithm to find the optimal composition and combination of trading strategies. J. Yeh and C-H. Lien [4] proposed fuzzy rule-based stock trading system for Taiwan's stock market. Ming Zhu and Lipo Wang [5] used a feed-forward multi-layer perceptron and a support vector regression to develop a predictive trading system for Hong Kong stock market. Weights of each node in these models are optimized by a genetic algorithm. N. M. Kwok et al. [6] proposed using a particle swarm optimization algorithm to determine parameters of a moving average-based stock trading rules. Qinghua Huang et al. [7] proposed using a clustering method to discover an effective combination of technical trading indicators.

All of mentioned previous works used machine learning techniques to optimize the well-known existing rules in the way of combining rules or optimizing parameters. On the contrary, some researchers attempts to achieve the goal using an alternative method. They use evolutionary computation to find new rules. It offers a variety of rules that may beyond human mind. For example, F. Allen and R. Karjalainen [8] used a genetic algorithm to find technical trading rules, while [9-12] generated trading rules by genetic programming. Y. Chen et al. [13] used genetic network programming, and S. Rimcharoen et al. [1] used a hybrid algorithm of genetic algorithm and evolution strategies to generate trading rules. The research works, above mentioned, presented only buy and sell rules. Although some of them works consider loss, they propose a stop-loss rule by simply fixing rate.

The aim of this paper is to propose using a GA to generate trading rules, which also include more sophisticated stop-loss rules. The stop-loss rules help increasing the efficiency and flexibility of trading strategies, providing more profitable strategies in both regular and very fluctuate market conditions.

II. BACKGROUND

A. Technical Indicators

Generally, there are two main approaches that investors and traders use as a guideline to trade a stock which are fundamental analysis and technical analysis. Fundamental analysis is an approach that considering basis information of the company such as revenue, asset, etc. The technical analysis determines stock trends by investigating historical prices or chart patterns. It might use various indicators, each of which

measure different price characteristics. Although indicators require different calculation methods, they all take into account the prices during the previous n days. For example, the formula of a simple moving average (SMA) is shown in eq. 1, where P_{n-i} denotes the price of previous $n-i$ days.

$$SMA(n) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} P_{(n-i)}}{n} \qquad (1)$$

Generally, traders use typical values to calculate the values of technical indicators. For example, in the above equation, {5, 10, 20, 50, 100} are widely used. Our proposed GA searches in a larger space (staring from 5 to 50), making possible better fitted parameter values.

B. Stop loss

Investors should incorporate Stop-loss when designing trading strategies [2]. The technique helps specifying the exit point where a short-term profit could be secured; thus, reducing the loss impact especially in severe fluctuating conditions.

This paper proposes rules that leverage Equity stop. (Investors execute Equity-stop when the price falls down to a certain percentage of the cost.) A sell and exit signals are triggered when a stock price goes down to an appropriate percentage of the cost, which is derived from the proposed GA.

C. Genetic Algorithms

Genetic Algorithm (GA) uses the principles of evolution theory of Charles Darwin to discovery solutions, hard to determine by using other traditional methods. The algorithm imitates natural evolution principle, where stronger lives (or fitter) are more likely to survive.

GA, in general, begins with a randomly generated population. Each instance in a population is assigned a fitness value. The fitness values is used to select which instances to be parents that would generate offspring for the next generation. Crossover and mutation are two mechanisms to generate the offspring divergent from their parents. The process is then repeated until the new generation achieves the desirable fitness value.

III. APPLYING THE GENETIC ALGORITHM

This paper proposes the modification to an existing technique [1] to improve trading strategies. We add exit rules and use stop loss percentage generated by the proposed GA to secure profitability. From the literatures, many researchers have used GAs to find trading strategies. They showed that the algorithms can search for solutions efficiently. Yet, there is still a room to improve as previous methods has generated rules with fixed stop-loss percentage at most. However, variable stop-loss percentage could lead to a more prudent and careful investment.

The rule-generating process in this paper starts from randomly generating candidates and evaluating them according to a designed objective function, which embraces the percentage of stop loss to generate sell and exit rules. Then, we select candidates for the next generation. The evolution process repeats until it reaches the specified number of generations. The detailed process is as follows:

A. Chromosome Encoding (rule's structure)

A chromosome consists of 3 rules: buy, sell and exit rules whose structures are a binary tree. (The rules do not specify the amount of buying or selling. We leave it up to traders to decide.)

Internal nodes contain either a Boolean operator (& or |), or a comparison operator (=, <, >, <=, >=). The value of a terminal node is the value either of technical indicator, or of a constant parameter. The indicators used in this paper are simple moving average (SMA), exponential moving average (EMA), standard deviation (SD), maximum value (MAX), minimum value (MIN), average directional index (ADX), and relative strength index (RSI). Each indicator has one parameter, which is the number of previous days randomly selected by the proposed GA. The parameter's value is in the range of 5 to 50, as an indicator for short-term trading. For example, RSI(14) denotes a relative strength index of 14 days ago. The example of chromosome encoding is shown in Fig. 1.

Buy rule:
{ EMA(5) > MIN(10) } & { RSI(14) < EMA (20) }

&	EMA	5	>	MIN	10	RSI	14	<	EMA	20

Sell rule:
{ MAX(7) > SMA(15) } & { EMA(8) < SMA(16) }

&	MAX	7	>	SMA	15	EMA	8	<	SMA	16

Exit rule:
{ RSI(7) = MAX(9) } | { ADX(20) < EMA(50) }

	RSI	7	=	MAX	9	ADX	20	<	EMA	50

Figure 1. Example of chromosome encoding

After randomly selecting values in all nodes, rules in Fig. 1 are generated. To incorporate stop-loss percentage into a sell rule, we extend the sell and exit rules in Fig. 1 by pushing the node with value | (OR) at the root of sell and exit rules. (The sell and exit rules from Fig. 1 are now the left subtrees of the associated root.) Then, the algorithm randomly generates the percentage of stop loss in sell and exit rules, whose value ranges from 0.001% to 1%, and from 5% to 50%, respectively.

Finally, the sell and exit rules are as follows:

Sell rule:
{(MAX(7) > SMA(15) & (EMA(8) < SMA(16)} | {%Loss > 0.88}

%Loss in a sell rule is calculated each day by using the following formula: %Loss = (1 – current close price / previous open price) × 100.

Exit rule:
{(RSI(7) = MAX(9) ∩ (ADX(20) < EMA(50)} ∩ {%Loss > 11.876%}

To avoid possible losses in short-term investments. %Loss in an exit rule is calculated each day by using the following formula: % Loss = (total cost − current sell) / total cost × 100.

B. Fitness Evaluation

We evaluate evolved rules by executing buy, sell and exit on SET historical data. When there are buying signals, we purchase stocks at the open price on the next day. When there is still a buying signal, we will buy again only if the current price is less than the previous buying price. Later, when there is a sell or exit signals, we will sell all stocks, and calculate the profit return as follows: Profit = (selling price − avg. buying price) / avg. buying price ×.100.

If there are chances to trade several times. The fitness of each candidate solution is the total sum of the percentage of profits or losses obtained during the trading period.

IV. EXPERIMENTS AND DISCUSSIONS

The rules derived from the method described in Section III are applied to the historical data of the Stock Exchange of Thailand (SET), detailed in Table I. The trading data of each stock in SET50 and SETHD include 1) the open and close price, and 2) the highest and lowest prices during the day. Currently, there are three indexes in Stock Exchange of Thailand: SET50, SET100 and SETHD. The SET High Dividend (SETHD) 30 Index (launched on July, 2011[2]) reflects price movements of stocks that have large market capitalization, are consistently traded with high liquidity, and have constantly paid high dividend yields.

A. Performance Comparison

In this experiment, we use the same SET50 data as the ones in Hybrid EA [1]. Our proposed method generates rules incurring no loss for all stocks, as opposite to MACD and Hybrid EA. Due to space limitation, Table II shows only symbols whose average loss percentage, when Hybrid EA is applied, is more than 1. The first row shows the LARG rule that yields average profit 5.12% more than the one of Hybrid EA. The last row shows the LARG rule that yields average profit 3.85% more.

When we compare average profit of all SET50 stocks, we find that Hybrid EA's rules yield more average profit than the ones of LARG (3.94 VS 1.66). Although Hybrid EA seems to be more profitable, we argue that it is quite impractical and a risk-seeking method. Hybrid EA assumed traders has unlimited amount of money and did not avoid any loss, which is more suitable in bullish markets. In bearish markets, the traders might run out of money without a chance to make money if big loss occurs. Our proposed method, however, incurs no loss for all stocks and can survive no matter what market condition is.

TABLE I. EXPERIMENT DATA

Train Data	Test Data
SET50 10/3/12 – 5/31/13	SET50 6/3/13 – 10/30/13
SETHD 1/1/14 – 12/31/14	SETHD 1/1/15 – 6/30/15

B. LARG on SETHD

In this experiment, we use historical data of SETHD (363 days in total). The setups of our GA are the following: the population size is 100, and the searching generation is 100. We use the tournament selection strategy with size 2. The crossover and mutation rate are set to 0.8 and 0.3, respectively.

The best results from 100 runs are shown in Table III. The first column shows stocks' names (ticker symbols). The total sum of profit returns from the proposed method together with the ones of the chosen standard indicator (Moving Average Convergence/Divergence: MACD) are shown in the next three columns. The last row shows the average profit returns of all trading transactions.

The last column shows the evolved trading rules obtained from our proposed method. For instance, evolved rules for buying and selling AMATA suggest that we would buy the stocks if the standard deviation price of the previous 37 days is greater than or equal to the average directional index price of the previous 48 days, or if the simple moving average price of the previous 36 days is greater than the minimum price of the last 13 days. Then, we would sell the stocks if the maximum price of the last 27 days is less than or equal to the maximum price of the last 22 days, or if the percentage of stop loss greater than 0.586%. We should exit if the minimum price of the last 29 days is greater than the standard deviation price of the previous 42 days or if stop loss is greater than 39.429%.

The last row of Table I shows the average profit returns (%) of all stocks. It is obvious that our proposed technique, LARG, earn more profit return on average (19.53%), while MACD technique yields -2.10%. Incorporating stop-loss in sell rules and producing exit rules, LARG generates more flexible strategies, enabling trades that are more practical, while MACD and Hybrid EA produce only buy and sell signals. In addition, Stop-loss in sell rules will be able to prevent investors from severe loss.

In the experiments, the best profit return obtained from our proposed method is 58.52% (VS -19.33% of MACD), where the rules is applied to DELTA, whose price is shown in Fig. 2.

It seems that MACD outperforms LARG when the stock price slopes down quite significantly and continuously (e.g., STA's price starting from March to April 2015 in Fig. 3). The LARG rules for STA still generate profit but less than the one from MACD because the LARG rules suggest the exit too early (on 17 March). As shown in Table III, the LARG rules suggests an exit when the percentage of stop loss is greater than 5%, which happens during the down trend of consecutive days. While MACD, taking into account both short-term EMA(12) and long-term EMA(26), is less responsive to the price change: it suggests the exit in the end of June.

TABLE II. COMPARISON RESULTS

Symbol	MACD	Hybrid EA	LARG	Rules derived by LARG
KKP	-4.63	-2.11	3.01	Buy : (MIN(33) > ADX(17)) OR (ADX(28) <= SD(29)) Sell : ((MIN(49) > ADX(43)) OR (EMA(28) >= RSI(20)) OR (MIN(16) = SMA(32))) OR (%Loss > 0.9%) Exit : ((RSI(35)<EMA(23)) AND (EMA(42)<=MIN(5)) AND (RSI(14)<=EMA(17))) OR (%Loss>49.3%)
PTTGC	-0.27	-2.77	1.75	Buy : (MIN(41) <= SD(36)) AND (ADX(40) >= SD(23)) OR (EMA(50) >= SMA(10)) Sell : ((SD(25) >= MAX(48)) OR (SMA(49) > EMA(5)) OR (SD(8) >= EMA(36)) OR (SMA(15) < RSI(38)) AND (MIN(5) > SD(10))) OR (%Loss > 0.9%) Exit : ((ADX(25) > ADX(12)) AND (RSI(42) > ADX(7))) OR (%Loss > 50.0 %)
GLOW	-1.18	-1.65	2.32	Buy : (ADX(33) < MIN(27)) OR (SD(33) = MIN(32)) Sell : ((ADX(9) <= SD(23)) AND (MAX(14) > EMA(40))) OR (%Loss > 1.0%) Exit : ((EMA(44) > MAX(12)) AND (SD(30) <= MIN(44)) AND (SD(33)<=MIN(32))) OR (%Loss>28.9%)
BIGC	-2.39	-3.00	0.85	Buy : (SD(30) >= RSI(45)) OR (MAX(14) > RSI(18)) Sell : ((SD(45) > ADX(14)) OR (MAX(15) > EMA(31)) AND (MIN(13) <= SMA(27)) OR (MAX(19) >= SD(35))) OR (%Loss > 0.4%) Exit : ((SD(19) >= MIN(7)) AND (MIN(7) <= EMA(34))) OR (%Loss > 14.4%)

TABLE III. EVOLVED RULES USING LARG ON SETHD

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
AMATA	64.26	20.78	-3.23	Buy : (SD(37) >= ADX(48)) OR (SMA(36) > MIN(13)) Sell : (MAX(27) <= MAX(22)) OR (%Loss > 0.59%) Exit : (MIN(29) > SD(42)) OR (%Loss > 39.43%)
AP	79.59	24.65	7.25	Buy : (SMA(23) >= MIN(40)) Sell : (ADX(37)=SD(16)) AND (RSI(42)=EMA(32)) OR (SD(28)>MAX(20)) OR (%Loss>0.32%) Exit : (RSI(27) > RSI(15)) OR (MAX(48) < ADX(8)) AND (EMA(45) < MIN(32)) OR (%Loss > 36.17%)
BBL	15.77	0.81	-11.64	Buy : (ADX(5) < MIN(44)) Sell : (MAX(45) >= RSI(49)) OR (SD(50) < MIN(34)) OR (%Loss > 0.05%) Exit : (MAX(7) >= SMA(48)) OR (%Loss > 23.93%)
BCP	56.92	24.35	6.94	Buy : (EMA(23) <= MAX(21)) OR (RSI(41) <= MIN(23)) Sell : (SMA(38) <= SMA(37)) AND (SD(39) <= MIN(37)) OR (%Loss > 0.79%) Exit : (MAX(25) >= RSI(35)) OR (%Loss > 37.45%)
BECL	49.29	14.90	4.81	Buy : (MAX(36) > EMA(6)) Sell : (MAX(12) >= MIN(39)) OR (%Loss > 0.75%) Exit : (SMA(7) > RSI(38)) AND (MIN(32) >= RSI(25)) OR (%Loss > 14.24%)
DELTA	61.26	58.82	-19.33	Buy : (EMA(21) <= MAX(26)) Sell : (MAX(13) <= ADX(13)) OR (MIN(41) < EMA(40)) OR (%Loss > 0.42%) Exit : (EMA(37) >= MAX(23)) OR (%Loss > 31.09%)
EGCO	57.84	9.51	-9.89	Buy : (SMA(13) <= MAX(10)) Sell : (SD(41) < MAX(47)) OR (%Loss > 0.95%) Exit : (SMA(44) > SD(38)) AND (EMA(48) < MIN(35)) OR (%Loss > 17.80%)
GLOW	67.88	19.15	-11.10	Buy : (SMA(8) <= SMA(17)) OR (EMA(49) <= SMA(20)) Sell : (MAX(15) = SD(23)) OR (SMA(15) >= RSI(46)) OR (%Loss > 0.62%) Exit : (SD(44) <= SMA(32)) AND (ADX(14) < EMA(20)) OR (%Loss > 32.77%)
JAS	63.69	15.16	0.02	Buy : (EMA(18) > MIN(6)) Sell : (ADX(9) > EMA(26)) OR (EMA(35) <= SMA(40)) OR (%Loss > 0.76%) Exit : (SMA(48) = MIN(6)) OR (EMA(38) > SD(41)) OR (%Loss > 6.35%)
KKP	50.83	0.70	-9.74	Buy : (MAX(38) >= EMA(16)) OR (MAX(33) >= SMA(28)) OR (MAX(14) = MIN(16)) Sell : (EMA(23) <= RSI(7)) OR (RSI(40) > MAX(36)) OR (%Loss > 0.31%) Exit : (SD(38)<SMA(21)) AND (MIN(28)<MAX(37)) AND (ADX(43)<RSI(7)) OR (%Loss>40%)
KTB	62.41	10.80	-17.93	Buy : (SMA(31) < RSI(15)) Sell : (SD(42) <= MIN(15)) OR (%Loss > 0.95%) Exit : (SD(48) <= SMA(24)) AND (SMA(40) < MAX(5)) OR (%Loss > 41.93%)
LH	45.18	21.39	7.55	Buy : (MAX(13) <= RSI(8)) OR (MAX(41) >= EMA(30)) Sell : (SD(20) <= EMA(29)) OR (%Loss > 0.41%) Exit : (SD(41) <= MIN(28)) OR (%Loss > 15.62%)

TABLE III. CONTINUED

Ticker Symbol	Profit Return %			Evolved Trading Rules
	LARG Rule		MACD	
	Train	Test		
LPN	94.36	-2.19	-2.97	Buy : (RSI(20) >= EMA(29)) Sell : (SMA(37) < SD(39)) OR (%Loss > 0.98%) Exit : (SMA(20) = MIN(28)) AND (EMA(7) > ADX(41)) OR (%Loss > 5.85%)
PTT	61.08	33.84	17.44	Buy : (ADX(6) < MAX(32)) OR (SMA(42) < SD(37)) Sell : (MAX(32) >= MAX(8)) AND (EMA(49) <= MAX(15)) OR (%Loss > 0.10%) Exit : (ADX(9) <= EMA(36)) AND (ADX(27) = MAX(46)) OR (%Loss > 13.40%)
PTTEP	30.42	21.99	16.33	Buy : (SD(8) <= MAX(42)) Sell : (SMA(35) > ADX(26)) OR (%Loss > 0.20%) Exit : (EMA(11) <= MIN(17)) OR (%Loss > 14.10%)
PTTGC	30.64	33.13	13.60	Buy : (MIN(15) < EMA(49)) Sell : (MAX(48) = MIN(45)) OR (RSI(46) <= EMA(38)) OR (%Loss > 0.09%) Exit : (SMA(44) = MIN(16)) OR (MAX(37) = EMA(44)) OR (%Loss > 5.00%)
QH	78.97	14.66	8.13	Buy : (MAX(7) > ADX(28)) Sell : (EMA(40) > SMA(21)) OR (%Loss > 0.98%) Exit : (SMA(9) > SD(44)) OR (%Loss > 8.54%)
RATCH	53.93	24.63	-14.32	Buy : (MAX(46) >= EMA(18)) AND (MAX(35) >= SMA(27)) Sell : (SD(45) >= SD(36)) OR (SD(21) < EMA(16)) OR (%Loss > 0.07%) Exit : (EMA(20) < ADX(29)) AND (SMA(5) = ADX(37)) AND (RSI(29)=SMA(36)) OR (%Loss>5.01%)
SAMART	100.66	20.75	-33.65	Buy : (ADX(17) <= SMA(38)) Sell : (SD(25) < RSI(39)) OR (MIN(14) < RSI(24)) OR (%Loss > 0.48%) Exit : (MAX(17) > RSI(36)) OR (MAX(16) = SMA(33)) OR (%Loss > 39.81%)
SCB	29.84	4.48	-18.17	Buy : (EMA(39) > SMA(7)) Sell : (MAX(46) = MAX(47)) OR (MIN(47) > SMA(22)) OR (%Loss > 0.35%) Exit : (SMA(43) >= SD(38)) OR (%Loss > 32.10%)
SCC	11.46	14.81	-1.01	Buy : (EMA(30) <= SMA(25)) Sell : (MAX(15) > SMA(14)) OR (%Loss > 0.13%) Exit : (EMA(44) >= SMA(22)) OR (MAX(13) < RSI(29)) OR (%Loss > 16.70%)
SGP	53.23	43.99	-2.00	Buy : (SD(46) > EMA(31)) OR (SMA(37) <= ADX(26)) Sell : (RSI(39) > SD(43)) OR (%Loss > 0.38%) Exit : (SD(35) <= EMA(31)) OR (%Loss > 39.59%)
SIRI	44.89	31.49	22.72	Buy : (ADX(37) <= EMA(11)) OR (RSI(26) >= ADX(24)) AND (RSI(35) >= EMA(19)) Sell : (SMA(41) > EMA(50)) AND (RSI(41) > SD(36)) OR (SD(36)> RSI(21)) OR (%Loss>0.28%) Exit : (MIN(50) <= SD(8)) AND (EMA(48) = MIN(10)) AND (SD(43) >= MIN(10)) OR (%Loss > 10.21%)
SPALI	101.30	7.80	-7.88	Buy : (ADX(50) < SMA(42)) OR (MAX(20) > SMA(25)) Sell : (ADX(40) < EMA(13)) AND (SMA(19) < RSI(37)) AND (MAX(37) > ADX(42)) OR (%Loss > 0.47%) Exit : (SD(14) >= MIN(50)) OR (MIN(10) >= SD(44)) OR (%Loss > 30.40%)
STA	49.93	5.12	13.50	Buy : (EMA(48) > MIN(22)) Sell : (RSI(29) >= MAX(40)) OR (MIN(41) > EMA(16)) AND (EMA(23) <= SD(36)) OR (%Loss>0.72%) Exit : (SD(7) = RSI(31)) AND (MAX(7) < RSI(24)) OR (%Loss > 5%)
TCAP	30.67	10.25	-5.15	Buy : (MIN(12) > ADX(35)) AND (EMA(20) <= MAX(36)) Sell : (MIN(11) < RSI(25)) OR (MIN(15) >= EMA(23)) OR (%Loss > 0.24%) Exit : (SMA(19) >= SMA(37)) AND (EMA(34) > SD(46)) AND (SMA(46) > ADX(22)) OR (%Loss > 26.04%)
TICON	21.99	5.84	5.45	Buy : (SMA(39) >= MIN(13)) Sell : (EMA(17) < SMA(28)) OR (%Loss > 0.73%) Exit : (MIN(17) >= RSI(7)) OR (MAX(48) = ADX(13)) OR (%Loss > 6.24%)
TISCO	58.88	24.86	-4.81	Buy : (EMA(42) >= MIN(31)) Sell : (MAX(13) >= SMA(25)) OR (MIN(26) = EMA(46)) OR (%Loss > 0.69%) Exit : (SD(39) < MIN(34)) AND (MIN(13) <= RSI(33)) OR (%Loss > 27.80%)
TOP	27.08	38.92	3.32	Buy : (MAX(43) > MIN(26)) Sell : (EMA(47) <= MAX(32)) OR (%Loss > 0.43%) Exit : (MIN(26) > EMA(25)) OR (%Loss > 25.49%)
TUF	63.98	30.56	-17.21	Buy : (MAX(15) >= MAX(6)) Sell : (MAX(25) <= MAX(37)) OR (%Loss > 0.79%) Exit : (SD(18) >= MIN(47)) AND (SD(29) > EMA(29)) OR (%Loss > 35.77%)
Average	53.94	19.53	-2.10	

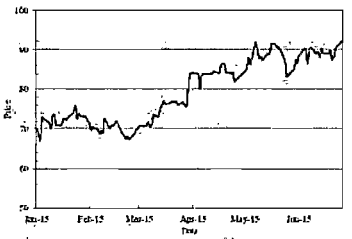


Figure 2. Stock price of DELTA

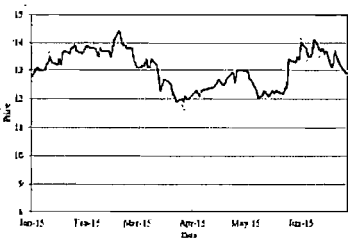


Figure 3. Stock price of STA

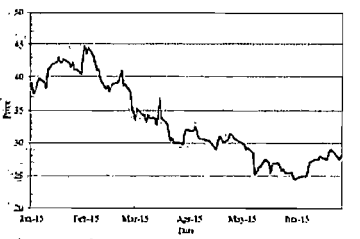


Figure 4. Stock price of SAMART

In some cases, MACD could suffer from severe loss. See Fig. 4 as an example. MACD incurs 33% loss when the price of SAMART is going up and down so rapidly that MACD cannot capture the downward trend soon enough. In the opposite, our method could make 20.75% profit.

The only one stock that LARG cannot prevent from loss is LPN. This is because LPN is obviously in the down trend. The stock price went down more than 40% within 6 months. Benefiting from the stop-loss protection, LARG incurs only 2.19% loss, still lower than MACD (-2.97%).

V. CONCLUSIONS

We propose a genetic algorithm to evolve stock trading strategies. In addition to buy and sell rules, the strategies include stop-loss percentage into sell and exit rules. The results show our propose method outperforms MACD in the trades of all stock (except STA). The highest profit return is 58.52%. The experiments also shows that the exit rule and stop loss percentage in trading strategy yield more profit. In the future, we plan to evolve more profitable rules by including more indicators, applying our evolved rules to more historical data at a longer time, and to compare the results with other commonly-used strategies. Also, we will determine more suitable methods to determine the values of stop loss percentage.

REFERENCES

[1] S. Rimcharoen, N. Leelathakul and S. Srikamdee. "A Hybrid (μ+λ) Evolutionary Algorithm for Evolving Simple Trading Rules: Case Study on Stock Exchange of Thailand (SET50)." In International Conference on Knowledge and Smart Technology, 2014.

[2] SET Annual Report 2014. [Access Online:] http://www.set.or.th/th/about/annual/files/annual_report_2557_thai_full_v2.pdf

[3] Y-H Choi, S-Y Kuo, C-Y Chen and H-C Chao, "A Rule-Based Dynamic Decision-Making Stock Trading System Based on Quantum-Inspired Tabu Search Algorithm," IEEE Access, vol. 2, 2014.

[4] L-C. Yeh and C.-H. Lien. "Fuzzy rule-based stock trading system." in Proc. IEEE Int. Conf. Fuzzy Syst. (FUZZ), Jun. 2011, pp. 2066–2072.

[5] M. Zhu and L. Wang . "Intelligent Trading Using Support Vector Regression and Multilayer Perceptrons Optimized with Genetic Algorithms," International Joint Conference on Neural Networks, 2010.

[6] N. M. Kwok, G. Fang, and Q. P. Ha, "Moving average-based stock trading rules from particle swarm optimization," in Proc. Int. Conf. Artif. Intell. Comput. Intell., vol. 1, Nov. 2009, pp. 149–153.

[7] Q. Huang, T. Wang, D. Tao, and X. Li, "Biclustering Learning of Trading Rules," IEEE Transactions on Cybernetics, Vol. 45, No. 10, October 2015.

[8] F. Allen, R. Karjalainen, "Using genetic algorithms to find technical tradings rules," Journal of Financial Economics, 51, pp. 245-271, 1999.

[9] L. A. Becker and M. Seshadri, "GP-evolved technical trading rules can outperform buy and hold," in Proc. 6th Int. Conf. Comput. Intell. Natural Comput., Sep. 2003, pp. 26–30.

[10] J.-Y. Potvin, P. Soriano, and M. Vallee, "Generating trading rules on the stock markets with genetic programming," Comput. Oper. Res., vol. 31, no. 7, pp. 1033–1047, Jun. 2004.

[11] D. Lohpetch and D. Corne, "Discovering effective technical trading rules with genetic programming: Towards robustly outperforming buy-and-hold," in Proc. World Congr. Nature Biol. Inspired Comput., 2009.

[12] J-Y Potvina, P. Soriano, M. Vallee, "Generating trading rules on the stock markets with genetic programming," Computers & Operations Research 31 (2004) 1033–1047.

[13] Y. Chen, S. Mabu, K. Hirasawa, and J. Hu, "Genetic network programming with sarsa learning and its application to creating stock trading rules," in Proc. IEEE Congr. Evol. Comput., 2007, pp. 220–227.