

ระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง

An Algorithmic Stock Trading System using Differential Evolution

โปรแกรมเพื่อการประยุกต์ใช้งาน

รายงานฉบับสมบูรณ์

เสนอต่อ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม

โครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25

ประจำปีงบประมาณ 2566

โดย

นายอภิสิทธิ์ จงเพิ่มวัฒนะผล

นายธิตี ทรงพลวารินทร์

นายณันทศักดิ์ กว้านเมธากุล

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ชูเกียรติ วรสุชีพ

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา (โครงการ วมว.)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้มอบทุนอุดหนุนในการพัฒนาโครงการ “ระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (An Algorithmic Stock Trading System using Differential Evolution)” ในโครงการแข่งขันพัฒนาคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 25 ทำให้ผู้พัฒนามีโอกาสได้พัฒนาตนเอง และแสดงความรู้ความสามารถได้เต็มที่

ขอขอบคุณ ดร.ก้องกาญจน์ วชิรพจน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนดรุณสิกขาลัย (โครงการ รวม.) ที่ให้การสนับสนุนนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันต่างๆ และคอยให้กำลังใจในการทำงาน

ขอขอบคุณ รศ.ชูเกียรติ วรสุชีพ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้แนวทางในการทำโครงการ พร้อมทั้งให้คำปรึกษามากมาย ตลอดจนการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการลงทุน และช่วยพัฒนาโครงการนี้เรื่อยมา

คณะผู้พัฒนา

นายอภิสิทธิ์ จงเพิ่มวัฒนะผล

นายธิตี ทรงพลวารินทร์

นายณัฏฐกิต กว้านเมธากุล

โรงเรียนดรุณสิกขาลัย (โครงการ รวม.)

ผลการตรวจสอบการคัดลอกเอกสาร (CopyCatch)

บทคัดย่อ

การลงทุน (Investment) เป็นทางเลือกหนึ่งที่หลายคนให้ความสนใจในปัจจุบัน โดยเฉพาะการลงทุนในหุ้น (Stock) เพื่อเป็นการนำเงินที่เก็บสะสมไปสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่าการออม การลงทุนในตลาดหุ้นนั้นมีความเสี่ยงจากความผันผวนของราคา ปัจจัยที่ส่งผลต่อราคานั้นก็มีมากมาย การวิเคราะห์จากการดูเพียงราคาเป็นเรื่องท้าทายและมีความเสี่ยงสูง เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าวนักลงทุนหลายคนจึงใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical indicator) เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการลงทุน แต่เนื่องจากสัญญาณซื้อขายที่ได้จากตัวชี้วัดทางเทคนิคต่างๆ มักจะไม่ค่อยสอดคล้องกัน นักลงทุนต้องใช้ความเชี่ยวชาญอย่างสูงในการเลือกที่จะใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคตัวใดเมื่อใด ดังนั้นทางเลือกหนึ่งจึงการใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายตัวมารวมกัน และใช้การหาค่าเหมาะที่สุดช่วยการในถ่วงน้ำหนักกว่าจะเชื่อตัวชี้วัดแต่ละตัวมากน้อยเพียงใด

โครงการนี้จึงนำเสนอการใช้วิธีการวิวัฒนาการด้วยผลต่าง (Differential Evolution) เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสัญญาณการซื้อขายที่คัดเลือกมาแต่ละตัว อีกทั้งเพื่อหาเกณฑ์การซื้อขายที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละหุ้น และนำค่าที่ได้มาตัดสินใจซื้อขาย โดยใช้ข้อมูลหุ้นรายวันย้อนหลังจากตลาดหุ้น SET NYSE และ Nasdaq ระหว่างปี 2015 ถึง 2022 โดยประสิทธิภาพของสัญญาณที่ถูกถ่วงน้ำหนักจะนำมาเปรียบเทียบกับกลยุทธ์แบบซื้อถือระยะยาว (Buy and Hold) และการใช้สัญญาณที่ดีที่สุดตัวเดียว จากผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า Algorithmic Trading System (ATS) ที่นำเสนอสามารถเพิ่มผลกำไรจากการลงทุนได้อย่างมาก แม้จะมีค่าธรรมเนียม 0.2% สำหรับการซื้อและขายหุ้นทุกครั้ง

จากนั้น ATS ได้ถูกพัฒนาต่อเป็นซอฟต์แวร์ “Algoitrade-X” ที่มุ่งเน้นให้ผู้สนใจในด้านการลงทุนได้ใช้ระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง เพื่อแนะนำจุดซื้อจุดขายอัตโนมัติที่ช่วยเพิ่มผลตอบแทนการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ อีกทั้งซอฟต์แวร์ Algoitrade-X ยังมีระบบจำลองพอร์ตหุ้นและข้อมูลเกี่ยวกับ Technical indicator ต่างๆ เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมสนับสนุนการตัดสินใจของนักลงทุนอีกด้วย

โครงการนี้เป็นโครงการที่ได้รับทุนอุดหนุนโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

คำสำคัญ: Algorithmic Trading, ขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง, ตลาดหลักทรัพย์

Abstract

Investing in the stock market can be challenging, and investors often use technical indicators to make better investment decisions. However, choosing the right indicators can significantly impact trading signals' accuracy. With so many technical indicators available, investors face the challenge of selecting the most relevant ones for their investment strategy. Moreover, different technical indicators may produce conflicting signals, making it difficult to determine the best course of action. To address this problem, one possible solution is to use multiple trading signals from different technical indicators and weight them effectively using an optimization algorithm.

This study proposes an Algorithmic Trading System that uses the Differential Evolution algorithm to optimize the weight of trading signals from selected technical indicators and trading thresholds. The system is evaluated using historical daily stock data from SET NYSE and Nasdaq Stock Market from 2015 to 2022. The results show that the proposed approach outperforms a buy-and-hold strategy and individual signals, significantly improving investment profits, even with a commission fee.

The Algotrade-X software has integrated the proposed system, offering different branches of trading, portfolio simulation, and further technical indicators information. We believe that this software will put investment into a new phase of development and fulfill our objectives to the maximum potential.

This project is the project that received the funding to subsidize the development of National Software Contest (NSC). The 16th from national electronics and computer technology center (NECTEC), Office of the national science and technology development.

Keywords: Algorithmic Trading, Differential Evolution, Stock Market

บทนำ

การลงทุน (Investment) เป็นทางเลือกหนึ่งที่หลายคนให้ความสนใจในปัจจุบัน โดยเฉพาะการลงทุนในตลาดหุ้น (Stock) เพื่อเป็นการนำเงินที่เก็บสะสมไปสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่าการออม อย่างไรก็ตาม การลงทุนกับตลาดหุ้นมาพร้อมกับความเสี่ยงที่สูง การตัดสินใจลงทุนจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ นอกเหนือจากความเข้าใจในเศรษฐกิจ พื้นฐานอุตสาหกรรม และตัวบริษัทเองแล้ว การตัดสินใจกำหนดจังหวะซื้อขายของนักลงทุนต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์

Technical Analysis หรือการวิเคราะห์ทางเทคนิค เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้กันแพร่หลายเพื่อประเมินการลงทุน และระบุโอกาสในการซื้อขายโดยการวิเคราะห์แนวโน้มทางสถิติที่รวบรวมจากกิจกรรมการซื้อขาย เช่น การเคลื่อนไหวของราคาและปริมาณ ค่าเหล่านั้นผ่านการคำนวณมาจากการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์และสถิติจนกลายเป็น Technical Indicator หรือตัวชี้วัดทางเทคนิค ซึ่งจะให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของราคาในอนาคต Technical Indicator จึงมักถูกนำมาใช้ในการช่วยตัดสินใจในการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงในการลงทุน แต่อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องมือชี้วัดทางเทคนิคเพียงตัวเดียว นั้นไม่ได้ให้สัญญาณซื้อขายที่แน่นอนและแม่นยำ นักลงทุนจึงมักจะนำตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายๆตัวมาประกอบกันเพื่อตัดสินใจ แต่เนื่องจากสัญญาณซื้อขายที่ได้จากตัวชี้วัดทางเทคนิคต่างๆ มักจะไม่ค่อยสอดคล้องกัน นักลงทุนต้องใช้ความเชี่ยวชาญอย่างสูงในการเลือกว่าจะใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคตัวใดเมื่อใด ดังนั้นทางเลือกหนึ่งจึงการใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายๆตัวมารวมกัน และใช้การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดช่วยการในถ่วงน้ำหนักว่าจะเชื่อตัวชี้วัดแต่ละตัวมากน้อยเพียงใด

โครงการนี้จึงสนใจในการสร้างระบบแนะนำจังหวะซื้อ-ขายหุ้นอัตโนมัติจากการประยุกต์ Technical Analysis โดยใช้อัลกอริทึมมาช่วยในการตัดสินใจ (Algorithmic Trading System: ATS) ในที่นี้เราเลือกใช้ขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution: DE) [28] ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm) ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของน้ำหนัก (Weight) ของสัญญาณซื้อขายต่างๆ ที่ใช้ รวมถึงค่าเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Threshold) จากนั้นนำไปสู่การสร้างระบบแนะนำจุดซื้อจุดขายอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความเร็วในการลงทุนให้ได้ผลตอบแทนสูงขึ้นภายใต้ระดับความเสี่ยงที่กำหนด นอกจากนี้โครงการจะนำไปพัฒนาส่วน Front-End เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาทดลองใช้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ Trading Signal ต่างๆ เพื่อหาจังหวะในการลงทุน ATS ยังเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของระบบซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ (Automated Trading System) ซึ่งปัจจุบันถูกนำไปใช้ในการลงทุนของกองทุนรวมต่างๆ มากมายในประเทศที่พัฒนา

แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา มีรายงานว่ามากกว่า 70% ของหุ้นที่ซื้อขายกันในปัจจุบันมาจาก Automated Trading System [27]

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
ผลการตรวจสอบการคัดลอกเอกสาร (CopyCatch)	ข
บทคัดย่อ	ค
บทนำ	จ
สารบัญ	ฉ
1. วัตถุประสงค์และเป้าหมาย	1
2. รายละเอียดของการพัฒนา	1
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	1
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	6
2.3 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค	6
2.4 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา	6
● Input/Output Specification	6
● Functional Specification	11
● โครงสร้างของซอฟต์แวร์	16
2.5 ขอบเขตและข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา	16
3. กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	17
4. ผลการทดสอบโปรแกรม	17
5. ปัญหาและอุปสรรค	21
6. แนวทางการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป	23
7. ข้อเสนอแนะและข้อเสนอนะ	23
8. เอกสารอ้างอิง	25
9. ข้อมูลติดต่อผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา	28

ภาคผนวก	29
• คู่มือการใช้งานโปรแกรม	29
• ข้อตกลงการใช้งานซอฟต์แวร์	35
• รายละเอียดผลงานที่เข้าร่วมการแข่งขัน	36

1.วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์การสร้างสัญญาณการซื้อขายของหุ้น (Trading Signal) ที่เหมาะสม
หลายๆ ตัวจากการ นำตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator) หลายตัวมาประกอบกัน
2. เพื่อสร้าง ATS ที่บอกถึงจุดซื้อและจุดขายหุ้น จากการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดของ
สัญญาณการซื้อขายของหุ้น (Trading Signal) ด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential
Evolution)
3. เพื่อสร้างเว็บไซต์แนะนำจุดซื้อจุดขายอัตโนมัติที่ช่วยเพิ่มผลตอบแทนการลงทุนในตลาด
หลักทรัพย์

2.รายละเอียดของการพัฒนา

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตลาดหลักทรัพย์ (Stock Market) และการซื้อขายหลักทรัพย์

ตลาดหลักทรัพย์หรือตลาดหุ้นคือพื้นที่การลงทุนที่คนทั่วไปเข้ามาร่วมลงทุนกับบริษัทต่างๆ ผ่านการซื้อขายหุ้นของบริษัท โดยบริษัทจะนำหุ้นออกจำหน่ายผ่านตลาดหลักทรัพย์โดยตรงเพื่อเป็นการเสนอหุ้นใหม่แก่ประชาชนทั่วไปซึ่งเป็นวิธีการระดมทุนสำหรับบริษัทที่ต้องการเข้าตลาดหลักทรัพย์ ตลาดหลักทรัพย์หลักของประเทศไทยมี 2 ตลาด ได้แก่ ตลาดหลักทรัพย์หลักแห่งประเทศไทย (Stock Exchange of Thailand) หรือ SET และ ตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ (Market for Alternative Investment - MAI) ตลาด SET เป็นตลาดหลักทรัพย์แห่งแรกของประเทศไทย ปัจจุบันมีบริษัทที่เข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์มากกว่า 600 บริษัท มีมูลค่าตลาด 19.32 ล้านล้านบาท (ข้อมูล ณ วันที่ 28 กันยายน 2565) ส่วนตลาด MAI รองรับกิจการขนาดกลางและขนาดย่อมและกิจการเกี่ยวกับนวัตกรรม

หลักทรัพย์ต่างๆ ที่ซื้อขายในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและทั่วโลก จะมีการซื้อขายรายวัน มีราคาเปิด (Open) ราคาปิด (Close) ราคาสูง (High) ราคาต่ำ (Low) และมูลค่าซื้อขาย (Volume) ในแต่ละวัน ข้อมูลเหล่านี้ในปัจจุบันสามารถหาได้ไม่ยากทางอินเทอร์เน็ต เช่น จากเว็บ finance.yahoo.com หรือ เว็บของ ตลท. ในการวิเคราะห์ทางเทคนิค (Technical analysis) ข้อมูลราคาเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการลงทุนได้ โดยใช้วิธีทางคณิตศาสตร์และสถิติมาวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังเพื่อนำไปช่วยในการตัดสินใจ ในรูปแบบของตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical indicators) หรือ กราฟ (Charts) [1,17]

2.1.2 ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators)

ตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์และสถิติที่ได้มาจากข้อมูลราคาหลักทรัพย์หรือตราสารทางการเงินอื่นๆ ในอดีต ที่นักลงทุนใช้เพื่อทำนายแนวโน้มราคาในอนาคตและช่วยในการตัดสินใจซื้อขาย นับถึงปัจจุบัน มีการพัฒนาตัวชี้วัดทางเทคนิคขึ้นมามากกว่า 100 ตัว โดยอาจแบ่งประเภทของตัวชี้วัดทางเทคนิคออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังต่อไปนี้ [1,17,26]

1. ดัชนีชี้วัดทิศทางแนวโน้ม (Trend Following Indicators) ช่วยให้เข้าใจถึงแนวโน้มการเคลื่อนที่ของหุ้นที่สนใจ และเป็นการชี้ให้เห็นว่าตลาดในขณะนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งเครื่องมือลักษณะนี้ค่อนข้างสะดวกและเข้าใจง่าย เพราะเป็นการประเมินภาพรวมของราคาที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น MACD, Moving Average, SAR เป็นต้น
2. ดัชนีชี้วัดแรงเหวี่ยงของราคา (Momentum Indicators) เป็นดัชนีที่นำมาใช้ในการพิจารณาราคาล่าสุดกับราคาก่อนหน้า โดยระยะห่างระหว่างจะมีค่าอยู่ที่ 0 ถึง 100 และนำเสนอสัญญาณของ Overbought (โซนที่มีการซื้อเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงขายกลับคืนมา) กับ Oversold (โซนที่มีการขายเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงซื้อกลับคืนมา) ตัวอย่างตัวชี้วัดทางเทคนิคกลุ่มนี้ ได้แก่ RSI, CCI และ Stochastics เป็นต้น ซึ่งถ้าค่าของ Momentum มีค่าต่ำกว่า 100 เป็นสัญญาณว่าราคาอาจลดลง ในทางกลับกันถ้าค่าของ Momentum มีค่าสูงกว่า 100 นั่นคือสัญญาณว่าราคาอาจสูงขึ้น
3. ดัชนีชี้วัดความผันผวนของราคา (Volatility Indicators) จะนำมาใช้ในการวัดความผันผวนหรือ วัดการแกว่งตัวของราคาว่ามีขนาดเท่าไรเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย โดยนักลงทุนจะอาศัยเครื่องมือเหล่านี้ในการหาโอกาสเพื่อทำการซื้อขาย โดยส่วนใหญ่จะใช้อ้างอิงร่วมกับ Trend Following Indicators เพื่อยืนยันแนวโน้มให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น ATR, Bollinger Bands เป็นต้น

2.1.3 สัญญาณซื้อขาย (Trading Signal)

ประโยชน์สำคัญอย่างหนึ่งของตัวชี้วัดทางเทคนิคคือนำไปหาสัญญาณซื้อ-ขายตราสารตัวนั้น เพื่อหาจังหวะในการลงทุนที่เหมาะสม โดยใช้เงื่อนไขต่างๆ เช่น

1. การสร้างสัญญาณจากตัวชี้วัดประเภท Moving Average ให้สร้างสัญญาณซื้อเมื่อ เส้น MA ระยะสั้นตัดขึ้นเหนือ เส้น MA ระยะยาว และสร้างสัญญาณขายเมื่อเส้น MA ระยะสั้นตัดลงใต้ เส้น MA ระยะยาว [10,21]
2. การสร้างสัญญาณจากตัวชี้วัด Relative Strength Index (RSI) ถ้ามีค่ามากกว่า 70 แสดงหุ้นนั้นมีแรงซื้อที่มากเกินไปดังนั้นสัญญาณจะเป็นขาย และถ้า RSI มีค่าต่ำกว่า 30 แสดงว่ามีแรงขายที่อาจจะมากเกินไป ดังนั้นสัญญาณจะเป็นขาย [22]

3. การสร้างสัญญาณจาก Indicator rate of change ถ้าค่าที่อ่านนั้นมีค่ามากกว่า 0 แสดงให้เห็นว่ามีเริ่มแรงซื้อดังนั้นสัญญาณจะเป็นซื้อ และถ้าค่าที่อ่านได้นั้นมีค่าลดลงต่ำกว่า 0 แสดงว่ามีแรงขาย ดังนั้นสัญญาณจะเป็นขาย [12]

อย่างไรก็ตาม สัญญาณซื้อขายที่ได้จากตัวชี้วัดทางเทคนิคเหล่านี้มักไม่สอดคล้องกัน บางครั้งถึงขั้นขัดแย้งกัน และขึ้นกับหลายปัจจัย ทั้งลักษณะเฉพาะของแต่ละหุ้นและช่วงเวลา ดังนั้นการพิจารณาจังหวะซื้อหรือขายโดยใช้สัญญาณซื้อขายจึงไม่ได้ตรงไปตรงมาและมีความซับซ้อนมาก [10,16]

2.1.4 การซื้อขายด้วยอัลกอริทึม (Algorithmic Trading)

Algorithmic trading (หรือเรียกอีกอย่างว่า automated trading, black-box trading, หรือ algo-trading) หรือ AT เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปฏิบัติตามชุดคำสั่งที่กำหนดไว้เพื่อทำการซื้อหรือขาย ตามทฤษฎีเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว ข้อมูลทางการเงินมีความซับซ้อนอย่างมาก AT จึงได้เปรียบในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถที่จะเทียบได้ทั้งเรื่องเวลาและประสิทธิภาพ [4,13] ชุดคำสั่งที่กำหนดไว้ในโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับระยะเวลา ราคา ปริมาณ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ประโยชน์ที่สำคัญของ AT คือช่วยเพิ่มผลตอบแทน (return) และลดความเสี่ยงในการลงทุนโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติโดยหลีกเลี่ยงอารมณ์ความรู้สึกของนักลงทุน ช่วยตัดข้อผิดพลาดของมนุษย์ที่อาจมีผลกระทบต่อการลงทุน นอกจากนี้ AT ยังช่วยให้ตลาดมีประสิทธิภาพมากขึ้น [17]

2.1.5 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)

Optimization คือหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยตัดสินใจซึ่งจะสอดคล้องกับจุดประสงค์ตามแต่ละสถานการณ์ โดยจะทำการหาข้อมูลเข้า (input) เพื่อส่งเข้าไปในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) เพื่อหาค่าผลลัพธ์ของฟังก์ชันนั้นมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด แบ่งกว้างๆ ได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันต่อเนื่อง (Continuous function optimization) ใช้เมื่อตัวแปร input และ ผลลัพธ์ทั้งหมดของฟังก์ชันเป็นตัวเลข
2. การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง (Discrete optimization) ใช้เมื่อตัวแปร input เป็นจำนวนเต็มหรือข้อมูลเชิงการจัด (integers or combinatorial variables)

ส่วนประกอบหลักของปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization problems) ได้แก่

1. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function หรือ fitness function) คือ นิยามหรือสูตรทางคณิตศาสตร์ของค่าที่เราต้องการให้มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด

2. ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables) คือ ตัวแปรที่มีผลต่อค่า Objective function
3. เงื่อนไขบังคับ (Constraints) คือ เงื่อนไขที่จำกัดค่าที่เป็นไปได้ของแต่ละตัวแปรตัดสินใจ

2.1.6 วิธีหาคำตอบแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) และเมตาฮิวริสติก (Metaheuristics)

Heuristics เป็นวิธีการสำหรับการค้นหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) ได้อย่างดีในเวลาที่เหมาะสม ซึ่งจะต่างจากวิธีแม่นยำตรง (Exact methods) ที่ทำตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์แต่มักต้องใช้เวลา นานกว่าและยากกว่า อย่างไรก็ตาม Heuristics มักต้องมีการปรับตัวขั้นตอนวิธีให้เหมาะกับโจทย์ปัญหา ต่อมาจึงมีการพัฒนาขั้นตอนวิธีแนวทางที่เรียกกันว่า เมตาฮิวริสติก (Metaheuristics) เมตาฮิวริสติกเป็นกลุ่มของขั้นตอนวิธี (algorithms) ที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีในโดยใช้เวลาคำนวณที่สมเหตุสมผล และปรับใช้ได้กับปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดหลายรูปแบบได้อย่างสะดวก โดยไม่ผูกอยู่กับโจทย์ปัญหาอย่างในการใช้ฮิวริสติก ทำให้ไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตัวขั้นตอนวิธีเมื่อปัญหาเปลี่ยนไป เมตาฮิวริสติกอาจแบ่งกว้างๆ ออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. Neighborhood-based Algorithms เป็นกลุ่มขั้นตอนวิธีเพื่อค้นหาโดยใช้แนวคิดเรื่องเพื่อนบ้านโดยจะระบุและใช้ผลลัพธ์ของเพื่อนบ้าน มาช่วยในการปรับปรุงและค้นหาคำตอบให้ดีขึ้น
2. Population-based Algorithms เป็นกลุ่มขั้นตอนวิธีที่ทำงานโดยใช้ข้อมูลผลลัพธ์ของสมาชิกตัวแทนคำตอบจำนวนมาก (เรียกว่าประชากร) มักได้แรงบันดาลใจมาจากธรรมชาติ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่
 - 2.1. *Swarm Intelligence* (SI) คือเทคนิคที่มีการอิงจากพฤติกรรมกรเข้าสังคมของสัตว์สายพันธุ์ต่างๆในธรรมชาติ ซึ่ง algorithm จะติดตามการกระทำของสัตว์แต่ละสายพันธุ์ โดย algorithm ที่นิยมใช้ตัวอย่างเช่น Ant Colony Optimization (2006), Particle Swarm Optimization (1995) และ Artificial Bee Colony Optimization (2007)
 - 2.2. *Evolutionary Algorithms* (EA) คือเทคนิคที่อ้างอิงตามทฤษฎีการพัฒนากของสิ่งมีชีวิต โดย algorithm ที่นิยมใช้กันคือ Genetic Algorithm (1957), Genetic Programming (1992), Evolutionary Strategies (1964) และ Differential Evolution (1995)

2.1.7 วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง (Differential Evolution)

Differential Evolution (DE) เป็นวิธีการแนว population-based สำหรับค้นหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยอาศัยการสุ่มและผลต่าง (Difference) ของตำแหน่งของสมาชิกหรือตัวแทนคำตอบในกลุ่มประชากร (Population) โดยจะทำการปรับปรุงผลลัพธ์อย่างวนซ้ำไป

หลายๆ รอบเพื่อให้เข้าใกล้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด DE มีข้อดีหลายอย่าง เช่น สามารถจัดการปัญหาที่เป็นสมการรูปร่างซับซ้อนไม่แน่นอนได้ และสามารถประมวลแบบขนาน (Parallel) ได้ อีกทั้งยังใช้งานง่าย

การทำงานของ DE สามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

1. ขั้นตอนเริ่มต้น (Initialization) เป็นขั้นตอนที่จะสร้างประชากรซึ่งเป็นกลุ่มของตัวแทนของคำตอบ โดย DE จะเรียกแต่ละตัวแทนคำตอบนี้ว่า เวกเตอร์ (Vector) โดยจะสุ่มตำแหน่งเริ่มต้นของแต่ละเวกเตอร์ ก่อนจะนำไปค้นหาคำตอบในขั้นถัดไป
2. ขั้นตอนวิวัฒนาการ (Evolution) เป็นขั้นตอนการวนซ้ำเพื่อปรับตำแหน่งของเวกเตอร์ โดยในแต่ละรอบจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อยได้แก่
 - 2.1. การกลายพันธุ์ (Mutation) คือ การคำนวณหาค่าเวกเตอร์ใหม่ซึ่งเรียกว่าเวกเตอร์กลายพันธุ์โดยใช้เวกเตอร์พ่อแม่จากขั้นตอนเริ่มต้น จากผลต่างของเวกเตอร์จำนวนหนึ่งที่มีค่ามาจากการสุ่มเลือก
 - 2.2. การข้าม (Crossover) คือ การสร้างเวกเตอร์ทดลอง จากเวกเตอร์กลายพันธุ์และเวกเตอร์ที่ได้มาจากการสุ่มหรือเวกเตอร์เป้าหมาย
 - 2.3. การเลือก (Selection) คือ ขั้นตอนการเลือกระหว่างเวกเตอร์ทดลองและเวกเตอร์เป้าหมายว่าอันไหนเหมาะสมกว่ากัน จากนั้นหากเวกเตอร์ทดลองเหมาะสมกว่าเวกเตอร์เป้าหมายจะถูกแทนที่โดยเวกเตอร์ทดลอง แต่หากเวกเตอร์เป้าหมายเหมาะสมกว่าจะไม่เกิดการแทนที่

2.1.8 ชุดข้อมูล (Dataset) (2.1.8)

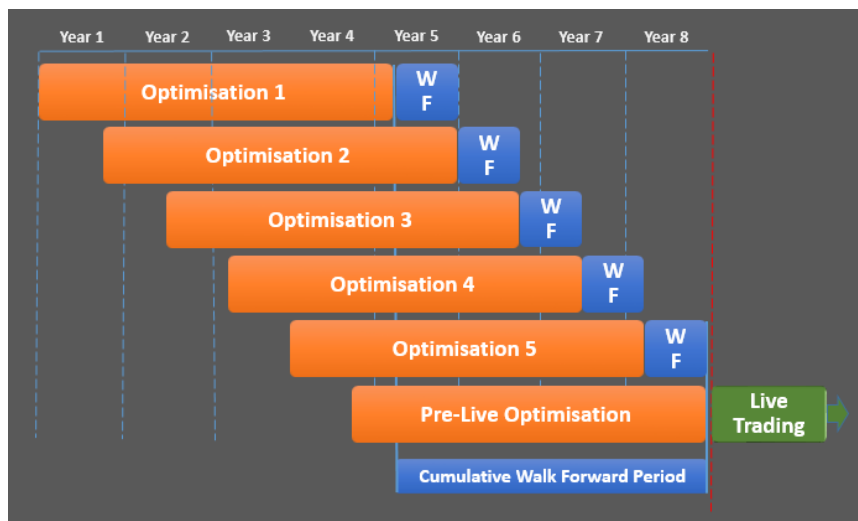
Dataset คือ ข้อมูลต่างๆไม่ว่าจะเป็น ตัวเลข รูปภาพ วิดีโอ เสียง ข้อความ ฯลฯ โดยสามารถแยก ออกมาเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. ชุดข้อมูลฝึกสอน (Training dataset) เป็น dataset สำหรับสร้างโมเดล (model) ให้เรียนรู้
2. ชุดข้อมูลทดสอบ (Test dataset) เป็น dataset ไว้ทดสอบความสามารถในการทำนายของ model

อย่างไรก็ตามการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูลตลาดหุ้นซึ่งเป็นอนุกรมเวลา (Time series) ที่ขึ้นกับพฤติกรรมของนักลงทุนจำนวนมาก จึงมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นอีกหลายประการ ได้แก่

1. ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลามักขึ้นอยู่กับข้อมูลก่อนหน้าด้วย แต่พฤติกรรมมักจะเปลี่ยนไปตามเวลานั่นคือ ตัวแปรหรือเงื่อนไขบางอย่างซึ่งให้ผลตอบแทนที่ดีในช่วงเวลาหนึ่งอาจไม่สามารถใช้งานได้กับอนาคต
2. Overfitting: ซึ่งเกิดจากการพยายาม Optimize ปรับค่า Parameter เพื่อให้เกิดผลตอบแทนที่ดีที่สุด ทั้งที่จริงๆแล้วตัวแปรหรือเงื่อนไขที่ถูกนำมาใช้เหล่านั้นอาจมีค่าบางค่าซึ่งรวมกันแล้วให้ผลลัพธ์ที่ดีเฉพาะในชุดข้อมูลที่ถูกปรับแต่ง แต่กลับไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีในชุดข้อมูลอื่นๆได้

3. Changing Market Structure: ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของตลาด จนมีผลต่อพฤติกรรมของนักลงทุนอย่างสิ้นเชิง เช่น กฎระเบียบข้อบังคับต่างๆ ของทาง ก.ล.ต. เป็นต้น ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมา จึงไม่อาจใช้หลักการพื้นฐานอย่างการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบตรงไปตรงมา วิธีที่เหมาะสมกว่าที่นิยมใช้จึงเป็นการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบแบบก้าวเดินไปข้างหน้า (Walk Forward Optimization) ในการตรวจสอบความเสถียรของตัวแบบ (model) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการตรวจสอบไขว้ (Cross-Validation Technique) การทำ Walk Forward Optimization จะแบ่งข้อมูลออกตามแนวทางในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 Walk Forward Optimization

2.2 ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

1. ใช้การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ด้วยการใช Differential Evolution Algorithm ด้วยภาษาไพธอน โดยจะทดลองโดยใช้ library เช่น SciPy หรือ Pymoo รวมถึงการทดลองเขียน DE ขึ้นเองโดยใช้ library NumPy
2. การสร้างเว็บไซต์แนะนำจุดซื้อจุดขายหุ้นที่สามารถนำเอา Algorithmic Trading มาทดลองใช้กับการซื้อ-ขายหุ้นแบบ Live-trade ด้วยตนเองได้

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- JupyterLab anaconda environment
- Google Colaboratory
- ภาษา Python, HTML, CSS, JavaScript
- Flask Framework ใช้ในการสร้าง Web Application ด้วยภาษาไพธอน
- Ta-Lib (Technical Analysis Library) ซึ่งเป็น library ในภาษาไพธอนสำหรับการคำนวณ Technical indicator
- Cloud computing platforms เช่น Firebase สำหรับทำ Back-end

- PythonAnywhere สำหรับ Web Hosting

2.4 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา

- Input/Output Specification

หน้าจอเริ่มต้นจะแสดงหน้ารายละเอียดเกี่ยวกับโครงการนี้ ต่อมาจะมีปุ่มให้เลือกกระหว่าง Log In กับ Sign up ถ้ายังไม่มีบัญชี ให้ทำการสร้างบัญชีโดยให้กดปุ่ม Sign Up และให้ใส่อีเมลและรหัสผ่านสองครั้ง เพื่อสร้างบัญชี

Input: อีเมลและรหัสผ่านของผู้ใช้งาน

Process: สร้างบัญชีผู้ใช้งาน

Output: ได้บัญชีผู้ใช้งาน

ถ้ายังมีบัญชีแล้ว ให้ทำการเข้าสู่ระบบโดยให้กดปุ่ม Log In และให้ใส่อีเมลและรหัสผ่าน

Input: อีเมลและรหัสผ่านของผู้ใช้งาน

Process: ตรวจสอบรหัสผ่านและอีเมลของผู้ใช้งาน

Output: เข้าสู่ระบบ

เมื่อสุ้เข้าหน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง

ถ้าต้องการดูประสิทธิภาพของของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ

Input: ชื่อตลาดและตัวย่อของหุ้น

Process: คำนวนจุดซื้อขายของหุ้นนั้น

Output: แสดงจุดซื้อขายของหุ้นนั้นและผลตอบแทน

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค

Input: กดปุ่ม Live Trade

Process: เปลี่ยนหน้า

Output: แสดงหน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

Input: กดปุ่ม Portfolio
Process: เปลี่ยนหน้า
Output: แสดงหน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

เมื่อผู้เข้าหน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค

ถ้าต้องการดูสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิคของหุ้น

Input: ชื่อตลาดและตัวย่อของหุ้น
Process: คำนวณสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิคของหุ้นนั้น
Output: แสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธี
วิวัฒนาการผลต่าง

Input: กดปุ่ม Research
Process: เปลี่ยนหน้า
Output: แสดงหน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธี
วิวัฒนาการ ผลต่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

Input: กดปุ่ม Portfolio
Process: เปลี่ยนหน้า
Output: แสดงหน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

เมื่อผู้เข้าหน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

ถ้าต้องการซื้อขายหุ้น

Input: ชื่อตลาดและตัวย่อของหุ้น ปริมาณ ซื้อ/ขาย
Process: คำนวณราคา
Output: เพิ่ม/ลดจำนวนหุ้นในบัญชี เพิ่ม/ลดเงินในบัญชี

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธี
วิวัฒนาการผลต่าง

Input: กดปุ่ม Research

Process: เปลี่ยนหน้า

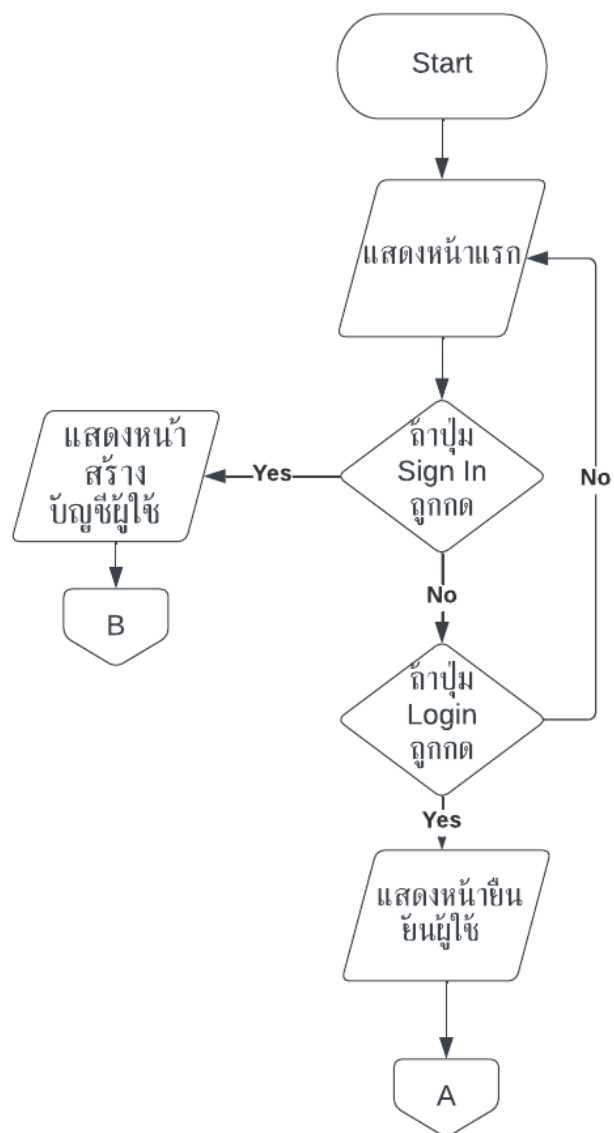
Output: แสดงหน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธี
วิวัฒนาการ ผลต่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค

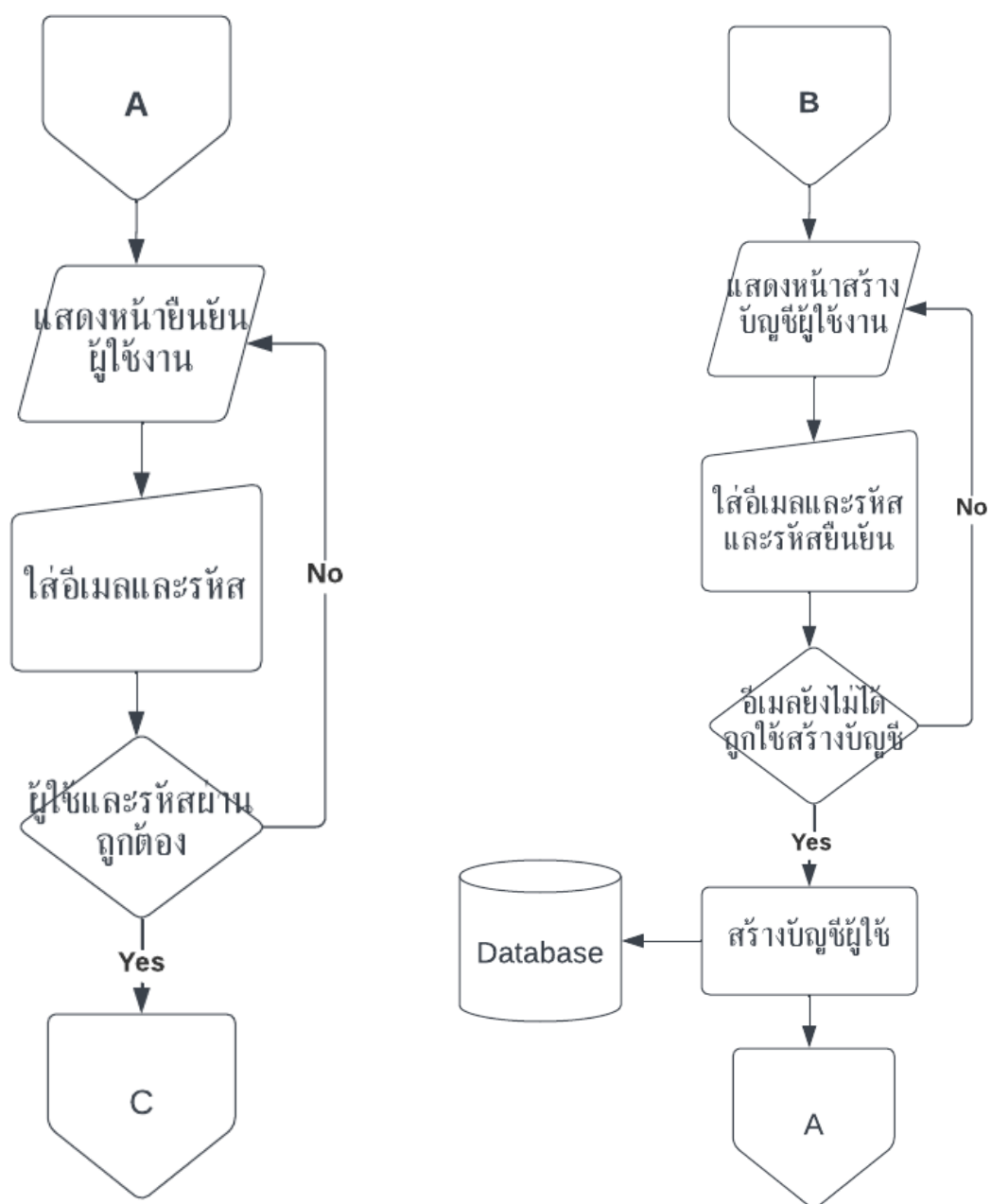
Input: กดปุ่ม Live Trade

Process: เปลี่ยนหน้า

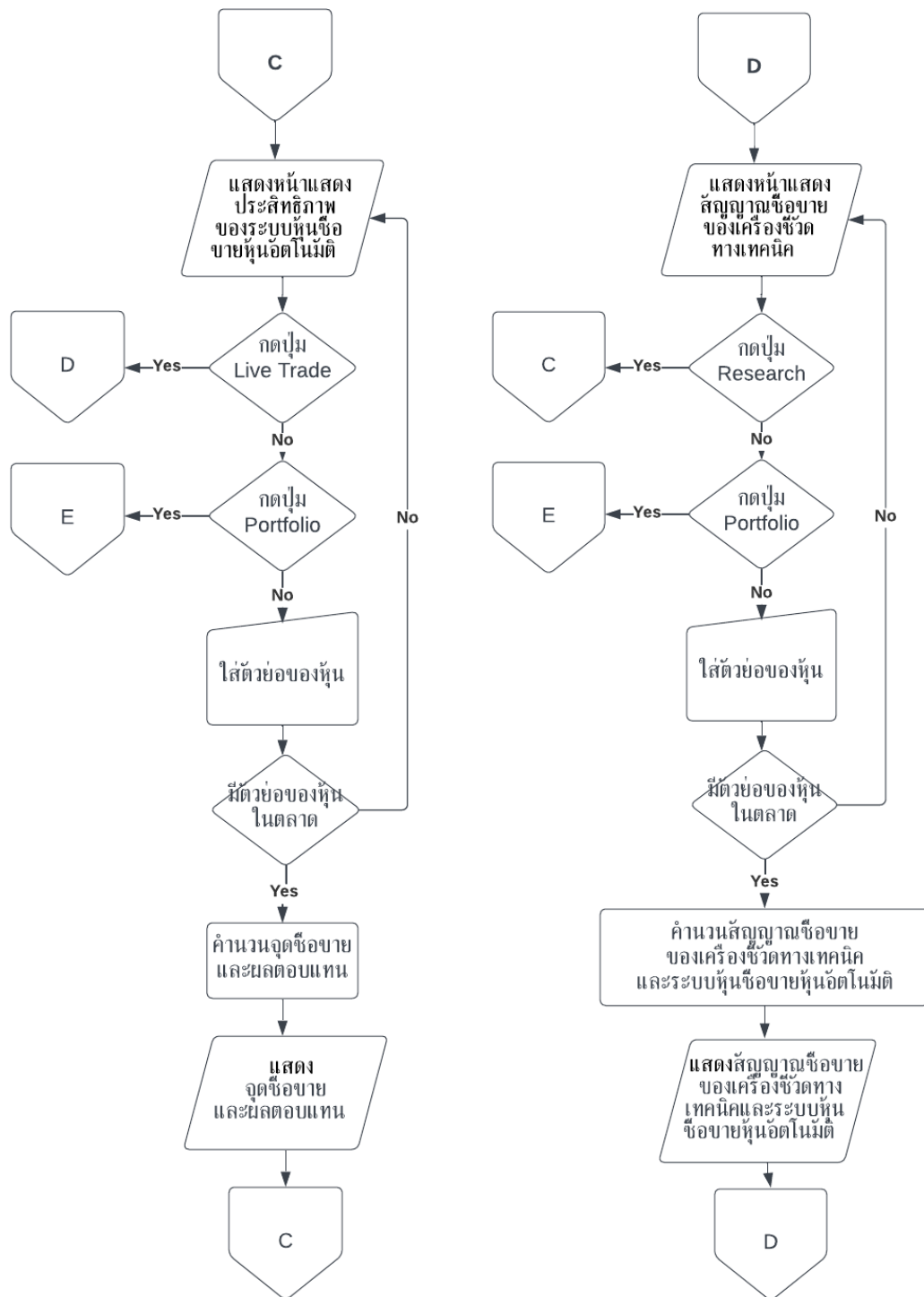
Output: แสดงหน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค



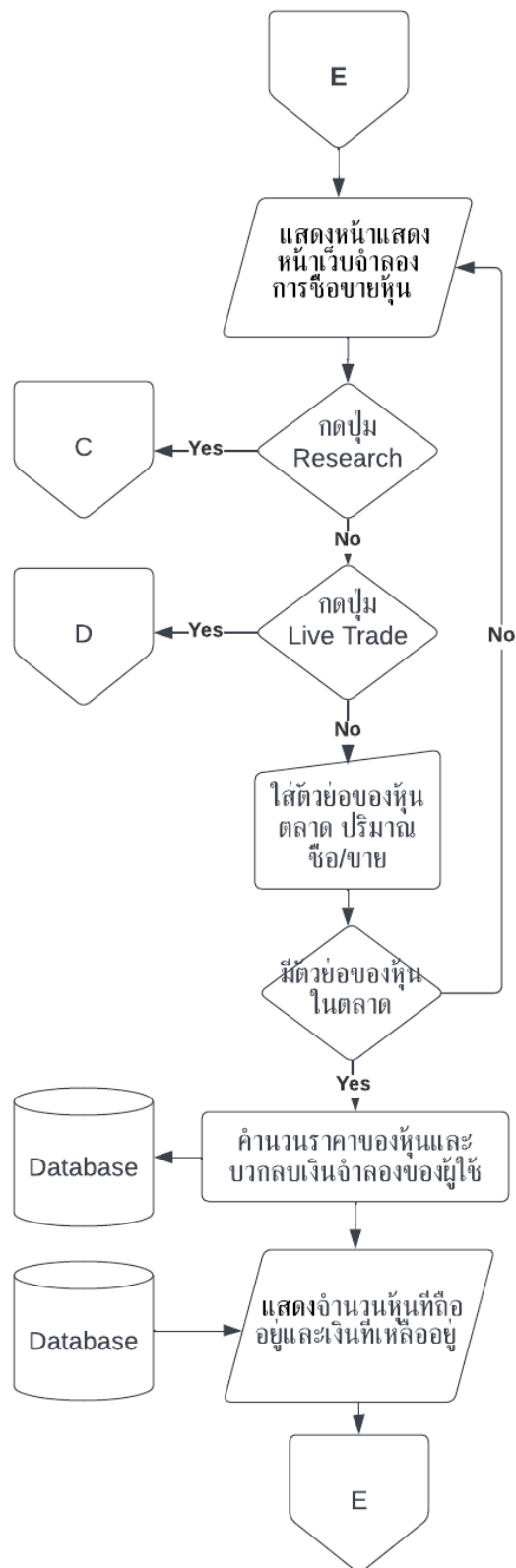
รูปที่ 2.2 Flowchart แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2.3 Flowchart แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2.4 Flowchart แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2.5 Flowchart แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรม

- **Functional Specification**

1) หลังจากได้รับชื่อหุ้นที่ผู้ใช้งานต้องการตัวโปรแกรมจะนำข้อมูลจาก TA-Lib (Technical Analysis library) เพื่อให้ได้ค่าของ Technical indicators ต่างๆ โดยที่เลือกใช้ Technical indicators ทั้งหมด 18 ตัว ได้แก่

1. Moving Average (MA) เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่โดยที่คำนวณค่าเฉลี่ยของราคาหุ้นโดยใช้ข้อมูลของราคาหุ้นย้อนหลังตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ [10,21]
2. Simple moving average (SMA) เป็นอินดิเคเตอร์ที่จะเป็นตัวบ่งบอกว่า ณ ราคากำลังมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าราคาเฉลี่ยย้อนหลัง ซึ่งการเฉลี่ยย้อนหลังจะมากเท่าไรสามารถกำหนดได้ [4,26]
3. Moving Average Convergence Divergence (MACD) เป็นค่าเฉลี่ยของค่าผลต่างของค่า MA สองค่าที่ต่างกันโดยที่ปกติจะใช้ค่า MA12 และ MA26 มาลบกัน [1,26]
4. Average Directional Movement Index (ADX) เป็นอินดิเคเตอร์ที่ใช้บอกความแข็งแกร่งของแนวโน้มไม่ว่าหุ้นจะเป็น Sideway หรือมีเทรนด์ ADX จะบอกความแข็งแกร่งได้ และสามารถบอกแนวโน้มได้ด้วย [1,26]
5. Stochastic Oscillator (STO) เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับใช้ดูการเคลื่อนไหวของราคา ใช้วัดค่าความแกว่งตัวขึ้นหรือลงของราคาว่าขึ้นผิดปกติหรือลงผิดปกติ [1,26]
6. Relative Strength Index (RSI) เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับวัดการแกว่งตัวของราคาว่ามีภาวะการซื้อมากเกินไป (Overbought) หรือ การขายมากเกินไป (Oversold) โดยมีค่าตั้งแต่ 0-100 [1,22,26]
7. Commodity Channel Index (CCI) เป็นอินดิเคเตอร์ใช้ประเมินทิศทาง และ ความแข็งแกร่งของแนวโน้มราคาในปัจจุบันเทียบกับราคาเฉลี่ยในอดีต เพื่อใช้ดูว่าราคาอยู่ในภาวะขายมากเกินไป (Oversold) หรือ ภาวะซื้อมากเกินไป (Overbought) [1,26]
8. Bollinger Band (BB) เป็นอินดิเคเตอร์ใช้บอกความผันผวนของราคาในช่วงเวลาหนึ่ง [1]
9. William %R เป็นอินดิเคเตอร์ประเภทโมเมนตัมในการซื้อขาย มีค่าระหว่าง 0 และ -100 บอกว่ามีแรงซื้อมากเกินไปหรือแรงขายมากเกินไป [12]
10. On Balance Volume (OBV) เป็นอินดิเคเตอร์ประเภทโมเมนตัมที่ใช้การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรในการทำนายราคา [5]
11. Average True Range (ATR) เป็นอินดิเคเตอร์ทางเทคนิคตัวหนึ่ง ซึ่งใช้วัดระดับความผันผวนของราคา [1,2,13]
12. Rate of Change (ROC) เป็นอินดิเคเตอร์ประเภทโมเมนตัมที่ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของราคาของราคาปัจจุบันกับราคาในช่วงเวลาก่อนหน้า ใช้บอกแนวโน้มของราคา [11]
13. Aroon เป็นอินดิเคเตอร์ทางเทคนิคที่บอกถึงแนวโน้มของราคาหุ้นในช่วงนั้นๆ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อวัดจำนวนช่วงเวลาที่ได้ผ่านไป ตั้งแต่ราคามีการทำราคาสูงหรือต่ำในช่วงเวลานั้นๆ

14. CDC Action Zone เป็นเครื่องมือทางเทคนิคที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย 2 เส้นได้แก่ เส้นค่าเฉลี่ย EMA 12 วัน, เส้นค่าเฉลี่ย EMA 26 วัน มาใช้เพื่อกำหนดสัญญาณการซื้อขายตามแนวโน้มที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น

15. PSAR มาจาก parabolic stop และ reverse เป็นตัวชี้วัดที่ช่วยบอกระดับ Stop loss และแจ้งหาการกลับตัวของราคาในจังหวะที่ตลาดกำลังมีการเปลี่ยนแปลงเทรนด์ โดยตัว PSAR จะถูกสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งจากสูตรการคำนวณเฉพาะ Indicator ตัวนี้จะแสดงรูปแบบโค้งบนกราฟราคา ซึ่งอธิบายถึงระดับหยุดและย้อนกลับที่เป็นไปได้ [1,26]

16. Renko chart เป็นรูปแบบกราฟที่จะตัดเรื่อง “เวลา” ออกไป และไปโฟกัสที่การเปลี่ยนแปลงของราคาเพียงอย่างเดียว เพื่อลดสัญญาณหลอกจากการซื้อขาย

17. Volume profile เป็น Indicator ที่แสดง Volume แนวนอน ทำให้สะดวกในการมองภาพรวมว่ามีปริมาณซื้อขายเท่าไร ในแต่ละระดับราคา ซึ่งเราสามารถค้นหาแนวรับ-แนวต้าน หรือจุดที่มีนัยยะสำคัญได้

18. Value Weighted Average Price (VWAP) คือ Indicator ที่แสดงราคาเฉลี่ย โดยใช้ราคาจริงของสินทรัพย์มาคำนวณกับปริมาณการซื้อขาย ลักษณะคล้ายกับเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เหมาะกับการใช้ในระยะสั้นๆ

จากนั้นตัวโปรแกรมจะนำค่าที่มีนัยสำคัญกับการลงทุนไปแสดงใน website และนำค่าเหล่านั้นไปคำนวณ Trading signal เพื่อพัฒนาเป็นระบบเทรดหุ่นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างดังข้อต่อไป

2) ระบบเทรดหุ่นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างจะถูกนำไปอยู่ในเว็บไซต์ โดยอาศัยหลักการการใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายตัวพร้อมๆ กัน โดยการถ่วงน้ำหนัก (Weights) ในการเชื่อมคำแนะนำที่ได้จากแต่ละตัวชี้วัดเหล่านั้น แต่การกำหนดน้ำหนักก็กลายเป็นปัญหาถัดไป ว่าควรจะถ่วงน้ำหนักให้แต่ละตัวชี้วัดเท่าใด การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักนี้ขึ้นอยู่กับหุ่นแต่ละตัวและเปลี่ยนไปตามเวลาอีกด้วย ดังนั้นทางออกคือการใช้การหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) มาช่วยกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเหล่านั้นสำหรับหุ่นแต่ละตัวในแต่ละเวลาที่กำลังพิจารณา

ด้วยเหตุนี้ค่า $Decision_d$ ซึ่งเป็นสัญญาณการซื้อขายทั้งหมด ณ เวลานั้นใน time frame day มาถ่วงน้ำหนักและเฉลี่ยรวมกันนิยามว่าเป็นค่า $Decision_d$ ซึ่งค่าสำหรับการตัดสินใจซื้อขายและนิยามค่า t_d เป็นค่าเกณฑ์การซื้อขายซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความถี่ของการซื้อขายที่ต้องการ ซึ่งเป็น 2 ค่าที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อขายของ ATS จึงถูกสร้างขึ้นเพื่อถ่วงน้ำหนักให้แต่ละตัวชี้วัดให้เหมาะสมกล่าวคือได้รับผลตอบแทนสูงสุดในช่วงๆ หนึ่ง ด้วยการใช้ Differential Evolution จากนั้นก็นำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการซื้อขายในช่วงถัดไป โดยเราจะคำนวณค่าตัดสินใจซื้อขายได้จากสมการต่อไปนี้ โดย w_n คือค่าถ่วงน้ำหนักของ Trading signal ตัวที่ n และ S_n คือสัญญาณการซื้อขายของ Trading signal ตัวที่ n [29]

$$Decision_d = \frac{w_1s_1 + w_2s_2 + \dots + w_ns_n}{\sum_i^n w_i}$$

โดยกำหนดเงินทุนสำหรับแต่ละหุ้นเริ่มต้นจำนวน 100,000 บาทและระยะเวลาไว้ และกฎเกณฑ์ในการซื้อขายหุ้นดังกล่าวดังนี้

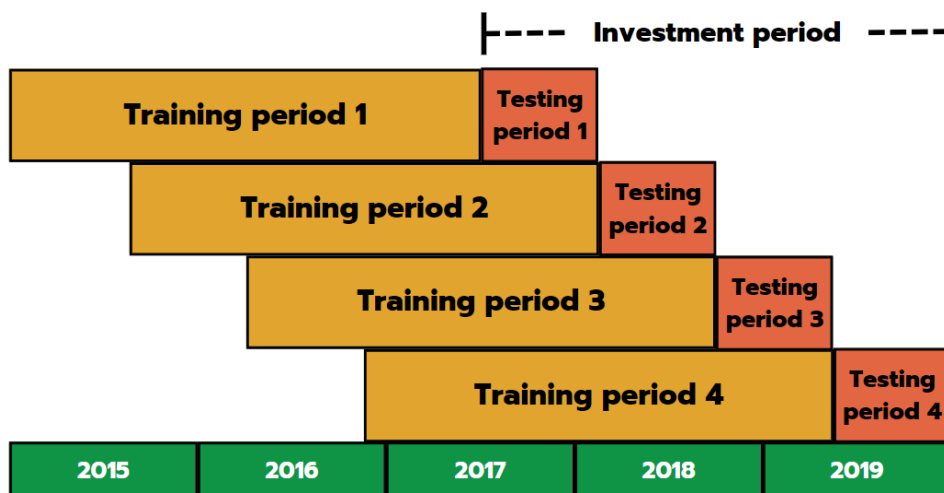
กรณีที่ 1 ถ้าหากพบว่าค่า $Decision_d$ ที่ได้มากกว่า t_d จะตัดสินใจซื้อ (buy)

กรณีที่ 2 ถ้าหากค่า $Decision_d$ มาที่ได้น้อยกว่า $-t_d$ จะตัดสินใจขาย (sell)

กรณีที่ 3 ถ้าไม่เข้าทั้งสองกรณีจะอยู่เฉยๆ (hold)

อย่างไรก็ตามการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูลตลาดหุ้นซึ่งเป็นอนุกรมเวลา (Time series) ที่ขึ้นกับพฤติกรรมของนักลงทุนจำนวนมาก จึงมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นอีกหลายประการ ดังที่กล่าวไปในหัวข้อ 2.1.8

ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมา จึงไม่อาจใช้หลักการพื้นฐานอย่างการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบตรงไปตรงมา วิธีที่เหมาะสมกว่าที่นิยมใช้จึงเป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบแบบก้าวเดินไปข้างหน้า (Walk Forward Optimization) ในการตรวจสอบความเสถียรของตัวแบบ (model) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการตรวจสอบไขว้ (Cross-Validation Technique) การทำ Walk Forward Optimization จะแบ่งข้อมูลออกตามรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.6 Walk Forward Optimization

ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะขั้นตอนที่จะนำสัญญาณการซื้อขาย ทั้ง 14 สัญญาณที่ได้มาจากขั้นตอนที่แล้วเลือกมา 10 สัญญาณเพื่อมาถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากการใช้ Technical indicator เพียงตัวเดียวมีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ ส่วนใหญ่นักลงทุนจึงเลือกที่จะใช้หลายๆ Technical indicator พร้อมกัน

ซึ่งก็ยากที่จะหาชุดของ Technical indicator ที่ใช้ร่วมกันแล้วได้กำไรจากการลงทุนสูงสุด โครงการนี้จึงใช้ Technical indicator หลายๆตัว โดยให้น้ำหนักสัญญาณแต่ละตัว [29] เพื่อหาค่าตัดสินใจซื้อ-ขายที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด โดยใช้วิธี Optimization ด้วย Differential Evolution algorithm [28] เพื่อคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักตัว

การจำลองการซื้อขายหุ้นซึ่ง Differential Evolution algorithm ที่ใช้นั้นมีการปรับการตั้งค่าให้เหมาะสมกับปัญหาจากค่าเริ่มต้นใน SciPy ดังนี้

```
differential_evolution(func, bounds, constraints=(nlc), maxiter=3000, popsize=60, recombination=0.8)
```

รูปที่ 2.7 การตั้งค่าของการ Optimization ด้วย Differential Evolution ใน SciPy

เมื่อ

func คือค่าของฟังก์ชันที่ต้องการให้มีค่าต่ำที่สุด

bounds คือขอบเขตของตัวแปรของขั้นตอนวิธี มีค่าเป็นช่วง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด)

constraints คือข้อจำกัดของตัวแปรในขั้นตอนวิธี

maxiter คือจำนวนรุ่น (generation) ที่ประชากร (population) จะทำการวิวัฒนาการขั้นตอนวิธี

popsize คือประชากรเริ่มต้นของขั้นตอนวิธี

recombination คือค่าความน่าจะเป็นในการเลือกเวกเตอร์รุ่นต่อไปของขั้นตอนวิธี

3) ระบบพอร์ตหุ้นจำลองภายในซอฟต์แวร์ Algotrade-X เป็นระบบที่เปิดให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาทดลองเล่นหุ้นได้ โดยที่จำลองให้ผู้ใช้งานบัญชีนั้นมีเงินจำลองจำนวน 10,000,000 บาท โดยที่จะสามารถซื้อหุ้นได้จากตลาดสหรัฐและตลาดไทย เมื่อผู้ใช้จะทำการซื้อขายนั้น ผู้ใช้จะต้องป้อนชื่อตัวย่อหุ้นและเลือกกว่าเป็นตลาดสหรัฐหรือตลาดไทยและปริมาณที่ซื้อขาย และให้ผู้ใช้ยืนยันการซื้อขาย

● โครงสร้างของซอฟต์แวร์

1. ระบบจะนำเข้าข้อมูลของตลาดหุ้นไทยและสหรัฐมาจาก yahoo finance
2. ระบบจะคำนวณเพื่อสร้างสัญญาณซื้อ-ขาย (Trading Signal) ต่างๆ มาจาก Technical Indicators ต่างๆ ที่ใช้ชี้วัดหุ้นในแต่ละวัน
3. การนำค่า weight จากการ optimization มาตัดสินใจในแต่ละวันว่าในวันๆ นั้นควรจะซื้อ-ขาย หรืออยู่เฉยๆ
4. ระบบจะแสดงว่าค่าสัญญาณซื้อ-ขาย (Trading Signal) ต่างๆ มาจาก Technical Indicators ต่างๆ ที่ใช้ชี้วัดหุ้นในแต่ละวัน
5. ระบบจะทำการส่งคำสั่งการซื้อขายที่ผู้ใช้ป้อนใส่โปรแกรมไปยังระบบพอร์ตหุ้นจำลอง

2.5 ขอบเขตและข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา

- ในระบบพอร์ตหุ้นจำลองนั้นผู้ใช้งานไม่สามารถตั้งราคาหุ้นซื้อขายด้วยตนเองได้ ต้องอิงราคาปัจจุบันล่าสุดของหุ้นที่จะซื้อขาย
- ผู้ใช้งานไม่สามารถตั้งช่วงเวลาที่จำลองการซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างได้
- ในระบบซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างนั้นสามารถซื้อขายได้ใน timeframe day เท่านั้น
- ตัวเว็บไซต์นั้นสามารถเข้าถึงได้เพียงอุปกรณ์ที่มีจอขนาดกว้างเช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ ไอแพดเท่านั้นที่จะสามารถเห็นตัวหน้าเว็บไซต์แบบเต็มๆได้

3. กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

เหมาะสำหรับผู้สนใจด้านการลงทุนทั่วไปสำหรับช่วยตัดสินใจในการลงทุน ไม่ว่าจะเป็นนักลงทุนมือใหม่ (เป็นตัวช่วยในการเรียนรู้เรื่อง Technical analysis) รวมถึงนักลงทุนที่มีประสบการณ์ก็สามารถใช้ website เพื่อประกอบการตัดสินใจได้

4. ผลของการทดสอบโปรแกรม

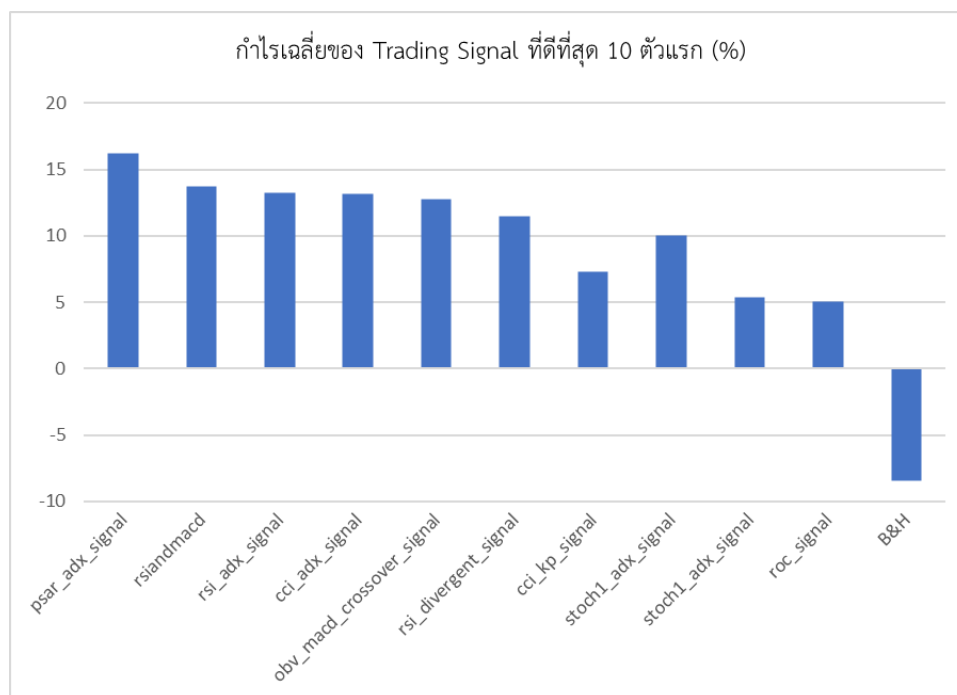
4.1. ผลจากการสร้างสรรค์ Trading signal

เนื่องจาก Technical indicator บางตัวไม่เหมาะกับการมาสร้างสัญญาณซื้อขายโดยตรง อย่างเช่น ADX เป็น indicator ที่บอกความผันผวนกล่าวคือไม่ได้มีคุณสมบัติที่บอกถึงจุดซื้อขายโดยตรง โครงการเราจึงแก้ปัญหานี้โดยการสร้างสัญญาณการซื้อขายของหุ้น (Trading Signal) ที่เหมาะสมจากการนำตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicator) หลายตัวรวมกับการใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคเพียงตัวเดียว จากนั้นนำไปทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพด้วยการจำลองซื้อขายหุ้นที่หลากหลายทั้งหมด 60 หุ้น โดยผู้พัฒนาได้ปรับแต่ง Technical Indicators ทั้งหมดสามารถสร้าง Trading signal มาได้ทั้งสิ้น 61 สัญญาณ โดยมีสัญญาณการซื้อขายของหุ้นที่ดีที่สุดมา 10 สัญญาณมีหลักการสร้างดังนี้

- 1) สัญญาณ PSAR_ADX ถ้าหาก PSAR เกิดการกลับตัวจากแนวโน้มขาลงเป็นแนวโน้มขาขึ้น และ ADX มีค่ามากกว่า 25 โดยที่ ADX วันนี้มีค่าน้อยกว่าวันก่อนหน้า ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหาก PSAR เกิดการกลับตัวจากแนวโน้มขาขึ้นเป็นแนวโน้มขาลงเป็นวันแรกและ ADX มีค่ามากกว่า 40 โดยที่ ADX วันนี้มีค่าน้อยกว่าวันก่อนหน้า ให้ค่าเป็น -1 ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 2) สัญญาณ RSI_MACD ถ้าหากค่า MACD เป็นบวกและค่า RSI น้อยกว่า 35 โดยที่ค่า RSI วันนี้มีค่ามากกว่าวันก่อนหน้า ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากค่า MACD เป็นลบและค่า RSI มากกว่า 65 โดยที่ค่า RSI วันนี้มีค่าน้อยกว่าค่าของวันก่อนหน้าให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0

- 3) สัญญาณ RSI_ADX ถ้าหากค่า RSI มากกว่า 35 และค่า ADX มีค่ามากกว่า 25 โดยที่ค่า RSI วันก่อนหน้านี้น้อยกว่า 35 ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากค่า RSI มากกว่า 65 และ ADX มีค่ามากกว่า 25 โดยที่ ADX วันนี้มีค่าน้อยกว่าวันก่อนหน้า ให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 4) สัญญาณ CCI_ADX ถ้าหากค่า CCI มีค่ามากกว่า -100 และค่า ADX มากกว่า 40 ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหาก CCI มีค่าน้อยกว่า 100 และค่า ADX มากกว่า 40 ให้ค่าเป็น -1 ไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 5) สัญญาณ OBV_MACD ถ้าหากค่า OBV มากกว่า 0.3 และค่า MACD อยู่เหนือ signal line 5 วันติดต่อกันให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากค่า OBV น้อยกว่า 0.3 และค่า MACD อยู่ใต้ signal line 5 วันติดต่อกันให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 6) สัญญาณ RSI Divergent ถ้าหากราคาปิดในช่วงๆ หนึ่งเพิ่มขึ้นแต่ค่า RSI ลดลงจะให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากราคาปิดยังคงลดลงแต่ค่า RSI ลดลงจะให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 7) สัญญาณ CCI ถ้าหากค่า CCI ก่อนหน้ามากกว่า Lower Band และค่า CCI ตอนนี้อยู่ต่ำกว่า Lower Band ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากค่า CCI ก่อนหน้านี้น้อยกว่า Upper Band และค่า CCI ตอนนี้อยู่มากกว่า Upper Band ให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0 [28]
- 8) สัญญาณ STOCH_ADX ถ้าหากค่า STOCH ของเส้น %k มีค่าน้อยกว่า 20 พร้อมทั้งตัดเส้นของ %d ขึ้นและค่า ADX มากกว่า 35 ให้ค่าเป็น 1 และค่า STOCH ของเส้น %k มีค่ามากกว่า 80 พร้อมทั้งตัดเส้นของ %d ลงและค่า ADX มากกว่า 35 ให้ค่าเป็น -1 ไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0
- 9) สัญญาณ BB ถ้าหากราคาเปิดก่อนหน้ามากกว่าค่า BB และราคาเปิดตอนนี้ต่ำกว่า BB ให้ค่าเป็น 1 และถ้าหากราคาเปิดก่อนหน้านี้น้อยกว่า BB และราคาเปิดตอนนี้มากกว่า BB ให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0 [28]
- 10) สัญญาณ ROC ถ้าค่าที่อ่านได้สูงกว่า 0 ให้ค่าเป็น 1 และถ้าค่าที่อ่านได้ลดลงต่ำกว่า 0 ให้ค่าเป็น -1 แต่ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีให้เป็น 0 [11]

โดยได้ผลกำไรเฉลี่ยของ trading signal ทุกตัวดังนี้



รูปที่ 4.1 ผลกำไรเฉลี่ยของ trading signal ที่ดีที่สุด 10 ตัวแรก

4.2. ผลจากการ Optimization

ชื่อหุ้นที่ทดลอง	% กำไรเฉลี่ย (ช่วงทดลอง)			% กำไรเฉลี่ย (ช่วงทดสอบ)		
	Buy-and-Hold	Trading Signal ตัวที่ดีที่สุด (PSAR_ADX)	ATS	Buy-and-Hold	Trading Signal ตัวที่ดีที่สุด (PSAR_ADX)	ATS
BTS	31.06	12.93	23.35	14.22	26.75	33.27
SCC	-1.35	17.84	37.44	-0.94	13.19	5.33
CPALL	61.74	56.79	148.1	-6.78	-16.75	10.75
MINT	18.38	21.50	34.75	-22.53	-6.92	5.44
FORTH	9.23	33.86	46.26	98.57	66.97	92.25
KBANK	-10.24	4.95	71.56	-6.88	15.91	19.89

CPF	27.60	28.86	55.71	3.37	8.27	12.16
BDMS	22.53	18.39	88.73	-3.53	-7.15	1.92
JASIF	-6.09	9.07	49.24	-0.17	6.64	7.46
HANA	14.14	98.57	183.8	66.66	41.15	60.19
เฉลี่ยทุกหุ้น	16.7	31.28	73.9	14.2	16.06	24.87

ตารางที่ 4.1 กำไรเฉลี่ยของหุ้นไทยในแต่ละกลยุทธ์การซื้อขาย

ชื่อหุ้นที่ ทดลอง	% กำไรเฉลี่ย (ช่วงทดลอง)			% กำไรเฉลี่ย (ช่วงทดสอบ)		
	Buy-and-Hold	Trading Signal ตัวที่ดีที่สุด (PSAR_ADX)	ATS	Buy-and-Hold	Trading Signal ตัวที่ดีที่สุด (PSAR_ADX)	ATS
AAPL	70.67	59.42	114.8	35.23	8.25	25.04
AMP	35.79	54.22	70.34	8.45	-3.18	9.63
BA	142.70	36.60	149.07	27.23	1.78	15.76
COP	34.92	7.31	57.55	7.85	17.82	14.57
DIS	20.51	-6.30	47.10	9.07	4.53	8.66
FDX	30.2	20.15	54.54	-7.07	-6.71	2.17
MCD	67.09	42.24	57.33	12.70	1.70	0.84

OXY	2.96	-3.83	23.46	-6.88	12.91	1.71
TSLA	35.24	5.32	70.56	15.25	-11.36	22.09
XOM	3.59	-2.08	17.02	-0.41	5.75	7.78
เฉลี่ยทุกหุ้น	44.37	21.31	66.18	10.14	3.15	10.86

ตารางที่ 4.2 กำไรเฉลี่ยของหุ้นสหรัฐในแต่ละกลยุทธ์การซื้อขาย

จากผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าทางฝั่งของหุ้นไทย ในช่วงทดสอบ ATS สามารถสร้างผลกำไรได้สูงกว่ากลยุทธ์การซื้อขายและถือหุ้นถึง 8 ใน 10 ตัว ขณะเดียวกันกับหุ้นสหรัฐในช่วงทดสอบ ATS สามารถสร้างกำไรได้มากกว่ากลยุทธ์การซื้อขายและถือหุ้น 7 ตัวจาก 10 ตัว

ผู้วิจัยพบอีกว่า ATS มักซื้อขายหุ้นถี่เกินไปในช่วงที่หุ้นนั้นอยู่ในแนวโน้มขาขึ้นที่แข็งแกร่ง ทำให้การใช้กลยุทธ์การซื้อขายและถือหุ้นอาจได้ผลลัพธ์ที่ต่ำกว่าในหุ้นที่ราคาขึ้นอย่างต่อเนื่อง กลับกันหากเป็นหุ้นที่มีแนวโน้มขาลงอย่างเช่น COP และ FDX กลยุทธ์ ATS จะสามารถสร้างผลกำไรได้มากกว่ากลยุทธ์การซื้อขายและถืออย่างชัดเจน

ต่อมาผู้วิจัยได้นำ ATS ไปเปรียบเทียบกับการใช้สัญญาณการซื้อขายตัวเดียวโดยเลือกสัญญาณ PSAR_ADX เป็นสัญญาณที่สามารถสร้างกำไรเฉลี่ยสูงสุดในช่วงทั้งหุ้นไทยและสหรัฐแต่อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองในช่วงทดลองสัญญาณตัวเดียวทำกำไรได้น้อยกว่า ATS ทั้งหมดทั้งหุ้นไทยและอเมริกา และในช่วงทดสอบการใช้สัญญาณตัวเดียว ในหุ้นไทยในการทดลองก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองโดยใช้สัญญาณ PSAR_ADX สัญญาณเดียว สามารถสร้างกำไรได้มากกว่า ATS เพียง 1 ใน 10 หุ้นไทย และ 2 ใน 10 หุ้นในสหรัฐ แสดงให้เห็นว่า ATS ที่นำสัญญาณ 10 สัญญาณไปใส่ใน algorithm นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สัญญาณตัวเดียวแม้ว่าจะเป็นสัญญาณนั้นจะเป็นสัญญาณที่มีความแม่นยำที่สุดก็ตาม

4.3. ผลจากการสร้างเว็บไซต์

จากการสร้างเว็บไซต์ Algotrade-X โดยใช้ Framework Flask นั้น สามารถเว็บไซต์ออกมาได้ มีฟังก์ชันใหญ่ๆ 3 ฟังก์ชันได้แก่

1. ระบบจำลองการซื้อขายโดยระบบซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง โดยในหน้าจำลองการซื้อขายนั้นจะแสดงจุดที่ระบบนั้นทำการซื้อขายและผลตอบแทนที่ได้

2. ระบบแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิคและสัญญาณที่ได้จากระบบซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ โดยในหน้าเว็บจะแสดงค่าสัญญาณและสัญญาณว่าซื้อหรือขายหรือให้ถือหุ้นนั้นต่อไป
3. ระบบพอร์ตหุ้นจำลอง จะให้ผู้ใช้งานนั้นสามารถซื้อขายหุ้นด้วยเงินจำลองได้

5. ปัญหาและอุปสรรค

5.1) การจำลองซื้อขายหุ้นไม่สมจริง

เนื่องจากความถี่ของราคาหุ้นที่นำเข้ามาเป็นแบบ timeframe day ทำให้การใช้ราคาปิดในการคำนวณอาจไม่ได้สะท้อนถึงราคาที่ซื้อได้จริงในตลาด ณ เวลานั้นๆ ซึ่งเป็นเพราะราคาหุ้นในตลาดหลักทรัพย์นั้นขยับไปมาอยู่ตลอดเวลา ผู้พัฒนาจึงเปลี่ยนการคำนวณมูลค่าหุ้นในโปรแกรม Optimization โดยเปลี่ยนจากการใช้ close price เป็น adjusted close price ซึ่งราคาที่ปรับจากราคาปิด โดยจะคำนวณจากการจ่ายปันผล (Dividend) การแตกหุ้น (Split stock) และรวมถึงเหตุการณ์อื่นๆ ที่เป็น Corporate Action ซึ่งจะเกิดเมื่อบริษัทจดทะเบียนดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อหุ้นสามัญของบริษัทจดทะเบียนดังกล่าว ดังนั้นการนำ adjusted close price มาคำนวณแทน close price จะทำให้ตัวโปรแกรมสามารถคำนวณผลตอบแทนได้แม่นยำและสมจริงมากขึ้นโดยเฉพาะช่วงที่เกิด Corporate Action ต่างๆ

เนื่องจากการใช้ Trading signal ถือเป็นการพยายามเพิ่มส่วนต่างราคา (profit margin) ในการเล่นหุ้นครั้งนั้น การใช้ ATS จะทำให้เกิดการซื้อขายที่มากขึ้นหากเทียบกับกลยุทธ์แบบซื้อถือระยะยาว (Buy and Hold) การคิดค่า commission จึงจำเป็นเพื่อให้การจำลองซื้อขายหุ้นนั้นสมจริงมากขึ้น ผู้พัฒนาจึงได้เพิ่มการคิดค่า commission ในการซื้อขายหุ้น กล่าวคือทุกๆ ครั้งที่ทำการซื้อหรือขายตัวโปรแกรม จะหักเงินที่ใช้ในการทดลองไป 0.2 % ซึ่งมีค่าพอกๆ กับค่า commission จริงที่ใช้ซื้อขายหากซื้อขายกับ broker ในประเทศไทย

5.2 หุ้นที่ใช้ทดลองไม่หลากหลาย

ปัญหานี้เกิดจากการที่การหาค่าเหมาะสมที่สุดรอบหนึ่งนั้นใช้เวลาพอสมควรทำให้ไม่สามารถทดลองกับหุ้นทั้งหมดในตลาดหลักทรัพย์ได้ โดยเฉพาะเมื่อใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบแบบก้าวเดินไปข้างหน้า (Walk Forward Optimization) ดังหัวข้อ 2.1.8 จะเพิ่มเวลาในการหาค่าเหมาะสมที่สุดของ Differential Evolution เป็นทวีคูณ อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคนี้ก็มีข้อดีที่ทำให้ algorithm ได้พิสูจน์ในสภาพตลาดที่หลากหลาย ต่อมาผู้พัฒนาได้เล็งเห็นปัญหานี้ จึงพยายามแก้ปัญหานี้โดยการ

เลือกหุ้นที่มาจากอุตสาหกรรมที่หลากหลายเพื่อทดแทนการหาค่าเหมาะสมที่สุดกับทุกหุ้น โดยมีการทดลองกับหุ้นทั้งในตลาดหลักทรัพย์ไทยและสหรัฐรวมทั้งหมดมากกว่า 20 หุ้น

5.3 แต่ละหุ้นมีค่าเกณฑ์การซื้อขาย (Trading Threshold) ที่เหมาะสมต่างกัน

การใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายตัวมารวมกัน และใช้การหาค่าเหมาะสมที่สุดช่วยการในถ่วงน้ำหนักว่าจะเชื่อตัวชี้วัดแต่ละตัวมากน้อยเพียงใด จากนั้นใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเหล่านั้นตัดสินใจในการลงทุน

อย่างไรก็ตามการตัดสินใจนั้นต้องมีเกณฑ์ที่แน่นอน ปัญหาที่น่าสนใจคือเกณฑ์การซื้อขาย (t_d) เหล่านั้นควรจะเป็นเท่าไร โดยผู้พัฒนาได้สังเกตและพบจากการทดลองว่าแต่ละหุ้นมีค่าเกณฑ์การซื้อขายที่เหมาะสมต่างกัน ผู้พัฒนาจึงแก้ไขปัญหานี้โดยการนำค่าเกณฑ์การซื้อขายเป็นหนึ่งในตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) ของ Differential Evolution ด้วย เพื่อใช้ตัว algorithm หาค่าเกณฑ์การซื้อขายที่เหมาะสมของแต่ละหุ้นเพื่อนำมาตัดสินใจต่อไป แต่วิธีนี้ก็ยังมีปัญหาอยู่พอสมควร เนื่องจาก Differential Evolution เป็นวิธีการแนว population-based สำหรับค้นหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาโดยอาศัยการสุ่มและผลต่าง ส่งผลทำให้ในการทดลองบางครั้งไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยเฉพาะช่วงที่หุ้นมีแนวโน้มขาลง ตัว algorithm สุ่มไปเรื่อย ๆ จนพบว่าการวางเฉย กล่าวคือไม่ซื้อหุ้น ไม่ขายหุ้นเลยในช่วงที่หุ้นเป็นแนวโน้มขาลงนั้นเหมาะสมที่สุด จึงทำให้ผลของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของค่าเกณฑ์การซื้อขายออกมามากเกินไปจนไม่เกิดการซื้อขาย ถึงแม้จะทำให้ผลตอบแทนในช่วงนั้นออกมาดีที่สุด แต่ผู้พัฒนาพบว่าเมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทดสอบกับช่วงต่อไปอาจไม่ได้ออกมาดีแม้จะเป็นหุ้นตัวเดียวกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการที่แนวโน้มของตลาดนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ เบื้องต้นผู้พัฒนาจึงได้แก้ไขปัญหานี้โดยการกำหนดขอบเขตของค่าเกณฑ์การซื้อขาย $\in (0.1, 0.3)$ ซึ่งจากการทดลองพบว่าเป็นช่วงของค่าที่เหมาะสม กล่าวคือทำให้เกิดความถี่ในการซื้อขายที่เหมาะสม

5.4 ปัญหาจากการสร้างสรรค์สัญญาณการซื้อขายไม่แม่นยำ

ปัญหาสำคัญอยู่ที่สัญญาณการซื้อขายได้มาจากตัวชี้วัดทางเทคนิคเหล่านี้มีความแตกต่างกันไม่เป็นเอกฉันท์ และไม่มีสูตรสำเร็จที่ใช้ได้กับทุกหุ้นหรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป การหาชุดสัญญาณการซื้อขายที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้ในแต่ละสถานการณ์จึงมีความซับซ้อนและท้าทายมาก

แนวทางหนึ่งที่แก้ปัญหาลักษณะนี้คือการใช้ตัวชี้วัดทางเทคนิคหลายตัวพร้อม ๆ กัน โดยการถ่วงน้ำหนัก (Weights) ในการเชื่อมค่านำที่ได้จากแต่ละตัวชี้วัดเหล่านั้น อย่างไรก็ตามความแม่นยำของการสร้างระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง ก็ยังขึ้นกับสัญญาณการซื้อขายแต่ละตัวอย่างมาก กล่าวคือหากคุณภาพของสัญญาณการซื้อขายแต่ละตัวที่ใช้มีความแม่นยำ ระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างก็มักจะสร้างผลตอบแทนที่ดี การสร้างสรรค์สัญญาณการซื้อขายจึงเป็นส่วนสำคัญที่ผู้พัฒนาทุ่มเทเวลาอย่างมากผู้พัฒนาจึงได้ใช้วิธีการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพของ

สัญญาการซื้อขายแต่ละตัวด้วยเช่นกันดังที่แสดงในหัวข้อ 4.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเทรด
หุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง

5.5 ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างเว็บไซต์

ปัญหาด้านการแสดงผลหน้าเว็บไซต์ พบว่าเมื่อแสดงผลหน้าเว็บไซต์ในอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอกว้าง
เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊กหรือไอแพดไปยังอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอแคบนั้นมีขนาดของส่วนประกอบ
ต่างๆของหน้าเว็บไซต์ที่ไม่เหมาะสมกับขนาดของหน้าจอ

แนวทางหนึ่งที่แก้ปัญหาข้างต้นคือ การเขียน css ที่ใช้ในการตกแต่งหน้าเว็บไซต์ต่างๆให้ดีขึ้น
เช่นการลดการกำหนดขนาดของส่วนประกอบต่างๆโดยใช้ขนาดของฟิกเชล ซึ่งการที่ลดการ
กำหนดฟิกเชลนั้นจะทำให้ขนาดของส่วนประกอบต่างๆของหน้าเว็บนั้นปรับไปตามขนาดของหน้าจอได้

6. แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป

- เพิ่มจำนวนหุ้นที่ทดลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเทรดหุ้น
- public website ให้ผู้ที่สนใจเข้ามาทดลอง รวมถึงต่อยอดไปรวมกับเว็บไซต์ลงทุนต่างๆ เช่น Jitta ที่เป็นแพลตฟอร์มวิเคราะห์หุ้นเพื่อการลงทุนแนวเน้นคุณค่า หรือ Value Investing (VI) ซึ่งจะก่อให้เกิดแพลตฟอร์มที่เป็นตัวช่วยนักลงทุนในการวิเคราะห์หุ้นได้ทั้งทางเทคนิคและพื้นฐาน อีกทั้งตัวแพลตฟอร์มจะเหมาะสำหรับนักลงทุนทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นรายย่อย สถาบัน หรือที่ปรึกษาด้านการเงิน ให้นักลงทุนเอาชนะตลาดได้ด้วยเครื่องช่วยตัดสินใจลงทุนในมือที่ครบครัน
- พัฒนาระบบ portfolio simulator ให้ราคาหุ้นเปลี่ยนแปลงได้ real time เหมือนกับการซื้อขายในตลาดหลักทรัพย์เพื่อส่งเสริมให้นักลงทุนใหม่ๆ มีโอกาสได้ฝึกฝนฝีมือ รวมถึงสามารถพัฒนาเป็น Trading game ให้ผู้ใช้สามารถมาลงทุนแข่งกันในพอร์ตจำลองได้
- พัฒนาสื่อหรือให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการลงทุนให้นักลงทุนมือใหม่ อย่างเช่นอธิบายวิธีการใช้ Technical indicator แต่ละแบบ

7. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ในภาพรวมโปรแกรมระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีพัฒนาการผลต่างสามารถเพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุนได้ค่อนข้างดี โดยเมื่อเทียบกับผลตอบแทนที่ได้จากกลยุทธ์ Buy-and-Hold และการใช้สัญญาณตัวเดียวแล้วนั้นพบว่า ส่วนมากระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีพัฒนาการผลต่างจะได้ผลตอบแทนที่มากกว่า อีกทั้งผู้พัฒนาพบว่าเมื่อราคาหุ้นเคลื่อนที่อยู่ในกรอบที่แคบหรือปรับตัวต่ำลงได้ผลตอบแทนที่มากกว่า ส่วนถ้าราคาหุ้นปรับตัวสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ATS อาจได้ผลตอบแทนที่น้อยกว่ากลยุทธ์ Buy-and-Hold เนื่องจากการซื้อขายที่บ่อยเกินไปทำให้ตัวโปรแกรมมักจะขายหุ้นเร็วเกินไป ตัวโปรแกรมสามารถถูกปรับปรุงต่อไปในอนาคตเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการซื้อขายหุ้น โดยปรับปรุงตัวเครื่องมือชี้วัดทางเทคนิคให้มีความแม่นยำมากขึ้น ATS ก็จะมีคุณภาพมากขึ้นตามมา

ส่วนด้านเว็บไซต์นั้นพบว่าสามารถช่วยนักลงทุนในการตัดสินใจได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามเว็บไซต์ก็ยังมีขาดการตกแต่ง อีกทั้งการใช้งานนั้นก็มีปัญหาที่การแสดงผลหน้าจอบนอุปกรณ์ที่มีขนาดของหน้าจอที่แคบ โดยส่วนประกอบต่างๆของเว็บนั้นมีขนาดไม่สมส่วนกับขนาดของจอ ส่วนประกอบนั้นมีขนาดที่ใหญ่จนเกินไป ซึ่งอาจปรับปรุงด้วยการเขียน css ที่ใช้ในการตกแต่งหน้าเว็บไซต์ต่างๆให้ดียิ่งขึ้นให้ส่วนประกอบของหน้าเว็บไซต์นั้นมีขนาดสมส่วนกับหน้าจอมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. ภาคิน รัตนกร, 2565, **สรุปลินดิเคเตอร์ (Indicators)**, พรว, กรุงเทพมหานคร
2. ภาคิน รัตนกร, 2565, **หาหุ้นดี + ราคาเหมาะสม**, พรว, กรุงเทพมหานคร
3. ลงทุนแมน, 2561, **ดัชนี Dow Jones / S&P 500 / Nasdaq แตกต่างกันอย่างไร?**
[ออนไลน์], แหล่งข้อมูล: <http://www.longtunman.com/10998> [20 มิถุนายน 2565]
4. Adam Hayes, 2565, **Simple Moving Average (SMA)** [Online], Available :
<https://www.investopedia.com/terms/s/sma.asp> [19 กรกฎาคม 2565]
5. Alan Farley, 2565, **On-Balance Volume Reveals Market Player Strategy** [Online],
Available : <https://www.investopedia.com/articles/active-trading/021115/uncover-market-sentiment-onbalance-volume-obv.asp> [16 กรกฎาคม 2565]

6. Ahmad, M.F., Isa, N.A.M., Lim, W.H., Ang, K.M., 2022, Differential evolution: A recent review based on state-of-the-art works, **Alexandria Engineering Journal**, Vol. 61, Issue 5, pp. 3831-3872
7. Amparo, S., Angel, A.J., and Renatas, K., 2017, A Survey on Financial Applications of Metaheuristics, **ACM Computing Survey**, Vol.50, Issue 1, Article 15, pp.1-23
8. Basak, S., Kar, S., Saha, S., Khaidem, L., Dey, S.R., 2019, Predicting the direction of stock market prices using tree-based classifiers, **The North American Journal of Economics and Finance**, Vol. 47, pp 552-567
9. Bilal, Pant, M., Zaheer, H., Laura G.H., Abraham, A., 2020, Differential Evolution: A review of more than two decades of research, **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, Vol 90, 103479
10. Chen, Y. -H., Chang, C. -H., Kuo ,S. -Y. and Chou, Y. -H., 2020, "A Dynamic Stock Trading System Using GQTS And Moving Average In The U.S. Stock Market," **2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)**, pp. 848-853
11. Cory Mitchell, 2564, **Price Rate Of Change Indicator (ROC)** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/p/pricerateofchange.asp> [18 กรกฎาคม 2565]
12. Cory Mitchell, 2564, **Williams %R Definition and Uses** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/w/williamsr.asp> [17 กรกฎาคม 2565]
13. Cory Mitchell, 2565, **How Average True Range (ATR) Can Improve Your Trading** [Online], Available : <https://www.thebalancemoney.com/how-average-true-range-atr-can-improve-trading-4154923> [18 กรกฎาคม 2565]
14. Das, S. and Suganthan, P. N., 2011, "Differential Evolution: A Survey of the State-of-the-Art," **IEEE Transactions on Evolutionary Computation**, vol. 15, no. 1, pp. 4-31
15. Ertenlice, O., Kalayci, C.B., 2018, A survey of swarm intelligence for portfolio optimization: Algorithms and applications, **Swarm and Evolutionary Computation**, Vol. 39, pp. 36-52

16. Hu, Y., Liu, K., Zhang, X., Su, L., Ngai, E.W.T., and Liu, M., 2015, Application of evolutionary computation for rule discovery in stock algorithmic trading: A literature review, **Applied Soft Computing**, Volume 36, Pages 534-551,
17. James Chen, 2564, **What Is Technical Analysis?** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/t/technical-analysis-of-stocks-and-trends.asp> [17 กรกฎาคม 2565]
18. James Chen, 2565, **Pitroski Score** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/p/piotroski-score.asp> [17 กรกฎาคม 2565]
19. James Chen, 2565, **What is EMA? How to Use Exponential Moving Average With Formula** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/e/ema.asp> [17 กรกฎาคม 2565]
20. Jana, D., Renatas, K., Angel, A.J., Àngels, F., and Onur, P., 2019, Metaheuristics for rich portfolio optimisation and risk management: Current state and future trends, **Operations Research Perspectives**, Vol. 6, 100121
21. Jason Fernando, 2565, **Moving Average (MA): Purpose, Uses, Formula, and Examples** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/m/movingaverage.asp> [17 กรกฎาคม 2565]
22. Jason Fernando, 2565, **Relative Strength Index (RSI) Indicator Explained With Formula** [Online], Available : <https://www.investopedia.com/terms/r/rsi.asp> [18 กรกฎาคม 2565]
23. Kuo, S. -Y., and Chou, Y. -H., 2021, "Building Intelligent Moving Average-Based Stock Trading System Using Metaheuristic Algorithms," in **IEEE Access**, vol. 9, pp. 140383-140396
24. Misix, ม.ป.ป, **ความแตกต่างระหว่างตลาดหลักทรัพย์ MAI และ SET** [ออนไลน์], แหล่งข้อมูล: <https://www.mi-six.com/blog/ความแตกต่างระหว่างตลาดหลักทรัพย์-MAI-และ-SET> [20 มิถุนายน 2565]

25. Patel, J., Shah S., Thakkar, P., Kotecha, K., 2015, Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques, **Expert Systems with Applications**, Vol. 42, Issue 4, pp. 2162-2172
26. Quartz Tanapol, 2565, กลยุทธ์เทรดให้ กำไรชนะทำเดียว, พราว, กรุงเทพมหานคร
27. Saikat Chatterjee. (2019). How to Train Your Machine: JPMorgan FX Algos Learn to Trade Better. สืบค้น 20 ธันวาคม 2565, <https://www.reuters.com/article/us-jpm-trading-machines-idUSKCN1S61JG>
28. Storn, R., Price, K., 1997, Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces, **Journal of Global Optimization**, Vol.11, pp.341–359
29. Worasuchep, C., Nuannimnoi, S., Khamvichit, R., and Attagonwantana, P., 2017, "An automatic stock trading system using Particle Swarm Optimization," **2017 14th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)**, pp. 497-500

ข้อมูลติดต่อผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา



ชื่อ-นามสกุล อภิสันท์ จงเพิ่มวัฒนะผล

ที่อยู่ เลขที่ 251/1 ถ.กะโรม ต.โพธิ์เสด็จ อ.เมืองนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช 80000

เบอร์โทรศัพท์ 0612268592

อีเมล apisan1412@gmail.com



ชื่อ-นามสกุล ชิติ ทรงพลวารินทร์

ที่อยู่ หมู่บ้านชนาภิรมย์โลตัสศรีนครินทร์ เลขที่89/152 ถ.ศรีนครินทร์
 ซ.9 ม.6 ต.บางเมืองใหม่ อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ
 10270

เบอร์โทรศัพท์ 0805868334

อีเมล thitis14443@gmail.com



ชื่อ-นามสกุล นันทศักดิ์ กว้านเมธากุล

ที่อยู่ เลขที่73/35 ถ.พัฒนาการคูขวาง ต.ท่าวัง อ.เมือง
 นครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช 80000

เบอร์โทรศัพท์ 0612951694

อีเมล nanthapak109@gmail.com



ชื่อ-นามสกุล ชูเกียรติ วรสุชีพ

ที่อยู่ อาคารภาควิชาคณิตศาสตร์ เลขที่126 ถ.ประชาธิปไตย แขวง
 บางมด เขตเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

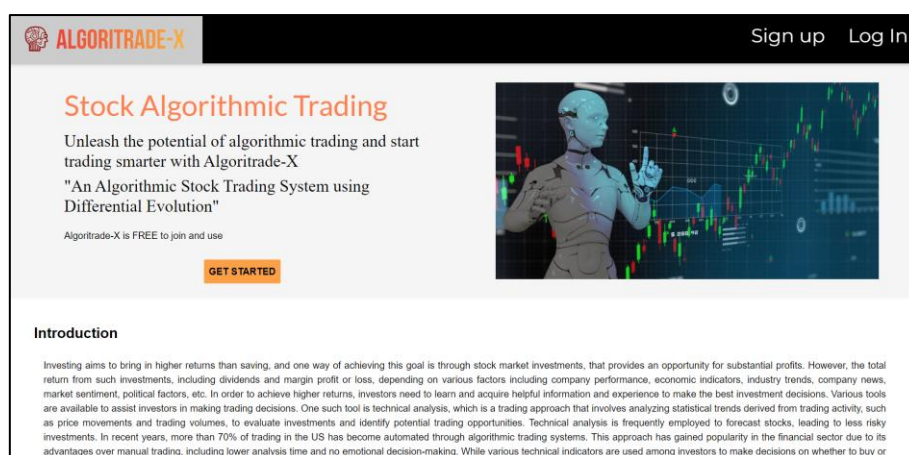
เบอร์โทรศัพท์ 0816455531

อีเมล chukiat.wor@kmutt.ac.th

ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานอย่างละเอียด

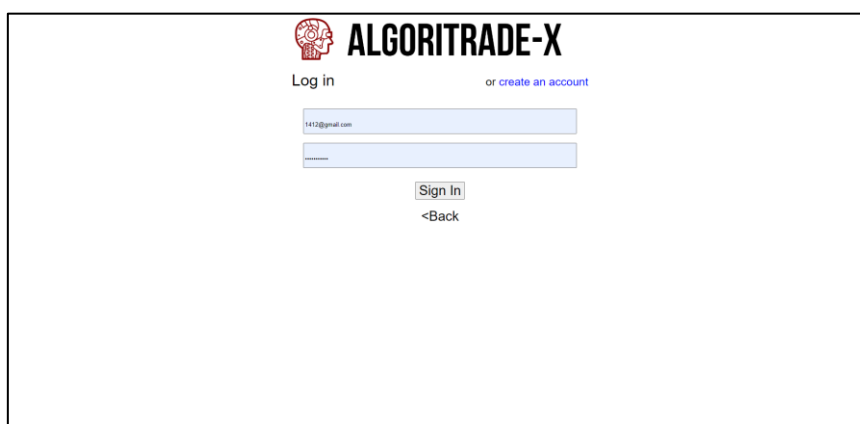
เมื่อเปิดโปรแกรมผ่านเบราว์เซอร์จะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 1 ซึ่งเป็นหน้าที่รายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับโครงการนี้ เมื่อต้องการใช้โปรแกรมให้กดปุ่ม “Sign Up” หรือ ปุ่ม “Log In” โดยที่ปุ่ม “Sign Up” นั้นจะพาไปยังหน้าสร้างบัญชีผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3 และ ปุ่ม “Log In” นั้นจะพาไปยังหน้าหน้าเว็บยืนยันผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 หน้าเว็บแรก

หน้าเว็บยืนยันผู้ใช้งาน

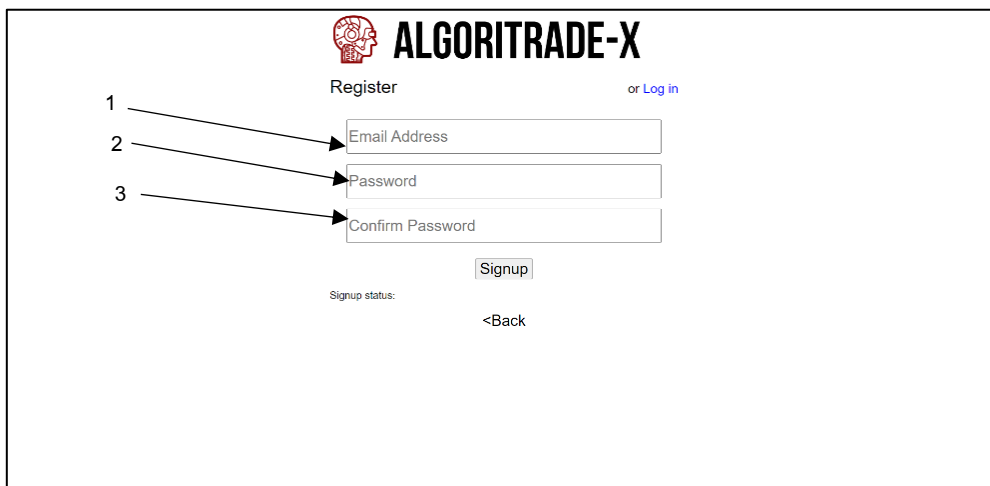
เมื่อเข้าจะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 2 ถ้ามีบัญชีผู้ใช้ให้ใส่อีเมลที่สมัครไว้และรหัสผ่านลงในช่องที่ 1 และ ช่องที่ 2 ตามลำดับจากนั้นกดปุ่ม “Sign In” ดังภาพที่ 2 ถ้ายังไม่มีบัญชีให้กด “Create an account”



ภาพที่ 2 หน้าเว็บยืนยันผู้ใช้งาน

หน้าเว็บสร้างบัญชีผู้ใช้งาน

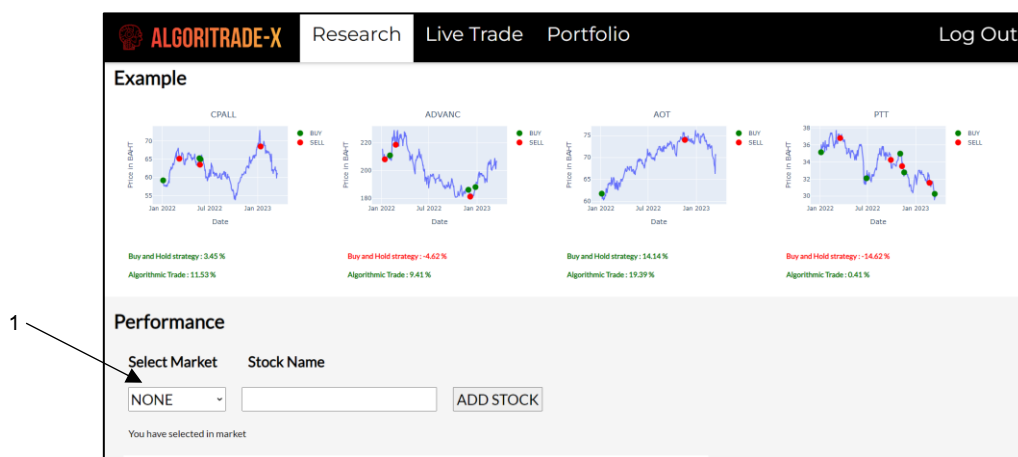
เมื่อเข้าจะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 2 ให้กรอกอีเมลลงในช่องที่ 1 และใส่รหัสผ่านที่เหมือนกันในช่องที่ 2 และช่องที่ 3 จากนั้นกดปุ่ม “Sign In” ดังภาพที่ 3



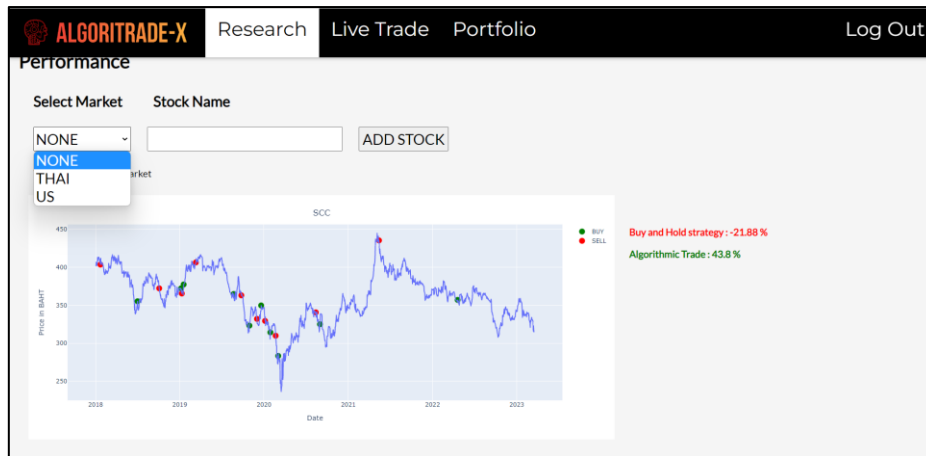
ภาพที่ 3 หน้าเว็บสร้างบัญชีผู้ใช้งาน

หน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง

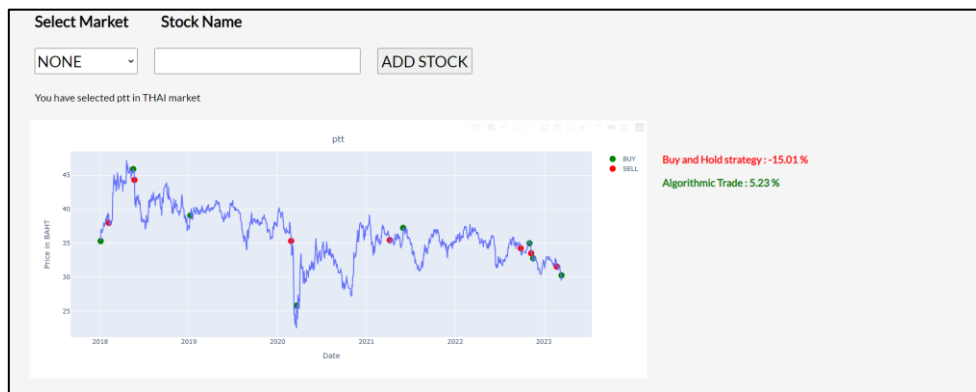
เมื่อเข้าจะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 4 ผู้ใช้งานสามารถเลือกตลาดและตัวหุ้นที่ต้องการดูประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างได้โดยการกดปุ่มที่ 1 ดังภาพที่ 5 และพิมพ์ชื่อย่อของหุ้นที่ต้องการดูแล้วกดปุ่ม “ADD STOCK” แล้วจะมีกราฟแสดงจุดซื้อจุดขายและผลตอบแทนเมื่อใช้ระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่างเมื่อเทียบการใช้กลยุทธ์ Buy-and-Hold ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 4 หน้าเว็บแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง



ภาพที่ 5 ภาพการเลือกตลาดและการใส่ชื่อหุ้น



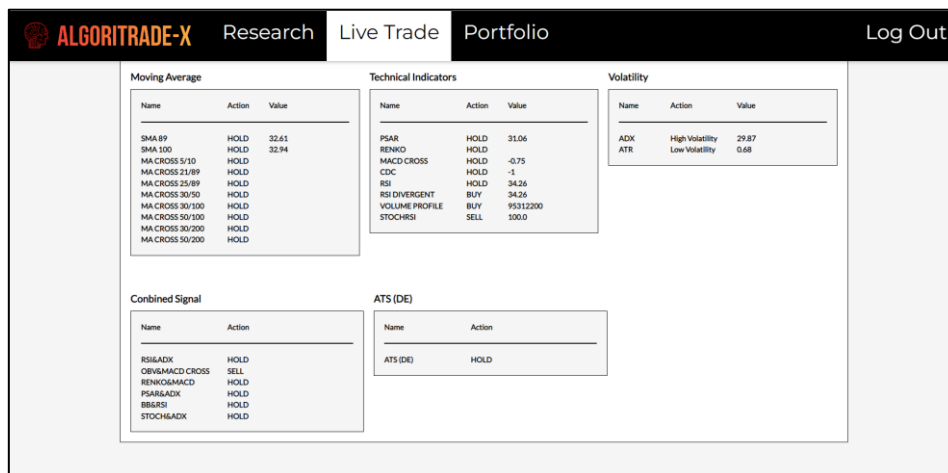
ภาพที่ 6 ภาพแสดงประสิทธิภาพของระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติเมื่อเทียบกับกลยุทธ์ Buy-Hold

หน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชีวิตทางเทคนิค (Technical Analysis)

เมื่อเข้าจะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 7 ผู้ใช้งานสามารถเลือกตลาดและตัวหุ้นที่ต้องการดูสัญญาณซื้อขายของเครื่องชีวิตทางเทคนิค ได้โดยการกดปุ่มที่1 ดังภาพที่ 7 และพิมพ์ชื่อตัวย่อของหุ้นที่ต้องการดูแล้วกดปุ่ม “CHECK” แล้วจะมีกราฟราคาของหุ้นตัวที่ได้เลือกไว้และสัญญาณซื้อขายของเครื่องชีวิตทางเทคนิคและระบบหุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ ดังภาพที่ 7 และ 8



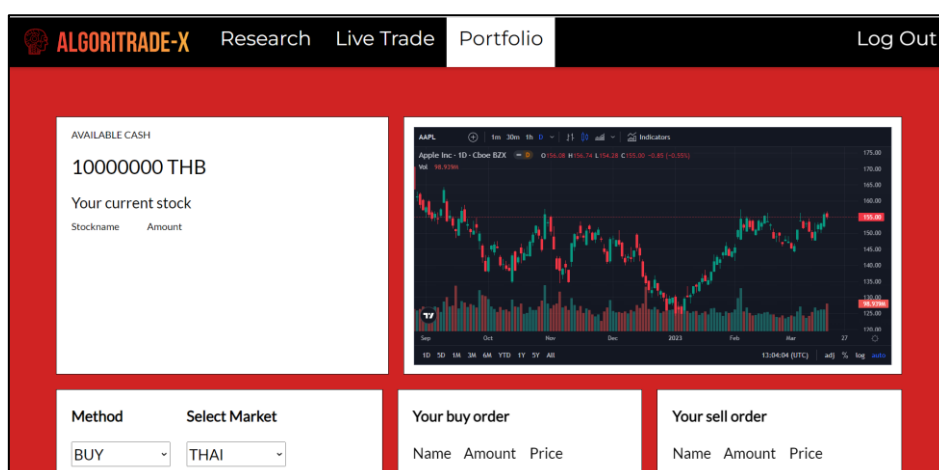
ภาพที่ 7 หน้าเว็บแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิค



ภาพที่ 8 ภาพแสดงสัญญาณซื้อขายของเครื่องชี้วัดทางเทคนิคแต่ละตัวและสัญญาณของระบบ
หุ้นซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ

หน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

เมื่อเข้าจะพบกับหน้าโปรแกรมตามภาพที่ 9 ผู้ใช้งานสามารถซื้อขายหุ้นโดยเลือกตลาดและตัวหุ้นที่ต้องการซื้อขายได้โดยการกดเลือกวิธีซื้อหรือขายด้วยการกดปุ่มที่ 1 และเลือกตลาดด้วยการกดปุ่มที่ 2 และพิมพ์ชื่อตัวย่อของหุ้นที่ต้องการซื้อหรือขายและกรอกปริมาณที่ซื้อขายแล้วกดปุ่ม “ORDER” ดังภาพที่ 10 แล้วจะมีชื่อของหุ้นตัวที่ได้เลือกไว้ ปริมาณ ราคาต่อหุ้น ราคารวม และมีปุ่ม “Confirm” ดังภาพที่ 11 แล้วหลังกดปุ่ม “Confirm” แล้วจะมี Pop-up ขึ้นมายืนยันการซื้อขายดังภาพที่ 12 ถ้ายืนยันให้กด “OK” ถ้าไม่ยืนยันให้กด “Cancel” ถ้ากด “OK” แล้วการซื้อขายหุ้นตัวนั้นจะเสร็จสิ้น



ภาพที่ 9 หน้าเว็บจำลองการซื้อขายหุ้น

1

2

Method: BUY, Select Market: THAI

STOCKNAME: PTT

Amount: 1010

ORDER

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

ภาพที่ 10 ภาพแสดงวิธีการซื้อขายหุ้น

Method: NONE, Select Market: NONE

STOCK NAME: PTT

AMOUNT: 1010

ORDER

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

ภาพที่ 11 ภาพแสดงชื่อหุ้น ปริมาณ ราคาต่อหุ้น ราคารวม

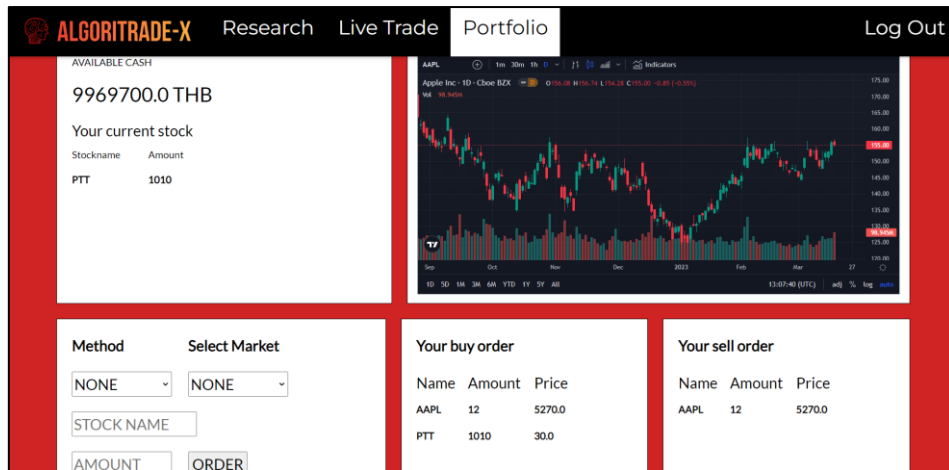
localhost:5000 says
Are you sure you want to place this order

OK Cancel

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

Name	Amount	Price
AAPL	12	5270.0

ภาพที่ 12 ภาพแสดง Pop-up ยืนยันการซื้อขาย



ภาพที่ 13 ภาพแสดงการซื้อขายเสร็จสิ้น

ข้อตกลงในการใช้งานซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์นี้เป็นผลงานที่พัฒนาขึ้นโดย นายอภิสิทธิ์ จงเพิ่มวัฒนะผล นายธิตี ทรงพลวรินทร์ และนาย นันทศักดิ์ กว้านเมธากุล จาก โรงเรียนนครราชสีมาวิทยาลัย (โครงการ รวมว.) ภายใต้การดูแลของ นายชูเกียรติ วรสุชีพภายใต้โครงการ ระบบเทรดหุ้นด้วยขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการผลต่าง ซึ่งสนับสนุนโดยสำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนและนักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกทักษะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ลิขสิทธิ์ ของซอฟต์แวร์นี้จึงเป็นของผู้พัฒนา ซึ่งผู้พัฒนาได้อนุญาตให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเผยแพร่ซอฟต์แวร์นี้ตาม “ต้นฉบับ” โดยไม่มีการแก้ไขดัดแปลงใดๆ ทั้งสิ้น ให้แก่ บุคคลทั่วไปได้ใช้เพื่อประโยชน์ส่วนบุคคลหรือประโยชน์ทางการศึกษาที่ไม่มีวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์ โดยไม่คิดค่าตอบแทนการใช้ซอฟต์แวร์ ดังนั้น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จึง ไม่มีหน้าที่ในการดูแล บำรุงรักษา จัดการอบรมการใช้งาน หรือพัฒนาประสิทธิภาพซอฟต์แวร์ รวมทั้งไม่ รับรองความถูกต้องหรือประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ ตลอดจนไม่รับประกันความเสียหายต่าง ๆ อันเกิดจากการใช้ซอฟต์แวร์นี้ทั้งสิ้น

รายละเอียดผลงานที่เข้าร่วมการแข่งขัน

1) เป็นการพัฒนาต่อยอดผลงานหรือไม่

☐ ต่อยอดจากผลงานเดิม (โปรดระบุชื่อผลงานเดิม)

☒ พัฒนาใหม่

2) เป็นผลงานที่มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals –SDGs) ด้านใด (เลือกข้อที่ตรงที่สุด)

☐ No Poverty จัดความยากจนทุกรูปแบบทุกสถานที่

☐ Zero Hunger จัดความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหาร ส่งเสริม เกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

☐ Good Health and well-being รับรองการมีสุขภาพ และความ เป็นอยู่ที่ดีของทุกคนทุกช่วงอายุ

☐ Quality Education รับรองการศึกษาที่เท่าเทียมและทั่วถึง ส่งเสริม การเรียนรู้ตลอดชีวิตแก่ทุกคน

☐ Gender Equality บรรลุความเท่าเทียมทางเพศ พัฒนาบทบาทสตรี และเด็กผู้หญิง

☐ Clean Water and Sanitation รับรองการมีน้ำใช้การจัดการน้ำและ สุขาภิบาลที่ยั่งยืน

☐ Affordable and Clean Energy รับรองการมีพลังงาน ที่ทุกคน เข้าถึงได้ เชื่อถือได้ยั่งยืน ทนสมัย

☒ Decent Work and Economic Growth ส่งเสริมการเติบโตทาง เศรษฐกิจที่ต่อเนื่องครอบคลุมและ ยั่งยืนการจ้างงานที่มีคุณค่า

☐ Industry Innovation and Infrastructure พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการปรับตัวให้เป็นอุตสาหกรรม อย่างยั่งยืนทั้งถึง และสนับสนุนนวัตกรรม

☐ Reduced Inequalities ลดความเหลื่อมล้ำทั้งภายในและระหว่าง ประเทศ

☐ Sustainable Cities and Communities ทำให้เมืองและการตั้งถิ่น ฐานของมนุษย์มีความปลอดภัย ทั่วถึง พร้อมรับความเปลี่ยนแปลง และ การพัฒนาอย่างยั่งยืน

☐ Responsible Consumption and Production รับรองแผนการ บริโภค และการผลิตที่ยั่งยืน

☐ Climate Action ดำเนินมาตรการเร่งด่วนเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศและผลกระทบ

☐ Life Below Water อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

☐ Life on Land ปกป้อง ป่าผืน และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากระบบ นิเวศทางบกอย่างยั่งยืน

☐ Peace and Justice Strong Institutions ส่งเสริมสังคมสงบสุข ยุติธรรม ไม่แบ่งแยกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

☐ Partnerships for the Goals สร้างพลังแห่งการเป็นหุ้นส่วน ความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

3) คาดว่าผลงานที่เข้าร่วมการแข่งขัน จะมีระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRLs) อยู่ในระดับใด

ช่วงงานวิจัยพื้นฐาน (Basic research)

☐ TRL 1 ระดับงานวิจัยพื้นฐาน (Scientific Research)

☐ TRL 2 ระดับงานวิจัยประยุกต์ (Applied Research)

☒ TRL 3 ระดับการพิสูจน์แนวคิดของ เทคโนโลยี (Proof of Concept)

ช่วงการพัฒนาต้นแบบ (Prototype development)

☐ TRL 4 ระดับเทคโนโลยีมีความ เทียงตรง (Validation)

☐ TRL 5 ระดับเทคโนโลยีเพื่อการใช้งาน (Application)

☐ TRL 6 ระดับต้นแบบห้องปฏิบัติการ (Lab Test Prototype)

☐ TRL 7 ระดับทดสอบกับ Lead User (Lead User Test)

ช่วงการผลิตหรือการใช้งานต่อเนื่อง (Product on shelf)

☐ TRL 8 ระดับการผลิตต้นแบบ (Pilot Production)

☐ TRL 9 ระดับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (Mass Production)

4) มีการถ่ายทอดผลงานหรือทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่เพื่อ การใช้ประโยชน์หรือไม่

☐ ไม่มีเนื่องจาก _____

☒ มี (โปรแกรมพื้นที่ หรือกลุ่มเป้าหมาย) คนไทย/กองทุนไทยที่มีความสนใจในการลงทุนด้วย
Algorithmic Trading (Robot Trading)