

Academic Article

# การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการสำหรับการซื้อขายหุ้นโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเทคนิค

## The application of evolutionary algorithms for stock trading using technical analysis

โดม โลห์เพ็ชร์

Dome Lohpetch

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

Department of Mathematics, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangsue, Bangkok 10800

Email: dome.l@sci.kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

การซื้อขายในตลาดหุ้นนั้นเป็นธุรกิจที่สามารถสร้างกำไรให้กับนักลงทุนได้อย่างมาก หากนักลงทุนสามารถซื้อและขายสินทรัพย์ในเวลาที่เหมาะสม แต่เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่กระทบต่อการเคลื่อนไหวของราคาสินทรัพย์ ดังนั้นการตัดสินใจของนักลงทุนในการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการซื้อขายจึงเป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างยิ่ง เทคนิคอย่างหนึ่งที่นักลงทุนจำนวนมากนำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจคือ การวิเคราะห์เชิงเทคนิค ซึ่งจะใช้การร่างกราฟเชิงเทคนิค และตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคจำนวนมาก มาใช้ประกอบในการพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาหุ้นในอนาคต ตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคเหล่านี้ได้มาจากการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นในอดีตและสูตรคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคำนวณอื่น ๆ ในช่วงสิบห้าปีที่ผ่านมานี้ได้มีงานวิจัยที่นำขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการมาประยุกต์ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนี้ เพื่อสร้างกฎของการซื้อขายหุ้น โดยขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะเรียนรู้จากข้อมูลหุ้นในอดีต และสร้างกฎของการซื้อขายหุ้นสำหรับนักลงทุนในการซื้อขายหุ้นในอนาคต

คำสำคัญ: การโปรแกรมเชิงพันธุกรรม, การร่างกราฟเชิงเทคนิค, ตัวบ่งชี้เชิงเทคนิค, กฎการซื้อขายหุ้น

## Abstract

Trading in stock markets is a profitable business that can make a lot of profit to investors if they would be able to buy or sell securities in the appropriate time. However, there are many factors to impact the movement of stock price. Therefore, the investors' decision to choose the right time for trading is very challenging. A common technique which many investors take into account for helping them making their decisions is the technical analysis including technical plotting and many technical indicators, and this technique is used to forecast stock movement in the future. In addition, these technical indicators are evaluated by using mathematical formulas with past stock price or using other calculating process. In past fifteen years, there were researches that applied evolutionary algorithms with technical analysis to generate trading rules, and these algorithms worked by learning from past stock price, and then they generated trading rules for investors in their future stock trading.

**Keywords:** genetic programming, technical plotting, technical indicators, trading rules

## บทนำ

ในปัจจุบันนี้เห็นจะปฏิเสธไม่ได้ว่าการซื้อขายหุ้นเพื่อทำกำไร เป็นธุรกิจที่สามารถดึงดูดนักลงทุนจำนวนมากให้มาลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ เนื่องจากผู้ลงทุนสามารถทำกำไรมหาศาลได้อย่างรวดเร็ว หากสามารถซื้อและขายหุ้นได้ในเวลาที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม การที่นักลงทุนจะซื้อขายหุ้นเพื่อทำกำไรไม่ใช่เรื่องง่ายนัก เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่กระทบต่อการขึ้นลงของราคาหุ้น ดังนั้นการซื้อและขายหุ้นในเวลาที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่ท้าทายนักลงทุนเป็นอย่างยิ่ง เทคนิคอย่างหนึ่งที่นักลงทุนนำมาช่วยในการซื้อขายหุ้นคือการวิเคราะห์เชิงเทคนิค (technical analysis) ซึ่งจะประกอบไปด้วยการร่างกราฟเชิงเทคนิค (technical plotting) และตัวบ่งชี้เชิงเทคนิค (technical indicators) จำนวนมากมายมาใช้วิเคราะห์จับหาแนวโน้ม (trend) และพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาหุ้น และสร้างสัญญาณการซื้อขายหุ้นที่ถูกต้อง เพื่อสร้างกำไรให้กับนักลงทุน ตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคเหล่านี้ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นในอดีต และสูตรคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคำนวณอื่นๆ ซึ่งในปัจจุบันนี้มีซอฟต์แวร์สำเร็จรูปจำนวนมากที่ใช้การวิเคราะห์เชิงเทคนิคสำหรับช่วยนักลงทุนในการวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุนซื้อขายหุ้น เช่น MetaStock, TradeStation, eSignal, Market Analyst เป็นต้น (รูปที่ 1 ประกอบ) นอกจากนี้ได้มีการประยุกต์นำขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนี้เพื่อสร้างกฎของการซื้อขาย (trading rules) โดยขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะเรียนรู้จากข้อมูลหุ้นในอดีต และสร้างกฎของการซื้อขายสำหรับนักลงทุนในการซื้อขายหุ้นในอนาคต โดยกฎการซื้อขายนี้จะทำงานด้วยการรับข้อมูลราคาหุ้นปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง และจะทำการสร้างสัญญาณซื้อหรือสัญญาณขายหุ้นให้กับนักลงทุน เมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

## MetaStock TradeStation® eSignal MARKET ANALYST

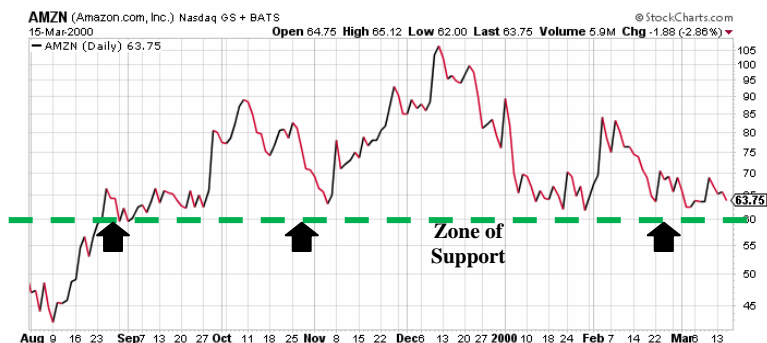
รูปที่ 1. ภาพสัญลักษณ์ของตัวอย่างซอฟต์แวร์สำเร็จรูปเพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับซื้อขายหุ้น  
(ที่มา: LiberatedStockTrader.com, 2016)

### การวิเคราะห์เชิงเทคนิค

หลักสำคัญในการวิเคราะห์เชิงเทคนิคเกี่ยวข้องกับการศึกษาการเคลื่อนไหวของราคา รวมถึงทิศทางของราคา โดยอยู่บนความเชื่อพื้นฐานที่ว่ารูปแบบและทิศทางการเคลื่อนไหวของราคานั้นมีอยู่ในตลาด และสามารถที่จะถูกระบุ และนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายราคาของสินทรัพย์ล่วงหน้าได้ ซึ่งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าราคาในอนาคตของสินทรัพย์นั้นจะมีแนวโน้มการเคลื่อนไหวต่อเนื่อง ไปยังทิศทางปัจจุบันมากกว่าที่จะเคลื่อนไหวไปในทิศทางตรงกันข้าม และจะใช้ตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคเพื่อที่จะระบุทิศทางปัจจุบันของราคาให้ได้ และทำการซื้อขายในทิศทางที่เคลื่อนไหวปัจจุบันจนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงกลับของทิศทาง (Murphy, 1999) โดยการระบุจุดเปลี่ยนกลับของทิศทางนี้เกี่ยวข้องกับหลักการของแนวรับและแนวต้าน ที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงของอุปสงค์และอุปทานปะทะซึ่งกันและกัน (Brabazon และ O'neill, 2006; Stockcharts.Com, 2016a) การหาระดับของแนวรับและแนวต้านสามารถหาได้โดยการใช้เส้นทิศทาง (trend lines) หรือการหาจุดตัวหลัก (pivot point) (Wikipedia, 2016a)

โซนของแนวรับ (zone of support) ถูกสร้างมาจากราคาที่ซึ่งมีความหนาแน่นของอุปสงค์อยู่มาก หลักการคิดคือ เมื่อราคาของสินทรัพย์มีการตกลงไปที่แนวรับซึ่งจะมีราคาถูกลง ผู้ซื้อก็จะมีแนวโน้มที่อยากจะซื้อมากขึ้น เนื่องจากสินทรัพย์มีราคาถูกลงเรื่อย ๆ แต่ผู้ขายก็มีแนวโน้มที่ไม่อยากขายออก เพราะว่าจะขายได้ที่ราคาต่ำได้กำไรน้อย เมื่อถึงจุดที่ราคามาถึงจุดแนวรับ เป็นที่เชื่อกันว่าอุปสงค์จะเอาชนะอุปทานได้ และป้องกันไม่ให้ราคากดลงจากแนวรับนี้ไปได้ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยเส้นประด้านล่างในรูปเรียกว่าเส้นแนวรับ และพื้นที่ด้านล่างเส้นนี้จะถูกเรียกว่าโซนของแนวรับ

โซนของแนวต้าน (zone of resistance) ถูกสร้างมาจากราคาที่ซึ่งมีความหนาแน่นของอุปทานอยู่มาก หลักการคิดคือ เมื่อราคาของสินทรัพย์มีการเพิ่มขึ้นไปที่แนวต้านซึ่งจะมีราคาแพงขึ้น ผู้ขายก็จะมีแนวโน้มที่อยากจะขายมากขึ้นเนื่องจากขายสินทรัพย์ได้มีราคาดีขึ้นเรื่อย ๆ แต่ผู้ซื้อก็มีแนวโน้มที่ไม่อยากซื้อ เพราะว่าจะซื้อได้ที่ราคาแพงใช้เงินมาก เมื่อถึงจุดที่ราคามาถึงจุดแนวต้าน เป็นที่เชื่อกันว่าอุปทานจะเอาชนะอุปสงค์ได้ และป้องกันไม่ให้ราคาพุ่งขึ้นจากแนวต้านนี้ไปได้ดังแสดงในรูปที่ 3 เส้นทึบด้านบนในรูปเรียกว่าเส้นแนวต้าน และพื้นที่ด้านบนเส้นนี้จะถูกเรียกว่าโซนของแนวต้าน (Stockcharts.Com, 2016b; Wikipedia, 2016b)



รูปที่ 2. เส้นแนวรับและโซนของแนวรับ  
(ที่มา: Stockcharts.Com, 2016b)



รูปที่ 3. เส้นแนวต้านและโซนของแนวต้าน  
(ที่มา: Stockcharts.Com, 2016b)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ในการซื้อขายนั้น ควรจะขายสินทรัพย์เมื่อราคาของสินทรัพย์และที่ระดับแนวต้าน และซื้อสินทรัพย์เมื่อราคาของสินทรัพย์เปลี่ยนกลับมาที่ระดับแนวรับ การที่จะระบุจุดเปลี่ยนกลับนี้ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือคือตัวบ่งชี้เชิงเทคนิค โดยมีจำนวนมากมายให้เลือกใช้งาน ซึ่งมีทั้งตัวชี้ที่ใช้เพียงแต่ราคาปิดของสินทรัพย์เพียงอย่างเดียว หรือบางตัวชี้ที่มีการใช้ข้อมูลปริมาณการซื้อขาย และข้อมูลทางการเงินอื่น ๆ ประกอบในการคำนวณ ยกตัวอย่างเช่น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average: MA) ที่จะเป็นการปรับข้อมูลของราคาของสินทรัพย์ให้มีความราบเรียบขึ้น เพื่อง่ายต่อการชี้แนวโน้มทิศทางของราคา ดังแสดงสูตรการคำนวณในสมการที่ (1)

$$MA_n = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} P_{M-i}}{n} \quad (1)$$

โดยค่า  $n$  แทนระยะเวลาย้อนหลังที่จะทำการหาค่าเฉลี่ย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะดังนี้ 1. ระยะสั้นมาก: 5-10 วัน (1-2 สัปดาห์) 2. ระยะสั้น: 11-25 วัน (2-5 สัปดาห์) 3. ระยะกลาง: 26-75 วัน (5-15 สัปดาห์) และ 4. ระยะยาว: 76-200 วัน (15-40 สัปดาห์) และ  $P_{M-i}$  คือ ราคาปิดจำนวน  $i$  วันก่อนหน้าวันปัจจุบัน

ในรูปที่ 4 แสดงราคารายสัปดาห์ของ S&P500 ในช่วงจากปี ค.ศ. 2008 ถึง 2010 พร้อมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3 สัปดาห์ (เส้นประ) และ 12 สัปดาห์ (เส้นจุด) สังเกตได้ว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบช่วงเวลายาวกว่า จะมีความผันผวนน้อยกว่า ทั้งค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบช่วงเวลายาวกว่าและราคารายสัปดาห์ (Brabazon และ O'Neill, 2006; Stockcharts.Com, 2016a)



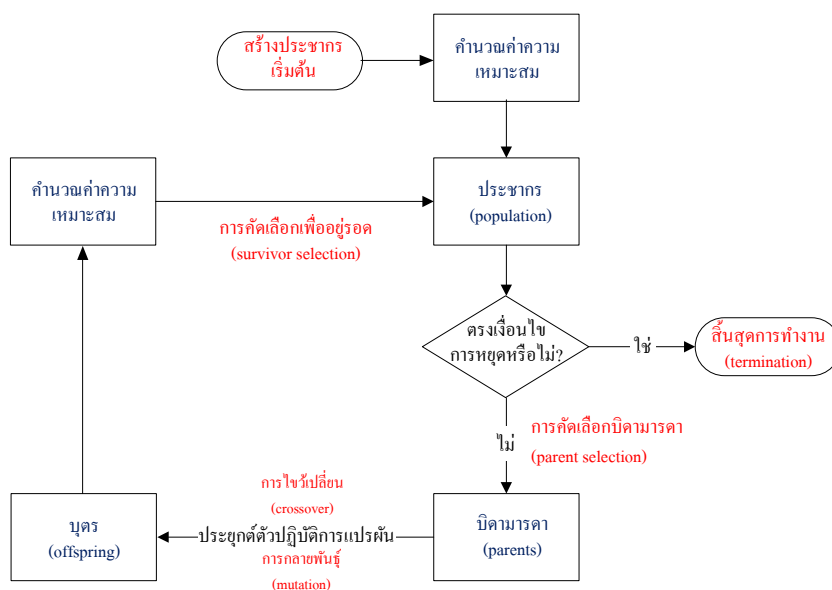
รูปที่ 4. ราคารายสัปดาห์ของ S&P500 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 ถึง 2010 พร้อมด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3 สัปดาห์ (เส้นประ) และแบบ 12 สัปดาห์ (เส้นจุด)  
(ที่มา: Stockcharts.Com, 2016a)

### ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ

ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary algorithms: EAs) เป็นระบบการแก้ปัญหาที่มีการทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานซึ่งจำลองรูปแบบการทำงานมาจากกระบวนการวิวัฒนาการทางชีวภาพ โดยเริ่มต้นในทศวรรษของปี ค.ศ. 1960 Fogel และคณะ (Fogel และคณะ, 1966) ได้เสนอการโปรแกรมเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary programming: EP) ซึ่งทำงานร่วมกับเครื่องจักรสถานะจำกัด ในขณะที่ Holland (Holland, 1973) ได้แนะนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) ซึ่งทำงานร่วมกับสายบิต รวมถึง Rechenberg (Rechenberg, 1973) ได้นำเสนอกลยุทธ์เชิงวิวัฒนาการ (Evolution strategies: ES) ที่ทำงานร่วมกับเวกเตอร์ของจำนวนจริงเช่นเดียวกัน ต่อมาในช่วงต้นทศวรรษของปี ค.ศ. 1990 Koza (Koza, 1992) ได้คิดค้นการโปรแกรมเชิงพันธุกรรม (Genetic programming: GP) ซึ่งทำงานร่วมกับโครงสร้างต้นไม้ และท้ายสุดในปี ค.ศ. 2001 O'Neill และ

Ryan (O'neilและRyan, 2001) ได้นำเสนอวิวัฒนาการทางไวยากรณ์ (Grammatical evolution: GE) ซึ่งทำงานร่วมกับสายบิต และกระบวนการเชื่อมโยงด้วยไวยากรณ์รูปแบบแบคัส-นอร์ (Backus-Naur form: BNF) ส่วนประกอบที่สำคัญการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการแสดงดังรูปที่ 5 (EibenและSmith, 2007)

ขั้นแรกจะเริ่มจากการสร้างประชากร (population) เริ่มต้นชุดแรกของปัจเจกบุคคล (individual) ซึ่งใช้แทนผู้แข่งขันเริ่มต้นแบบสุ่มจากคำตอบของปัญหา และทำการคำนวณค่าของฟังก์ชันความเหมาะสม (fitness function) เพื่อประเมินคุณภาพของแต่ละประชากร จากนั้นจะตรวจสอบว่าเงื่อนไขของการหยุดเป็นจริงหรือไม่ หากเป็นจริงก็จะสิ้นสุดการทำงาน แต่หากยังไม่ตรงเงื่อนไขการหยุด จะทำการคัดเลือกบิดามารดา (parent selection) จากประชากรเพื่อมาสร้างบุตร (offspring) โดยผ่านกระบวนการประยุกต์ตัวปฏิบัติการแปรผัน (variation operators) ได้แก่การไขว้เปลี่ยน (crossover) และการกลายพันธุ์ (mutation) จากนั้นในบรรดาผู้สืบทอดที่ถูกสร้างนั้นจะถูกทำการคัดเลือกเพื่ออยู่รอด (survival selection) ในประชากรรุ่นต่อไป โดยกระบวนการในการวิวัฒนาการจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงคุณภาพของปัจเจกบุคคลผ่านประชากรหลาย ๆ รุ่น จนกว่าเงื่อนไขการหยุดจะเป็นจริง



รูปที่ 5. ผังงานแบบแผนทั่วไปของขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ  
(ดัดแปลงจาก EibenและSmith, 2007)

### การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการเพื่อการซื้อขายหุ้น

ในช่วงสิบห้าปีที่ผ่านมานี้ได้มีงานวิจัยหลายชิ้น (AllenและKarjalainen, 1999; BeckettและSeshadri, 2003b; BrabazonและO'Neill, 2004; Esfahanipourและคณะ, 2009; EsfahanipourและMousavi, 2011; Farnsworth

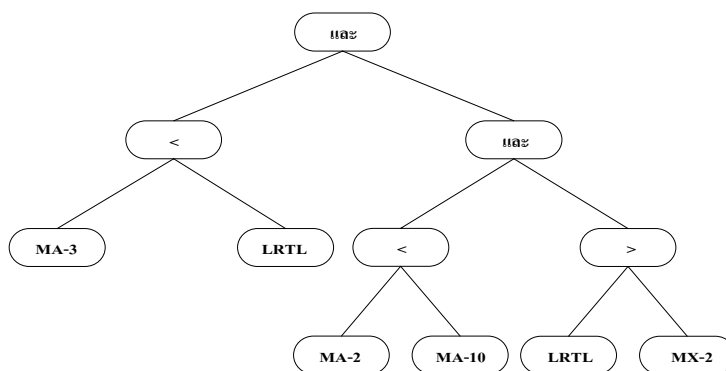
และคณะ, 2004; Fyfeและคณะ, 1999; Fyfeและคณะ, 2005; LeeและLoh, 2002; LohpetchและCome, 2010; LohpetchและCome, 2011; Mallickและคณะ, 2008; Neely, 2003; O'neillและคณะ, 2001; Potvinและคณะ, 2004) ที่ได้นำขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการมาประยุกต์ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนี้ เพื่อสร้างกฎของการซื้อขายโดยตัวแทนปัจเจกแต่ละตัวจะแทนกฎของการซื้อขาย มาประยุกต์ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนี้เพื่อสร้างกฎของการซื้อ โดยขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะเรียนรู้จากข้อมูลหุ้นในอดีต และวิวัฒนาการในการสร้างกฎของการซื้อขายสำหรับนักลงทุนในการซื้อขายหุ้นในอนาคตผ่านตัวดำเนินการแปรผัน โดยใช้ฟังก์ชันการหาความเหมาะสมในการประเมินคุณภาพของกฎการซื้อขาย ตัวอย่างของฟังก์ชันการหาความเหมาะสม เช่น ผลตอบแทนส่วนเกิน (excess return) ซึ่งก็คือผลตอบแทนส่วนที่เกินมาเมื่อเทียบกับกลยุทธ์การซื้อขายและถือหุ้นไว้ หรือผลตอบแทนของตลาด (market return) ซึ่งก็คือผลตอบแทนทั้งหมดในการลงทุนในตลาดการเงิน ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการจะวิวัฒนาการกฎการซื้อขายไปจนกว่าจะถึงเงื่อนไขการหยุด เช่น จำนวนรุ่นประชากรมีค่าตามที่กำหนด (ครบ 100 รุ่นของประชากร เป็นต้น) หรือได้ค่าความเหมาะสมตามที่กำหนด (ผลตอบแทนที่ได้มีค่าเกิน 20% ของเงินลงทุน เป็นต้น)

ตัวอย่างในการประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการเพื่อการซื้อขายหุ้นนั้น ในหัวข้อนี้มาจากงานวิจัยของ BeckerและSeshadri (2003b) LohpetchและCome (2010) และ LohpetchและCome (2011) โดยงานวิจัยเหล่านี้ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการคือการโปรแกรมเชิงพันธุกรรม เนื่องจากปัจเจกบุคคลที่แทนกฎการซื้อขายแต่ละกฎนั้นอยู่ในรูปโครงสร้างของต้นไม้ซึ่งง่ายต่อการตีความและทำความเข้าใจ โดยจะเป็นตัวอย่างของกฎสำหรับการซื้อขายรายเดือนและรายสัปดาห์เนื่องจากผลลัพธ์ใน AllenและKarjalainen (1999) กับ BeckerและSeshadri (2003b) ได้บ่งชี้ว่าการใช้ข้อมูลแบบรายวันมีความผันผวนมากเกินไป จนยากที่จะทำการซื้อขายที่มีกำไรได้นั่นเอง นอกจากนี้การเลือกตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคซึ่งมีจำนวนมากอย่างเหมาะสม เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในความสำเร็จของการสร้างกฎซื้อขายที่สร้างกำไร จากงานวิจัยของ BeckerและSeshadri (2003b) LohpetchและCome (2010) และ LohpetchและCome (2011) ซึ่งรายงานผลทดลองที่ประสบความสำเร็จนั้นใช้เซตของฟังก์ชัน (function) ประกอบไปด้วยตัวดำเนินการบูลีนและตัวดำเนินการความสัมพันธ์ และเซตของขั้วปลาย (terminal) ประกอบไปด้วยตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคต่าง ๆ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 1 โดยที่ 'หน่วย' เป็นได้ทั้ง 'สัปดาห์' และ 'เดือน'

ตัวอย่างของกฎการซื้อขายซึ่งถูกสร้างด้วย GP แสดงในรูปที่ 6 ซึ่งตัวบ่งชี้เชิงเทคนิคอ้างอิงจากตารางที่ 1 โดยถ้าเป็นการซื้อขายแบบรายสัปดาห์ (weekly trading) กฎในรูปที่ 6 จะแปลความหมายได้ดังนี้ ทำการหาค่าความจริงจากนิพจน์ตรรกศาสตร์ “ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-สัปดาห์ (MA-3) น้อยกว่าเส้นแนวต้านด้านล่าง (LRTL) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 2-สัปดาห์ (MA-2) น้อยกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 10-สัปดาห์ (MA-10) และเส้นแนวต้านด้านล่าง (LRTL) มากกว่าจุดสูงสุดสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-สัปดาห์จุดที่สอง (MX-2)” โดยถ้าผลลัพธ์ได้ค่าความจริงเป็นจริงแล้วจะสร้างสัญญาณการซื้อ แต่ถ้าค่าความจริงเป็นเท็จจะสร้างสัญญาณการขาย

ตารางที่ 1. ตัวอย่างเซตของฟังก์ชันและเซตของข้อผิดพลาดสำหรับการโปรแกรมเชิงพันธุกรรม

เซตของฟังก์ชัน	ตัวดำเนินการบูลีน (Boolean operators): และ (&&), หรือ (  ), นิเสธ (!) ตัวดำเนินการความสัมพันธ์ (relational operators): มากกว่า (>), น้อยกว่า (<)
เซตของข้อผิดพลาด	ราคา (price): ราคาเปิดสำหรับหน่วยปัจจุบัน (OPRICE<T>), ราคาปิดสำหรับหน่วยปัจจุบัน (CPRICE<T>), ราคาสูงสุดสำหรับหน่วยปัจจุบัน (HPRICE<T>), ราคาต่ำสุดสำหรับหน่วยปัจจุบัน (LPRICE<T>), ราคาเปิดสำหรับหน่วยก่อนหน้า (CPRICE<T-1>) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average): ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 2-หน่วย (MA-2), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย (MA-3), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 6-หน่วย (MA-6), ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 10-หน่วย (MA-10) ตัวบ่งชี้แนวต้านราคา (price resistance indicators): จุดต่ำสุดสัมพัทธ์จำนวน 2 จุดของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย, จุดต่ำสุดสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย จุดแรก (MN-1), จุดต่ำสุดสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย จุดที่สอง (MN-2), จุดสูงสุดสัมพัทธ์จำนวน 2 จุดของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย, จุดสูงสุดสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย จุดแรก (MX-1), จุดสูงสุดสัมพัทธ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3-หน่วย จุดที่สอง (MX-2) ตัวบ่งชี้เส้นทิศทาง (trend line indicators): เส้นแนวต้านด้านล่างสร้างจากเส้นความชันบนจุดต่ำสุดสัมพัทธ์ 2 จุด (LRTL), เส้นแนวต้านด้านบนสร้างจากเส้นความชันบนจุดสูงสุดสัมพัทธ์ 2 จุด (UTRL)



รูปที่ 6. ตัวอย่างของกฎการซื้อขายในประชากรของการโปรแกรมเชิงพันธุกรรม  
(ดัดแปลงจาก Becket และ Seshadri, 2003a)



## สรุป

การสร้างกฎการซื้อขายด้วยการวิเคราะห์เชิงเทคนิคเพื่อสร้างสัญญาณซื้อขายที่สร้างกำไรนั้น สามารถใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการมาประยุกต์ในการสร้างกฎการซื้อขายดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม โดยสุ่มสร้างกฎการซื้อขายขึ้นมาในประชากรรุ่นแรก กฎแต่ละกฎก็คือสมาชิกหรือปัจเจกบุคคล จากนั้นใช้กลไกในขั้นตอนเชิงวิวัฒนาการเพื่อสร้างกฎใหม่จากการแลกเปลี่ยนจีน (gene) ที่ดีระหว่างกฎบิดามารดา (การไขว้เปลี่ยน) ซึ่งเลือกมาจากประชากรที่มีคุณภาพโดยตัดสินจากค่าของฟังก์ชันหาค่าที่เหมาะสม หรือสุ่มเปลี่ยนบางส่วนของกฎ (การกลายพันธุ์) เพื่อคาดหวังว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะได้กฎการซื้อขายที่ดีกว่าเดิม กฎแต่ละกฎจะแข่งขันกันเองเพื่อเป็นประชากรรุ่นถัดไป ผ่านกระบวนการคัดเลือกผู้รอดโดยตัดสินจากค่าความเหมาะสมเพื่อประเมินคุณภาพของแต่ละประชากร ซึ่งกฎที่มีคุณภาพมากโอกาสที่จะอยู่รอดยังมีสูง และจากผลงานวิจัยใน Becker และ Seshadri (2003b) Esfahanipour และคณะ (2009) Lohpetch และ Come (2010) และ Lohpetch และ Come (2011) บ่งชี้ว่าการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคนั้นสามารถสร้างกฎการซื้อขายที่มีคุณภาพและสร้างกำไรได้

## เอกสารอ้างอิง

- Allen F. and Karjalainen R., (1999) Using genetic algorithms to find technical trading rules. *J. Finan. Econ.*, 51(2): 245-271.
- Becker L.A. and Seshadri M., (2003a) Comprehensibility and overfitting avoidance in genetic programming for technical trading rules. Computer science technical report, May 2003, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA.
- Becker L.A. and Seshadri M., (2003b) GP-evolved technical trading rules can outperform buy and hold, Available from: <http://digitalcommons.wpi.edu/computerscience-pubs/147>, Cited 1 February 2016.
- Brabazon A. and O'Neill M., (2004) Evolving technical trading rules for spot foreign-exchange markets using grammatical evolution. *Compt. Manag. Sci.*, 1(3-4): 311-327.
- Brabazon A. and O'Neill M., (2006) *Biologically Inspired Algorithms for Financial Modelling*, Springer-Verlag, Heidelberg, 277 P.
- Eiben A.E. and Smith J.E., (2007) *Introduction to evolutionary computing*, 2nd edition, Springer, 316 P.
- Esfahanipour A., Karimi B. and Mousavi S., (2009) "The profitability of technical trading rules in Tehran stock exchange: An application of genetic programming", In: *International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA 2009)*, 29 June-1 July 2009, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey.

- Esfahanipour A. and Mousavi S., (2011) A genetic programming model to generate risk-adjusted technical trading rules in stock markets. *Expert Syst. Appl.*, 38(7): 8438-8445.
- Farnsworth G.V., Kelly J.A., Othling A. and Pryor R., (2004) Successful technical trading agents using genetic programming. Sandia report, October 2004, Sandia National Laboratories, California.
- Fogel L.J., Owens A.J. and Walsh M.J., (1966) *Artificial Intelligence through a simulated of evolution*, John Wiley & Sons, New York, 170 P.
- Fyfe C., Marney J.P. and Tarbert H.F.E., (1999) Technical analysis versus market efficiency - A genetic programming approach. *Appl. Finan. Econ.*, 9: 183-192.
- Fyfe C., Marney J.P. and Tarbert H., (2005) Risk adjusted returns from technical trading: A genetic programming approach. *Appl. Finan. Econ.*, 15(15): 1073-1077.
- Holland J.H., (1973) Genetic algorithms and the optimal allocation of trials. *SIAM J. Comput.*, 2(2): 88-105.
- Koza J.R., (1992) *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, MIT Press, Cambridge, MA, 836 P.
- Lee C.S. and Loh K.Y., (2002) "GP-based optimisation of technical trading indicators and profitability in FX market", pp. 1159-1163, In: the 9th International Conference on Neural Information Processing (ICONIP'02), 18-22 November 2002, Singapore.
- LiberatedStockTrader.com, (2016) Top 10 best stock market analysis software review 2015, Available from: <http://www.liberatedstocktrader.com/top-10-best-stock-market-analysis-software-review/>, Cited 1 February 2016.
- Lohpetch D. and Corne D., (2010) "Outperforming buy-and-hold with evolved technical trading rules: daily, weekly and monthly trading", pp. 171-181, In: Di Chio C., Brabazon A., Di Caro G.A., Ebner M., Farooq M. et al. (Eds), *Applications of Evolutionary Computation*, Springer-Verlag, Berlin.
- Lohpetch D. and Corne D., (2011) "Multiobjective algorithms for financial trading: Multiobjective out-trades single-objective", pp. 192-199, In: *IEEE Congress of Evolutionary Computation (CEC 2011)*, 5-8 June 2011, New Orleans, LA.
- Mallick D., Lee V.C.S. and Ong Y.S., (2008) "An empirical study of Genetic Programming generated trading rules in computerized stock trading service system", pp. 1-6, In: *International Conference on Service Systems and Service Management*, 30 June-2 July 2008, Melbourne, Australia.
- Murphy J.J., (1999) *Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Application*, New York Institute of Finance, New York, 542 P.

- Neely C.J., (2003) Risk-adjusted, ex ante, optimal technical trading rules in equity markets. *Inter. Rev. Econ. Finan.* 12: 69-87.
- O'Neill M., Brabazon A., Ryan C. and Collins J.J., (2001) "Evolving Market Index Trading Rules Using Grammatical Evolution", pp. 343-352, In: Boers E.J.W. (Eds), *Applications of Evolutionary Computing*, Springer, Berlin.
- O'Neill M. and Ryan C., (2001) Grammatical evolution. *IEEE Trans. Evolut. Comput.*, 5(4): 349-358.
- Potvin J.-Y., Soriano P. and Vallee M., (2004) Generating trading rules on the stock markets with genetic programming. *Comput. & Oper. Res.*, 31(7): 1033-1047.
- Rechenberg I., (1973) *Evolutionsstrategie; Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*, Frommann-Holzboog, Germany, 170 P.
- StockCharts.com, (2016a) Moving averages - Simple and exponential, Available from: [http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart\\_school:technical\\_indicators:moving\\_averages](http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:technical_indicators:moving_averages), Cited 1 February 2016.
- StockCharts.com, (2016b) Support and resistance, Available from: [http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart\\_school:chart\\_analysis:support\\_and\\_resistance](http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:chart_analysis:support_and_resistance), Cited 1 February 2016.
- Wikipedia, (2016a) Pivot point (technical analysis), Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pivot\\_point\\_%28technical\\_analysis%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Pivot_point_%28technical_analysis%29), Cited 1 February 2016.
- Wikipedia, (2016b) Support and resistance, Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Support\\_and\\_resistance](https://en.wikipedia.org/wiki/Support_and_resistance), Cited 1 February 2016.