

## 多目的並列 GP を用いたリスク分散型投資規則の抽出

Extraction of Diversified Investment Rule  
Using Multi-objective Parallel Genetic Programming小出 哲彰  
Noriaki Koide奥原 浩之十  
Koji Okuhara津田 博史 卩  
Hiroshi Tsuda

## 1. はじめに

外国為替証拠金取引や株式の取引に関する規則を与える研究の多くは、テクニカル指標の組合せとそのパラメータの最適化を行うことで、単一の規則により得られる利益の最大化を目指している。しかしこれらの問題点は、市場の構造変化の影響を大きく受けることである。そこでリスク分散の考えにより、平均して安定した利益を獲得することを目的に研究が行われている。本研究では、多目的最適化の考えで利益の最大化と各決済における損益の分散の最小化を目指す。また異なる特性を持つ規則を得るために並列型 GP を用いることでパレート解を生成し、リスク分散型の外国為替取引のためのルール抽出を実現した。

## 2. 研究背景

近年、インターネットの普及に伴い、株式、外国為替証拠金取引（以下 FX）、先物などの個人投資家による取引が盛んに行われている。その中でも、FX 市場における個人投資家の規模は、国内の個人投資家が一斉に同じ方向へ注文を行えば、相場の流れを反転させてしまうことがあり、その現象がミセスワタナベと名付けられ世界で報じられるほど、FX は日本国内においても人気のある投機対象となっている。

市場動向予測や知識発見に最適化などの考えを適用しようとする研究が盛んに行われている。多大なリソースを必要とする解析やシミュレーションが、汎用コンピュータ 1 基あたりの性能が向上したこと、並列コンピューティング環境の充実などにより、比較的容易に行えるようになったことが、これらの研究に拍車をかけている。

## 2.1. 外国為替証拠金取引

FX とは取引業者に預けた証拠金を担保により多くの通貨を取引することである。例えば 10 万ドルを 1 ドル=85 円の時に取引した場合、1 万ドルの必要証拠金を 17,000 円とすると、10 枚×17,000 円=170,000 円が必要とされる証拠金となり、この証拠金により 850 万円【85.00(為替レート)×100,000(建玉総数)】相当の取引を、レバレッジを利用することで 170,000 円の資金で運用することが可能になる。すなわちレバレッジとは取引金額における資金の割合のことであり、上の例ではレバレッジ 50 倍を考えている。

近年の日本では顧客保護や過剰な投機の防止といった観点から、金融庁は個人投資家に対してレバレッジ最大 50 倍

の規制を行っており、将来的には最大 25 倍までの規制が予定されている。先に述べた例では、850 万円相当の取引を最大レバレッジ 50 倍により 17 万円の資金で行うことができたが、最大 25 倍の規制により 34 万円の資金が必要になる。この規制により「レバレッジによる利益」が減少することは必至であり、こういった背景により、これまで以上に効率的に利益をあげる売買戦略、すなわち利益獲得の機会をより多く設けられ、利幅の大きい売買戦略が重要視されると考えられる。

## 2.2 テクニカル指標

一般に FX の市場に参加する個人投資家は、テクニカル指標とよばれる過去の時系列データから計算される指標を売買における意思決定の基準としている。テクニカル指標は二つに分類され、一つはトレンド（順張り）系指標と呼ばれる。現在の為替レートの動向が上昇傾向にあるか下降傾向にあるかを判定する。もう一つはオシレータ（逆張り）系指標と呼ばれ、今の価格が買われすぎているのか、売られすぎているのかを判定する。公開されているテクニカル指標は本研究で用いたもの（表 1 参照）の他にストキャスティクス、MACD、ボリンジャーバンド等がある。テクニカル指標を算出するため用いられる時系列データが 1 時間足のみでの研究が多く見られるが、本研究では 1 週間足、1 月足を除く 1 分足～1 日足の 7 種類の時系列データを用いた。

表 1 指標関数一覧

| 関数略称    | 説明              |
|---------|-----------------|
| CURRENT | 現在価格            |
| SMA     | 単純移動平均          |
| EMA     | 指数移動平均          |
| RSI     | 相対力指数           |
| RCI     | 順位相関係数          |
| PDSMA   | 単純移動平均からの乖離率    |
| PDEMA   | 指数移動平均からの乖離率    |
| OPDSMA  | 約定価格からの SMA 乖離率 |
| OPDEMA  | 約定価格からの EMA 乖離率 |
| EPL     | 評価損益            |
| RR      | 約定価格からの上昇率      |
| DF      | 約定価格との差         |

※注文ルールは網掛けされている関数のみを用いている。

## 2.3. 先行研究

遺伝的プログラミング（GP）を用いることで、外国為替取引におけるテクニカル指標の組合せの有効性を検証した研究[1]、株式の取引ルールの獲得を試みた研究[2]がある。取引ルールを 4 種類のテクニカル指標のパラメータ、ルー

† 大阪大学大学院 情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology,  
Osaka University  
‡ 同志社大学 理工学部  
Department of Mathematical Sciences,  
Doshisha University

ル発火の閾値を配列で表現しその組合せを遺伝的アルゴリズム (GA) により最適化する手法が提案されている[3].

### 3. 提案手法

本稿では、運用期間中の注文は1万通貨、取引において買建てと売建てを同時に行えないという2つの制約を設けることで、それぞれの注文と決済に関する最適なルールを探索することに目標をおき、GPを用いることでトレンド追従型の取引規則群を獲得する(図1参照)。

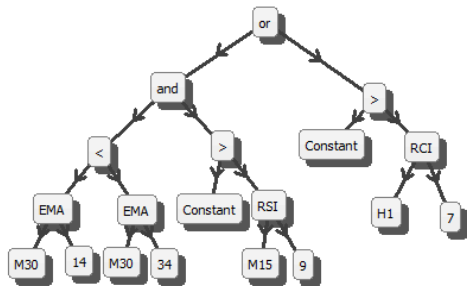


図1 2分木構造により表現されるルールの例

直近の3週間のデータセットに多目的GPを適用し、テクニカル指標の組合せ最適化を行う。多目的GP停止時に得られている個体群を $P_{t=0}$ とする。初期資産を正数 $c \in \mathbb{N}$ で分割し、パレート解の中から選択される $c$ 個の解により1週間の投資行動を行う。次の探索の初期個体群として、前回の探索における最終個体群 $P_{t=0}$ を利用する。これを繰り返し、計12週間において投資行動を行う。各週における未決済ポジションについては、その次の週の規則に従い決済するタイミングを待つ。

#### 4.1 多目的最適化

本研究では1つ目の目的関数 $f_1$ として総損益の最大化、2つ目の目的関数 $f_2$ に各決済で得られる損益の分散の最小化を取り上げた。閾値 $\theta_1, \theta_2$ を $\{x | f_1(x) > \theta_1, -f_2(x) > \theta_2\}$ の要素数が $c$ となるように与え、これを満たす $c$ 個の解を投資規則群とした。多目的に探索を行うため、交叉時における解の選択に支配ランクによる選択を用いた[4].

GPはGAに比べて、新たなノードとしての関数の追加が容易であるという優位性を有している。探索者が新たな知見を得たとき、GAでは解の表現を新たに考える必要性が生ずるが、GPにおいては単純な交換可能規則を与えることにより、これまで得られた解を破壊することなく、新たな関数を追加した空間で探索を行うことが可能となる。

#### 4.2 並列化

進化的アルゴリズムの並列化は、主に探索時間の削減や、一つの局所解に停滞することを防ぐために適用される。代表的な並列モデルとして島モデルやセラーモデルが知られている。本稿では通常環境に加えて、保存されるエリート個体数が多い環境と突然変異率が高い環境を各計算ノードに割り当てている。

### 5. 数値実験

実装にはC言語、並列処理には表2のAとB-1, B-2からなるネットワーク上でMPICH2を用いて、数値実験を行った。データには一般に公開されている1分足単位の時系列データを用いた。提案手法の概略図を図2に示す。提案した複数規則による取引を図3に示す。

表2 計算環境

| node     | CPU                  | RAM |
|----------|----------------------|-----|
| A        | Opteron 2.6GHz(4CPU) | 4GB |
| B-1, B-2 | Xeon 2.8GHz(2CPU)    | 2GB |

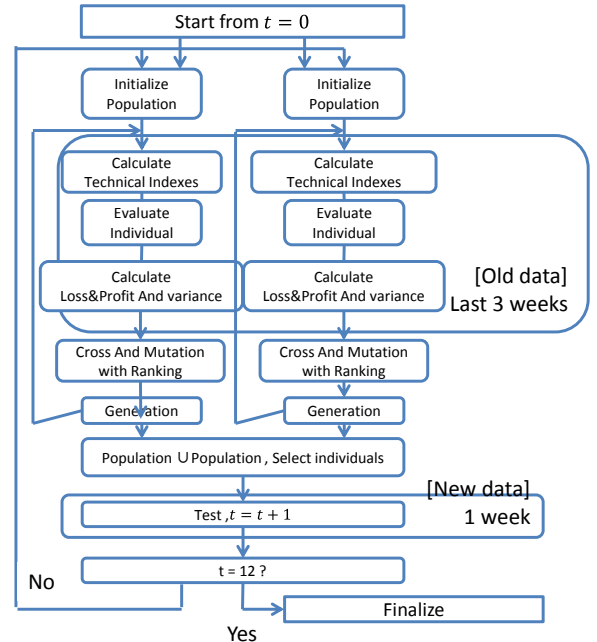


図2 提案手法の概略図。

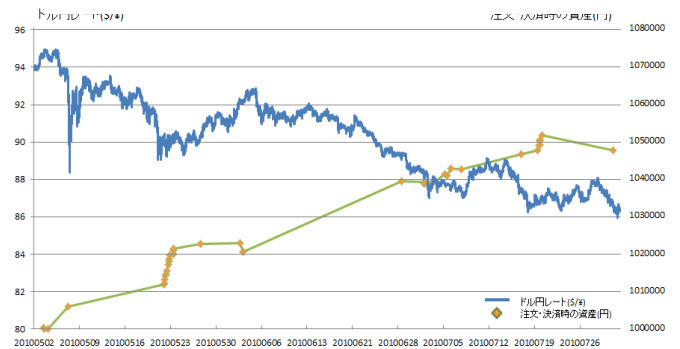


図3 2規則による運用結果

- [1] C. Neely, P. Weller and R. Dittmar, "Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach", Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 32, No. 4, pp. 405-426, 1997.
- [2] J.Y. Potvin, P. Soriano and M. Vallee, "Generating trading rules on the stock markets with genetic programming", Computers & Operations Research Vol. 31, pp. 1033-1047, 2004.
- [3] 平林明憲, 伊庭斉志, "遺伝的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化", 第22回人工知能学会全国大会, 3H-12, 2008.
- [4] K. Deb, S. Agrawal, A. Pratap and T. Meyarivan, "A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization: NSGA-II", Kanpur Genetic Algorithm Laboratory.