

November 29, 2019

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

## 進化計算によるトレンド予測

渡辺 健太

富山県立大学 電子・情報工学科

November 29, 2019

## 背景

テクニカル分析にはそれぞれ違った特徴をもっており、投資家は数多くの指標からデータにあった指標の組合せを用いて予測することになる。

しかし、その選択は投資家の経験・嗜好・勘等により異なるため、客観性にとぼしいという難点がある。

## 目的

- ・テクニカル指標の最適な組合せを学習することによって 10-tick 先の価格変動の方向を自動予測するようなプログラムの設計
- ・遺伝的アルゴリズムを用いて指標の組合せを最適化し、得られた指標の組合せを用いて未来の価格の上下を予測する手法を提案する。

株価や為替の変動を記録したデータ。データや銘柄ごとに異なるが、数秒から数分と非常に短い時間間隔で記録されている。

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

1日に数百から数千のデータが手に入り、統計処理を用いて解析するのに適している。

表 1 本研究に使用した 1993 年の株価 tick データ  
Table 1 Tick-wise stock prices in 1993.

銘柄名	業種	データ数	Tick 間隔 (s)
BBY	小売	54,821	109
SMRT	小売	12,525	473
APC	石油	23,685	253
BP	石油	73,562	83
CA	計算機器	65,051	92
IBM	計算機器	455,233	14
F	車	194,561	32
GM	車	277,241	23

## 3.1 テクニカル分析

主にチャートを利用して将来の値動きの方向性を予測する。

過去の価格データのみからどの程度の予測が可能であるかを検証。

トレンド系: 相場の傾向（上昇・下降・平坦）を知るのに利用。  
(MA, SLMA, SLEMA, MAD)

オシレータ系: 相場の強弱（強気・弱気）を知るのに利用。  
(MACD, RCI, RSI, MO1, MO2, PHL) .

1 はじめに

2 Tick データ

3 テクニカル分析  
とテクニカル指標

4 予測手法

5. シミュレーション方法

6. 結果

7 まとめ

## 3.2 テクニカル指標の概要

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

### 1 単純移動平均 (MA)

ある一定期間の価格の平均をとったもの.

$$MA(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} price(t-i) \quad (1)$$

### 2 短・長期移動平均 (SLMA)

期間の異なる単純移動平均を 2 つ使い, 2 本の線の上下関係をもとに「買い」や「売り」を判断する指標.

### 3 短・長期指數移動平均 (SLEMA)

期間内のデータをまったく同じように扱う MA を改善したもの. 新しいデータに, より大きな重みを掛け, 新しいデータを重要視する.

$$EMA(t) = (1 - \alpha) EMA(t-1) + \alpha \cdot price(t) \quad (2)$$

$\alpha = 2/(n+1)$  は平滑定数.

## 3.2 テクニカル指標の概要

6/21

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

### 4 移動平均乖離率 (MAD)

現在の価格と移動平均線を比較して、どれだけ乖離しているかを表す。

$$MAD(t) = (price(t) - MA(t)) / MA(t) \quad (3)$$

### 5 移動平均収束拡散指標 (MACD)

SEMA と LEMA の差。売買のタイミングを決めるには、この MACD と移動平均価格のゴールデンクロスとデッドクロス (SLMA 等) が有効とされている。

### 6 順位相関係数 (RCI)

時間と価格それぞれに順位をつけ、両者にどれだけの相関関係があるのかを計算し、相場のトレンドや勢い、過熱感等を知る指標。

$$RCI(t) = \left( 1 - \frac{6d}{n(n^2 - 1)} \right) \times 100 \quad (5)$$

## 3.2 テクニカル指標の概要

7/21

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

### 7 相対強度指数 (RSI)

過去の値動き幅に対する上昇幅の相対強度を表す指標。現在の株価が売られすぎか買われすぎかを判断するのに適している。

$$RSI(t) = \left( \frac{A}{A+B} \right) \times 100 \quad (6)$$

A は n 日  
間の値上がり幅の平均値, B は n 日間の値下がり幅の平均値

### 8 モメンタム (MO1, MO2)

相場の強気・弱気傾向や、傾向の反転を予測するための指標。

$$MO_n(t) = price(t) - price(t - n) \quad (7)$$

### 9 サイコロジカルライン (PHL)

株価の上昇が続くとそろそろ反落するのではないかという投資家心理を表すことができないか、ということから考え出された指標。

$$PHL(t) = \frac{\text{number of UP}}{n} \times 100 \quad (8)$$

## 4. 予測手法

8/21

本提案手法の流れは次の 3 ステップからなる。

### 4.1 予測手法の流れ

- 1 予測に用いるテクニカル指標の組合せを学習用データを用いて決定。
- 2 得られた指標の組合せごとに（同じ学習用データを用いて）予測戦略を生成。
- 3 予測戦略をテストデータに適用して予測を行い、的中率を求める。

1 はじめに

2 Tick データ

3 テクニカル分析  
とテクニカル指標

4 予測手法

5. シミュレーション方法

6. 結果

7 まとめ

## 4.2 指標の組合せ最適化

9/21

遺伝的アルゴリズム（以下 GA）に準じた進化計算手法を用いることで、より有効な指標の組合せを探し予測精度の向上を目指す。

### 4.2 指標の組合せ最適化

#### 1 遺伝子表現

指標の組合せを遺伝子として表現することで、組合せを最適化する。予測に用いる指標の個数は 1~10 の値をとり図 1 のように表現できる。

Example1) 

3	5	8	9
---	---	---	---

Example2) 

1	2	3	5	6	8	9
---	---	---	---	---	---	---

図 1 遺伝子表現の例

Fig. 1 Two examples of gene coding.

#### 2 適応度の評価

以下を一定回数繰り返す。

1. データを 10,000-tick ごとに区切る。
2. 最初のデータセットにおいて戦略を学習、次のでテスト。
3. テスト期間における予測的中率を評価値とし、世代交代。

## 4.2 指標の組合せ最適化

10/21

### 4.2 指標の組合せ最適化

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

#### 3 遺伝操作のオペレータ

エリート保存（上位 10 %）とルーレット選択（残り 90 %）による選択・淘汰, 2 点交叉, 1 個体中の 1 点をランダムに対立遺伝子へ置き換える突然変異.

#### 4 パラメータ

- 初期個体 : 長さ 10 空白のもの
- 学習回数 : 100 回
- 個体数 : 100
- 交叉率 : 0.9
- 突然変異率 : 0.01

## 4.2 指標の組合せ最適化

### 4.2 指標の組合せ最適化

#### 5 進化計算により得られた指標の組合せ

進化計算的手法により得られた最適な指標の組合せを銘柄別に表2に示す。

表2 進化計算により得られた指標の組合せ

Table 2 Best combination of indices for eight stocks.

銘柄	指標の組合せ
APC	MO1, MA, MACD, RCI
BBY	MO2, RSI
BP	MO2, SLMA, MAD
CA	MO1, SLMA
F	MO2, MA, SLMA
GM	MO2, MAD, PHL
IBM	MO2, RSI, MAD
SMRT	MO2, SLMA, MACD

1 はじめに

2 Tick データ

3 テクニカル分析  
とテクニカル指標

4 予測手法

5. シミュレーション方法

6. 結果

7 まとめ

## 4.3 予測戦略の生成

12/21

指標の組合せごとに異なった予測戦略を用いる。

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

### 1 指標の量子化

量子化の方法は、指標の性質により次の3つに分かれる。

1. 現在価格との大小関係 (MA～SLEMA)
2. 指標の値を離散化 (MAD, RCI, RSI, PHL)
3. 価格の上下の履歴 (MO1, MO2)

表 3 各指標の状態数

Table 3 Number of different states for each index.

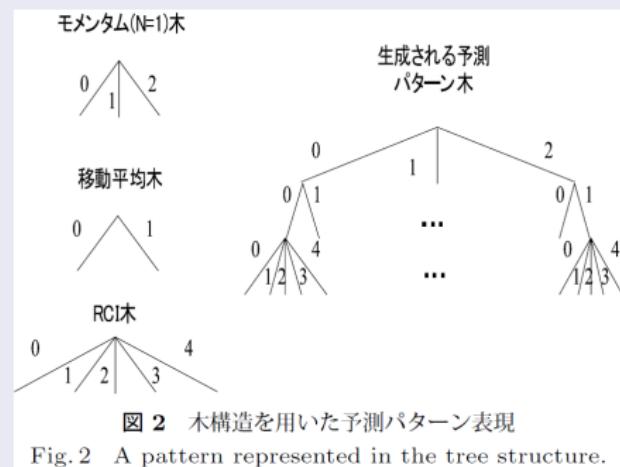
符号	指標	状態数
0	単純移動平均 (MA)	2
1	短・長期移動平均 (SLMA)	6
2	短・長期指數移動平均 (SLEMA)	6
3	移動平均乖離率 (MAD)	4
4	移動平均収束拡散 (MACD)	2
5	順位相関係数 (RCI)	5
6	相対強度指數 (RSI)	6
7	モメンタム 1 (MO1)	3
8	モメンタム 2 (MO2)	9
9	サイコロジカルライン (PHL)	6

## 4.3 予測戦略の生成

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
5. シミュレーション方法
6. 結果
- 7 まとめ

### 2 状態の分類

各時刻における株価は、使用する指標の組合せ別に複数のパターンへと分類され、パターン分類数は使用する指標の状態分類数の積だけ存在し、図 2 のように木構造を用いて表現できる。



## 4.3 予測戦略の生成

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
5. シミュレーション方法
6. 結果
- 7 まとめ

### 3 予測戦略の学習

予測パターン木の葉それぞれに上昇・下降の予測値を出す戦略を学習用データを用いて生成。

10-tick 後の価格変動の上昇・下降の条件付き確率の大きい方を予測戦略とする(表 4).

表 4 戦略テーブル  
Table 4 Strategy table.

(MO1,MA,RCI)	上昇回数	下降回数	戦略
(0,0,0)	55	120	DOWN
(0,0,1)	23	6	UP
(0,0,2)	123	100	UP
•	•	•	•
•	•	•	•
(1,2,4)	8	4	UP

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

## 1 設定

- 予測期間 : 10-tick
- 銘柄 : NYSE の株価 8 銘柄  
(APC, BBY, BP, CA, F, GM, IBM, SMRT)
- 学習用データ : 1993 年 1 月～1993 年 6 月末日
- テスト用データ : 1993 年 7 月～1993 年 12 月末日

## 2 実験に用いる指標

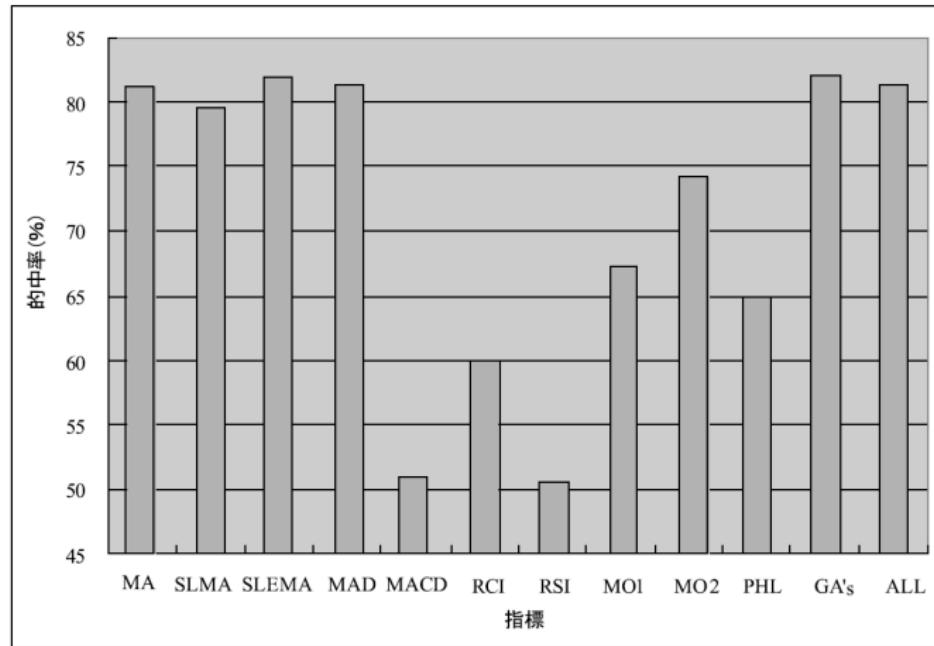
次の 3 通り計 12 種類を用いる。

- (1) 10 指標をそれぞれ用いる
- (2) 前章で得られた最適指標セット (GA's)
- (3) 10 指標すべて (ALL)

## 6. 結果

図 3 に IBM と SMRT 株について予測を行った結果を示す。

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
5. シミュレーション方法
6. 結果
- 7 まとめ



## 6. 結果

図 3 に IBM と SMRT 株について予測を行った結果を示す。

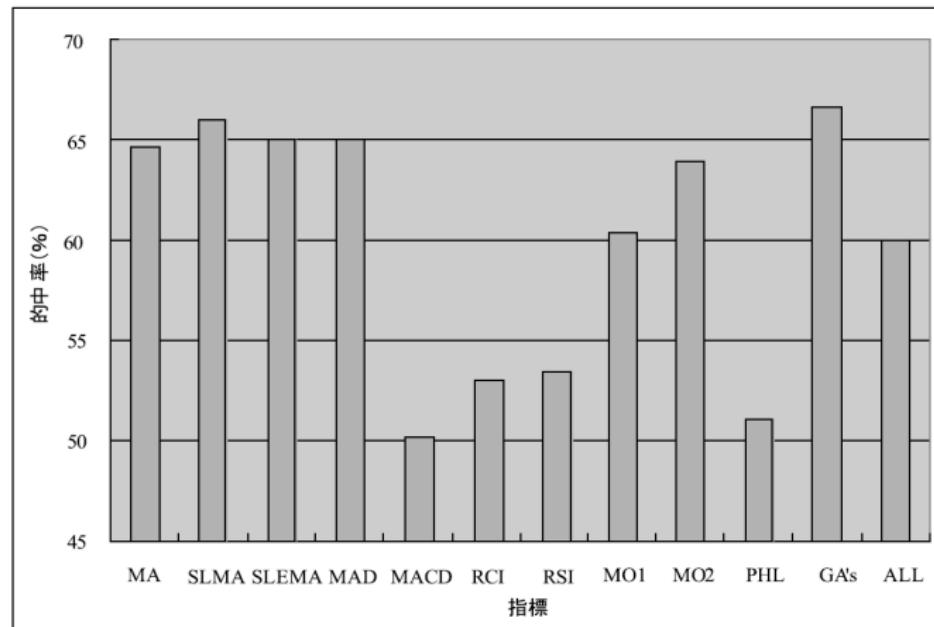


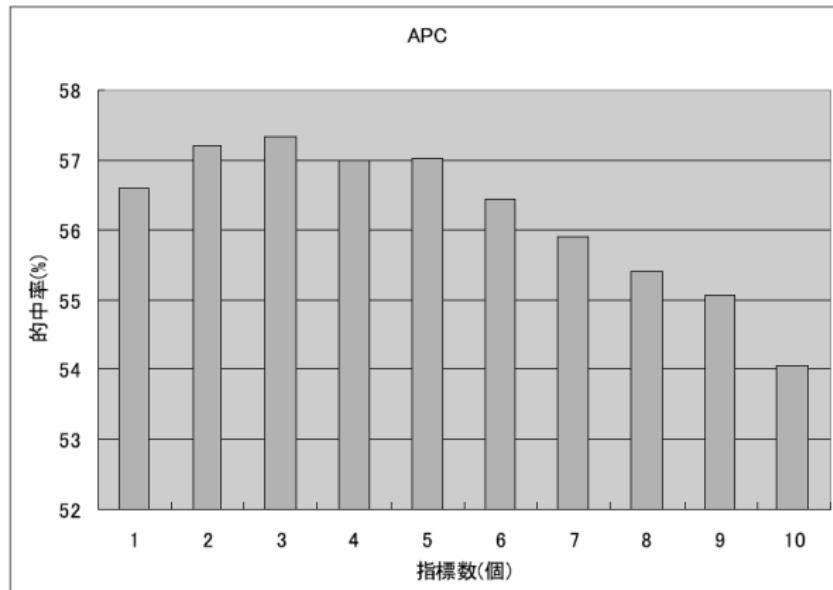
図 3 各指標の予測的中率 (上図 : IBM, 下図 : SMRT)

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
5. シミュレーション方法
6. 結果
- 7 まとめ

## 6. 結果

指標数別の的中率を図 4 に示す.

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ



## 6. 結果

指標数別の的中率を図 4 に示す。

- 1 はじめに
- 2 Tick データ
- 3 テクニカル分析  
とテクニカル指標
- 4 予測手法
- 5. シミュレーション方法
- 6. 結果
- 7 まとめ

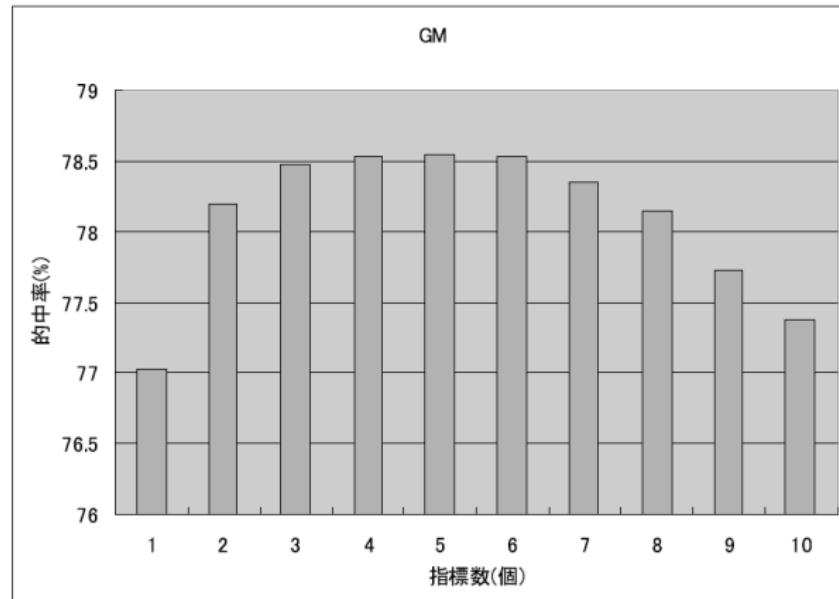


図 4 指標数別の的中率 (上図 : APC, 下図 : GM)

## 6. 結果

表 5 に銘柄別の的中率を示す。

**表 5 銘柄別の的中率**

Table 5 Prediction rate according to stock symbols.

銘柄	的中率 (%) : 最良	的中率 (%) : 平均
APC	57	55
BBY	59	57
BP	65	63
CA	63	62
F	69	68
GM	79	77
IBM	82	81
SMRT	67	64

1 はじめに

2 Tick データ

3 テクニカル分析  
とテクニカル指標

4 予測手法

5. シミュレーション方法

6. 結果

7まとめ

## まとめ

- 1 テクニカル指標の組合せによって状態のラベル付けを行った.
- 2 各状態ごとに過去のデータより学習を行って戦略を自動生成するシステムを提案, 実データを予測した.
- 3 tick 価格が少なくとも 10-tick 先までの記憶を有すること, および上記の方法により価格変動のトレンドを自動予測するシステムが機能することを実証できた.

## 今後の課題

- 1 各指標を求めるのに用いる期間 (ticks) は予測結果に大きく影響することから, 最適な期間を選択する機能を予測システムに組み込むこと