

Моделювання Генетичного Алгоритму для Задачі Оптимізації Інвестиційного Портфеля

Денис Ган
Кафедра комп'ютерних наук
Національний лісотехнічний університет України
Львів, Україна
han_denys@nltu.lviv.ua

Modeling of Genetic Algorithm for Problem of Optimization of Investment Portfolio

Denys Han
Department of Computer Sciences
Ukrainian National Forestry University
Lviv, Ukraine
han_denys@nltu.lviv.ua

Анотація—Описано модель генетичного алгоритму для задачі оптимізації фондового портфеля.

Abstract— genetic algorithm model for the problem of stock portfolio optimization is described

Ключові слова—генетичний алгоритм, інвестиційний портфель, інвестиції, фондовий ринок

Keywords—genetic algorithm, investment portfolio, investments, stock market

I. ВСТУП

Генетичний алгоритм – це метод штучного інтелекту, який моделює процес природного відбору для розв'язання оптимізаційних проблем. Оскільки зміни на фондовому ринку не є випадковими, а залежать від багатьох факторів, то це створює можливість досліджувати ці фактори для потенційного передбачення подальшого руху ринку і окремих акцій. Генетичні алгоритми добре підходять для даної задачі оскільки вони можуть ефективно працювати з великою кількістю вхідних даних та індикаторів, адаптуватися до змін в стані ринку на нелінійних взаємодій між вхідними параметрами, які є на фондовому ринку.

У даній статті описується модель генетичного алгоритму, що може використовуватися для задачі оптимізації інвестиційного портфеля інвестора.

Загалом, будь-який генетичний алгоритм складається з технічних індикаторів, функції оцінки, моделі стратегії (хромосоми) та етапів самого алгоритму – відбору, схрещення, мутацій [3].

II. ФУНКЦІЯ ОЦІНКИ

Функція оцінки залежить від задачі під яку оптимізована вже конкретна реалізація генетичного алгоритму. У випадку задачі оптимізації фондового портфеля, це може бути, як підбір співвідношень акцій,

цінних паперів та готівки що приведуть до потенційно найбільших прибутків у короткостроковому інтервалі, так і підбір найприбутковішої комбінації на довгий період часу, а також, підбір стратегії що мінімізує потенційні втрати у випадку фінансової кризи.

У випадку роботи з фондовим ринком функція оцінки зазвичай виконує результуючу стратегію відносно історичних даних поведінки ринку у заданій ситуації і результатом є фінансовий результат виконання цієї стратегії.

III. ТЕХНІЧНІ ІНДИКАТОРИ

Оскільки завданням процесу оптимізації є прогнозування напрямку цінових змін фондового індексу, технічні індикатори використовуються в якості вхідних змінних для класифікатора. Загалом з існуючих технічних індикаторів, що використовуються в фінансовій сфері [1], [2], було обрано 7 наступних індикаторів для отримання інформації з фінансових часових рядів і саме вони діють як функції, що використовуються для прогнозування руху фондового ринку.

1. Швидкість зміни (*ROC – Rate of change*): вимірює різницю між поточною ціною і ціною N днів тому. Він розраховується таким чином:

$$ROC_n = \frac{C_t}{C_{t-n}} \quad (1)$$

де C_t - ціна закриття в момент часу t .

2. Відношення (*Ratio*): це відношення між двома *ROC*, обчисленими за різні часові інтервали. Зокрема,

$$ROC_n / ROC_m \quad (2)$$

для $n > m$ є інформативним, оскільки дає зрозуміти як змінюється ціна з часом.

3. Невідповідність (Disparity): відображає відстань поточної ціни від рухомого середнього за останні n днів (MA_n). Розраховується наступним чином:

$$Disparity_n = \frac{C_t}{MA_n} \quad (3)$$

4. Ціновий осцилятор: цей показник вимірює різницю між двома рухомими середніми цінами цінних паперів. MA_n/MA_m для $m > n$
5. Стохастичний осцилятор: порівнює, де є ціна акції відносно її діапазону цін за певний період часу. Розраховується таким чином:

$$\%K = \frac{C_t - LL_{t-n}}{HH_{t-n} - LL_{t-n}} \quad (4)$$

$$\%D = (\sum_{i=0}^{n-1} \%K_{t-i})/n \quad (5)$$

$$Oscillator = \%K - \%D \quad (6)$$

де HH_t та LL_t – це найвища та найнижча ціна за останні n днів.

6. Гістограма MACD: вказує на зміни сили та напрямку тренду у ціні акції. Розраховується наступним чином:

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26} \quad (7)$$

$$signal = EMA_9 \text{ of } MACD \quad (8)$$

$$MACD \text{ histogram} = MACD - signal \quad (9)$$

де EMA_n – це експоненціальне рухоме середнє останніх n днів.

7. Параболічний SAR (Stop and reverse - «Зупинка та реверс»): цей показник відстає від ціни, щоб показати напрямок тренду акції та потенційні точки, де ця тенденція має більшу, ніж зазвичай, ймовірність зміни напрямків. Він розраховується рекурсивно на основі попередніх даних:

$$SAR_{n+1} = SAR_n + \alpha(EP - SAR_n) \quad (10)$$

де SAR_n та SAR_{n+1} – це значення показника за цей та наступний період.

IV. МОДЕЛЬ СТРАТЕГІЇ

Структура хромосоми зазвичай бути представлена у вигляді послідовності чисел або бітів, де кожне число або група бітів відповідає певному параметру чи умові стратегії. Генетичний алгоритм потім може маніпулювати цими числами або бітами для еволюції стратегій та підвищення їхньої ефективності від покоління до покоління [4].

У даній моделі для опису хромосоми використовується бітове число що складається з

- Параметрів технічних індикаторів: набір параметрів для кожного використаного технічного індикатора. Наприклад, для рухомого середнього це періоди рухомого середнього, для стохастичного осцилятора - періоди часу.
- Умови входу та виходу з позиції: коли відкривати позицію (наприклад, коли період короткострокового рухомого середнього перетинається з довгостроковим періодом вгору), і коли закривати позицію (наприклад, коли ціна перетинає короткостроковий рухомий середній у зворотному напрямку).
- Метод управління капіталом: Вибір стратегії управління капіталом, такий як розмір позиції, збільшення або зменшення ризику в залежності від умов ринку.
- Стратегії ризику: умови поведінки при ризикових операціях такі як stop-loss та take-profit для мінімізації збитків та максимізації прибутків.

V. ЕТАПИ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Для підбору використовується стратегія *Ranking Selection* [4] у якій стратегії за функцією оцінки потрапляють у нумерований список і далі номер у списку використовується для схрещення. Це дозволяє уникнути надання найбільшої частки нащадків невеликій групі високооцінених стратегій.

Для операції схрещення використовується підхід *Scattered Crossover*. У цьому методі рекомбінації випадковим чином створюється бітова маска тієї ж довжини, що й батьківські хромосоми, і елементи цієї маски вирішують результат схрещення.

Таким чином, гени першої дитини відбираються від першого батька, де маска дорівнює 1 і від другого батька, де маска дорівнює 0, і навпаки для другої дитини. Це дозволяє використовувати всі батьківські гени в процесі схрещення.

Мутація використовується для створення випадковості у стратегіях що швидко прямують до якогось локального мінімуму. Для мутації використовується простий підхід зміни випадкової кількості біт у стратегії. Кількість мutowаних біт залежить від покоління. Це дозволяє використовувати більшу кількість мутацій на початку роботи алгоритму і зменшити їх кількість у далеких поколіннях нащадків.

Критерієм закінчення виконання алгоритму у даному випадку є число g_{max} – максимальна кількість поколінь при досягненні якої алгоритм повертає ту стратегію що має найкращий результат за функцією оцінки.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Murphy, John J. Technical Analysis of the Financial Markets. 1st ed. New York: New York Institute of Finance, 1999.
- [2] Rockefeller, Barbara. Technical Analysis for Dummies. 2nd ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2011.
- [3] Holland, John H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. Ann Arbor: The University Of Michigan Press, 1975.
- [4] Melanie, Mitchell. An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge: Mit Press, 1998.