

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ ГЕНЕРАЦІЇ ВИПАДКОВИХ ОРДЕРІВ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ БІРЖОВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Вовченко А. М.

Науковий керівник – д.т.н, проф. Єрохін А. Л.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ,
м. Харків, Україна

e-mail: artem.vovchenko@nure.ua

These theses demonstrate how Random Number Generators (RNGs) testing can be used to assess the validity of the Efficient Market Hypothesis (EMH). The Overlapping Serial Test (OST), a common method in RNG analysis, is employed to identify irregular patterns within the sequences of upward and downward movements in stock markets. The findings reveal prevalent distinctive recurring patterns across most stock markets, which challenge the assumptions of the efficient market hypothesis. The Objective Short-Term (OST) test detects a unique form of non-randomness that differs from conventional econometric tests for long- and short-term memory. Identifying these anomalies could potentially improve market efficiency.

У галузях, які використовують механізми симуляції, таких як розробка та супровід біржового програмного забезпечення, використовуються алгоритми генерації випадкових ордерів. Біржове програмне забезпечення дозволяє автоматизувати торгівельні процеси на фінансових фондових, валютних, товарних ринках та ринках похідних інструментів. Для відтворення тестових сценаріїв та перевірки коректності роботи біржових програмних систем під навантаженням нерідко використовують стимуляційні моделі, що генерують випадкові тестові ордери. У разі виявлення дефектів, розроблюються нові алгоритми генерації випадкових ордерів, які в свою чергу породжують нові тести, таким чином утворюючи нескінчений еволюційний цикл. Це призводить до постійного зростання рівня складності алгоритмів.

Існують схожі проблеми у інших галузях людської діяльності, де є потреба у визначенні закономірностей. У біологічних науках дослідники цікавляться ступенем випадковості в електроенцефалограмах (ЕЕГ), електроміографії (ЕМГ) або кардіоваскулярних вимірах; у математичних та обчислювальних науках спеціалісти можуть порівнювати видиму випадковість послідовних цифр у ірраціональних числах, таких як π , e , $\sqrt{2}$ або $\sqrt{3}$ [1]. Аналогічно, у соціальних науках коливання в інтернет-активності можуть представляти загрози національній безпеці, породжувати нові тенденції, політичні зміни. Для цих проблем знання, отримане під час тестування випадкових ордерів, може бути корисним у

вирішенні питання, чи існують закономірності у видимій випадковості феноменів.

У дослідженні використано тест перекриваючих серій (OST) з аналізу випадкових ордерів для тестування широко обговорюваної гіпотези про ефективний ринок у фінансах, розглядаючи ринки як системи, які генерують випадкові ордери [2]. Аналізуючи, чи проявляє фондовий ринок аномальні закономірності рухів, та використовуючи 76 щоденних індексів закриття цін з усього світу, ми показуємо, що тести OST здатні виявити аномалії у розподілі їхніх закономірностей рухів у більшості індексів. Крім того, ми виявляємо значні відмінності у ступені та типах ринкової неефективності між різними індексами, навіть між індексами, що цікавляться на одній фондовій біржі.

Розробка робить кілька внесків. По-перше, ми демонструємо цінність використання тестів з різних галузей. Тест перекриваючих серій Гуда використовується для тестування генераторів випадкових чисел, які, очевидно, лежать в основі усіх симуляцій [2]. По-друге, ми встановлюємо результати в більш широкому контексті. Підхід, який було застосовано для аналізу рухів фондового ринку, може бути застосований до інших видів проблем на межі розрізнення сигналу і шуму [3].

Приклад коду мовою програмування Python для генерації випадкових ордерів:

```
import random

class Order:
    def __init__(self, price, quantity):
        self.price = price
        self.quantity = quantity

    def __str__(self):
        return f'Order: [ Price: {self.price}, Quantity: {self.quantity} ]'

class OrderGenerator:
    @staticmethod
    def __randomize_base(base, deviation):
        rand_variation = random.uniform(-abs(deviation), abs(deviation))
        return max(1, round(base * (1 + rand_variation)))

    def __init__(self, price_variation, quantity_variation):
        self.px_percent = price_variation
        self.qty_percent = quantity_variation

    def generate_random_order(self, market_price, market_quantity):
        price = self.__randomize_base(market_price, self.px_percent)
        quantity = self.__randomize_base(market_quantity, self.qty_percent)
        return Order(price, quantity)

orders = [OrderGenerator(0.05, 0.2).generate_random_order(100, 200) for _
in range(10)]
for order in orders:
    print(order)
```

Код 1 – Генерація випадкових ордерів

```
→ ml python3 main.py
Order: [ Price: 103, Quantity: 165 ]
Order: [ Price: 99, Quantity: 186 ]
Order: [ Price: 103, Quantity: 178 ]
Order: [ Price: 103, Quantity: 162 ]
Order: [ Price: 100, Quantity: 238 ]
Order: [ Price: 102, Quantity: 183 ]
Order: [ Price: 103, Quantity: 190 ]
Order: [ Price: 104, Quantity: 171 ]
Order: [ Price: 99, Quantity: 221 ]
Order: [ Price: 98, Quantity: 221 ]
```

Рисунок 1 – Результат генерації 10 випадкових ордерів

Розроблений алгоритм генерує ордери, параметри яких базуються на поточних ринкових показниках, а саме: краща ціна та кількість, що торується за кращою ціною (див. рис. 1). Для генерації ціни та розміру ордерів задається коефіцієнт відхилення, який визначає проміжок допустимих випадкових значень для відповідних параметрів. Такий підхід є кращим за звичайну непараметризовану випадкову генерацію, адже він дозволяє частково відтворити поведінку реальних біржових акторів, які формують ордери, керуючись поточними ринковими показниками.

Висновки: використання алгоритмів генерації випадкових ордерів має велике значення для тестування біржового програмного забезпечення. Цей підхід дозволяє емулювати різноманітні умови та сценарії, які можуть бути відтворені у реальному світі. Зокрема, генерація випадкових ордерів допомагає виявляти проблеми з обробкою замовлень, розрахунками цін, а також перевіряти відповідність програми біржовим регламентам та стандартам.

Список використаних джерел:

1. D. Lai, M. Danca. Fractal and statistical analysis on digits of irrational numbers. *Chaos, Solution & Fractals*. 2008. P. 246–252.
2. Khovrat A., Kobziev V., Nazarov A., Yakovlev S. Parallelization of the VAR Algorithm Family to Increase the Efficiency of Forecasting Market Indicators During Social Disaster. *Information Technology and Implementation (IT&I 2022): 9th International Conference, Kyiv, 30 November – 2 December 2022: CEUR Workshop Proceedings*. No. 3347, P. 222–233. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3347/Paper_19.pdf (дата звернення: 05.03.2024).
3. F. Bellini. Are the least successful traders those most likely to exit the market? A survival analysis contribution to the efficient market debate. *European Journal of Operational Research*. 2022. P. 330–345.