

СЦЕНАРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕГРЕСИВНОГО АНАЛІЗУ ТА МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз методів для моделювання сценаріїв з використанням регресійного аналізу та методу Монте-Карло. Розглянуто можливість оптимізації процесу фінансового прогнозування шляхом аналізу автоматично згенерованих сценаріїв.

Ключові слова: сценарне моделювання; регресійний аналіз; Монте-Карло; фінансове прогнозування.

Abstract

The methods for modeling scenarios using regression analysis and Monte Carlo simulation are analyzed. The possibility of optimizing the financial forecasting process by analyzing automatically generated scenarios is considered.

Keywords: scenario modeling; regression analysis; Monte Carlo; financial forecasting.

Вступ

Сценарне моделювання - це метод дослідження, який використовується для оцінки потенційних наслідків різних сценаріїв розвитку подій у майбутньому. Сценарний аналіз може бути корисним інструментом у різних галузях, включно з бізнесом, економікою, політикою, стратегічним плануванням та управлінням ризиками. Він допомагає знизити невизначеність і підвищити якість прийнятих рішень, що особливо важливо в умовах мінливого середовища, що швидко змінюється, і високого ступеня невизначеності [1].

В фінансах, сценарне моделювання зазвичай передбачає наявність двох типів змінних: залежних (наприклад ціна на акції) та пояснювальних (стан ринку, макроекономічні показники, тощо). В такому випадку, сценарний аналіз зводиться до таких кроків як: пошук залежностей та тенденцій між двома наборами змінних, визначення або генерація сценаріїв які описують поведінку пояснювальних змінних, обрахунок значень залежних змінних для кожного сценарію [2].

Використання регресивного аналізу дозволяє визначити залежності між залежною та декількома незалежними змінними, а також використовувати отримані коефіцієнти в подальшому для прогнозування значень залежної змінної. Метод Монте-Карло, в свою чергу дозволяє згенерувати велику кількість сценаріїв поведінки пояснювальних змінних, які після проведення аналізу дадуть можливість проведення ймовірнісної оцінки ризиків та можливої дохідності залежних змінних.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності сценарного моделювання шляхом поєднання методу Монте-Карло та регресивного аналізу, що дозволить автоматично генерувати сценарії, обраховувати значення залежних змінних та проводити оцінку ризиків на основі отриманих даних [3].

Результати дослідження

Для виконання поставленої задачі першочергово необхідно сформулювати набір пояснювальних та залежних змінних для проведення дослідження. Наприклад для виконання аналізу ціни на акції Apple, необхідно використовувати історичні дані цін на акції як залежну змінну, а для пояснювальних необхідно підібрати оптимальний набір змінних, які мають вплив на неї. Враховуючи те що, Apple є виробником товарів, а їх продукти продаються на загальному ринку, можна вибрати такі змінні: індекс загальної позики та відсоткової ставки позик, індекс Dow Jones Industrial Average, середній індекс споживчих цін, загальний індекс промислового виробництва, рівень безробіття, індекс експортних цін, промислові та комерційні кредити всіх комерційних банків. Дані всіх обраних змінних необхідно завантажити та привести до однакової частоти. Враховуючи, те що, деякі індекси мають не

велику частоту оновлення, для дослідження було обрано оптимальну частоту історичних даних в 1 місяць.

Після завантаження та обробки всіх даних, необхідно виконати регресивний аналіз між кожною залежною змінною та всіма пояснювальними. Для підвищення точності встановлених взаємозв'язків, необхідно використовувати декілька методів регресії, в дослідженні були обрані такі моделі як: лінійна регресія методом найменших квадратів (OLS), Lasso з ітераційною підгонкою вздовж шляху регуляризації, Lasso з інформаційним критерієм Байеса та квантильна регресія [2].

Провівши обрахунок коефіцієнтів регресії для заданого прикладу, оптимальним методом регресії для даного набору змінних було обрано регресію методом найменших квадратів з найменшою абсолютною похибкою 4% (рисунок 1).

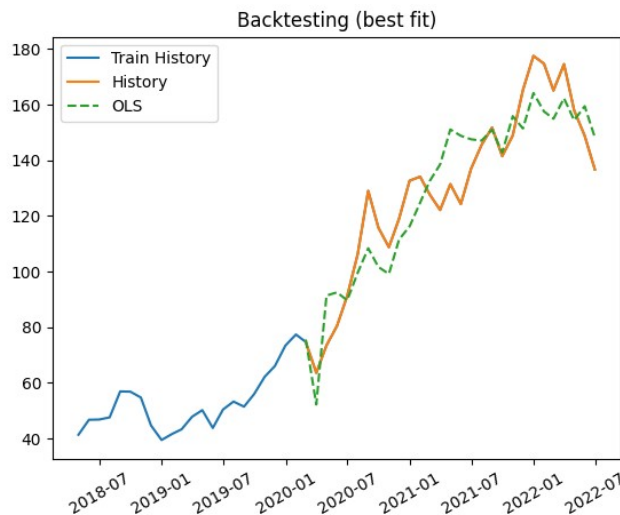


Рисунок 1 – Результати зворотного тестування з використанням методу OLS

Отримані результати регресивного аналізу можна використовувати для обрахунку як задних сценаріїв від контролюючих установ, так і для проведення ймовірнісної оцінки ризиків методом Монте-Карло. Для виконання ймовірнісного аналізу, необхідно згенерувати випадкові сценарії поведінки для всіх пояснювальних змінних. На рисунку 2 показано згенеровані сценарії для однієї з змінних. В в проведеному дослідженні використовувалось 1000 автоматично згенерованих сценаріїв з періодом прогнозування в 12 місяців.

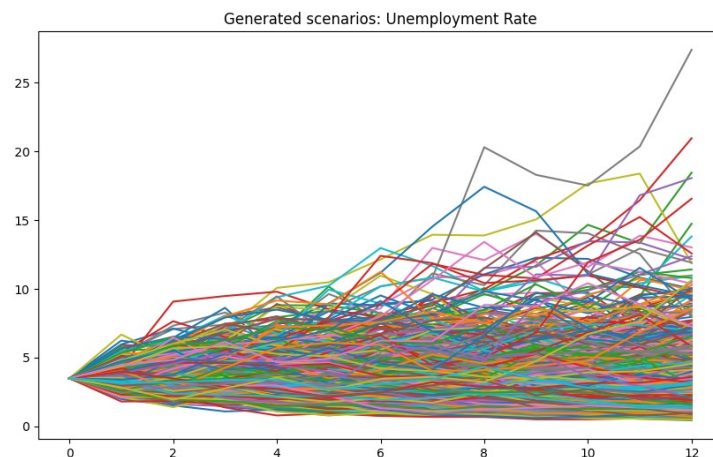
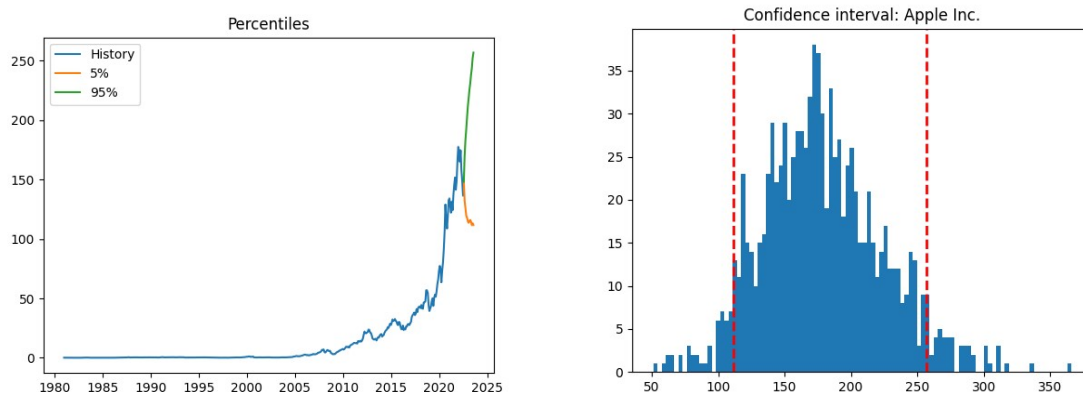


Рисунок 2 – Автоматично згенеровані сценарії рівня безробіття

Для подальшого проведення аналізу залежної змінної, необхідно обрахувати її поведінку для кожного з згенерованих сценаріїв, використовуючи збережені коефіцієнти регресії. Після проведення розрахунку значень залежної змінної для кожного із сценаріїв, на основі отриманих даних, можна провести ймовірнісну оцінку ризиків та можливої прибутковості акцій.

Обрахунок 5 та 95 перцентилів дали такі результати: існує 5% ймовірність що ціна на акції Apple в 2024 році підніметься до 250 доларів, а також існує 5% ймовірність, що ціна на акції впаде до 110 доларів (рисуюнок 3).



Рисуюнок 3 – 5 та 95-й перцентилі, довірчий інтервал

Побудована діаграма з довірчим інтервалом, вказує на найбільш ймовірні значення цін на акції Apple в 2024 році. З отриманої діаграми можна зробити висновок, що найбільш ймовірна ціна на акції Apple буде близькою до 175 доларів.

Висновки

В даній роботі було досліджено поєднання регресивного аналізу з моделюванням методом Монте-Карло для автоматичного генерування та аналізу сценаріїв. Було запропоновано підхід для пошуку взаємозв'язків між залежними та пояснювальними змінними з використанням різних моделей регресії, що дозволяє покращити точність регресивного аналізу завдяки підбору оптимальної моделі для кожної змінної використовуючи значення абсолютної похибки. Окрім цього запропонований підхід є універсальним як для обрахунку заданих сценаріїв, так і для ймовірнісної оцінки поведінки залежних змінних в залежності від поведінки ринку. Це дозволяє максимально ефективно ідентифікувати ризики, та застосовувати інструменти для зменшення фінансових втрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарчук О. В., Застосування методу Монте-Карло для виконання сценарного стрес-тестування інвестиційного портфелю [Електронний ресурс] / О. В. Захарчук, Р. Н. Кветний // Конференції ВНТУ електронні наукові видання. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2021/paper/view/12333>.

2. Karasan A., Machine Learning for Financial Risk Management with Python. / A. Karasan – O'Reilly Media, 2021. – 230c

3. McLeish L., Monte Carlo Simulation and Finance. / L. McLeish – Wiley, 2005 – 387c.

Захарчук Олександр Васильович — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olekmay@gmail.com;

Керівник: **Кветний Роман Наумович** — д-р. техн. наук, професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Zaharchuk Oleksandr V. — graduate student of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: olekmay@gmail.com;

Supervisor: **Kvyetnyy Roman N.** – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Automation and Intelligent Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.