

у багатьох напрямках. Наприклад, можна досліджувати ефективність та збіжність різних модифікацій методів Ньютона та хорд, розробляти адаптивні методи зміни кроку ітерацій для підвищення швидкості збіжності, або використовувати ці методи для розв'язання складних систем рівнянь.

Список використаних джерел

1. Чисельні методи: навчальний посібник / Л. О. Волонтир, О. В. Зелінська, Н. А. Потапова, І. А. Чіков. Вінниця: ВНАУ. 2020. 322 с.
2. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Чисельні методи: навчальний посібник. Харків: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 180 с.
3. Гончаров О. А., Васильєва Л. В., Юнда А. М. Чисельні методи розв'язання прикладних задач: навч. посіб. Суми: Сумський державний університет, 2020. 142 с.

УДК 004.6

*Юрчук Д. М., здобувач 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки, науковий керівник:
Волонтир Л. О., старший викладач кафедри інформаційних технологій*

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО В МОДЕЛЮВАННІ ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ АКТИВІВ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Метод Монте-Карло – це клас обчислювальних алгоритмів, які використовують випадкові числа для розв'язання математичних і фізичних задач, що можуть бути надто складними або неможливими для аналітичного розв'язання. Основна ідея методу полягає в моделюванні випадкових процесів і статистичному аналізі їх результатів для отримання наближених розв'язків.

Метод Монте-Карло був винайдений Джоном фон Нейманом і Станіславом Уламом під час Другої світової війни для покращення прийняття рішень у невідомих умовах.

Метод Монте-Карло використовується для чисельного інтегрування, розв'язання диференціальних рівнянь, оптимізації, а також для моделювання систем із великою кількістю змінних, де традиційні детерміністичні методи неефективні. В основі методу лежить генерація випадкових або псевдовипадкових чисел, які використовуються для створення статистичної вибірки. Ця вибірка дає змогу оцінювати характеристики системи або процесу, що моделюється.

Підходи моделювання на основі методу Монте-Карло використовують у своїй основі єдиний шаблон:

1. Визначити область можливих вхідних даних.
2. Випадковим способом згенерувати вхідні дані із визначеної вище області за допомогою деякого заданого розподілу ймовірностей.
3. Виконати детерміновані обчислення над вхідними даними.
4. Проміжні результати окремих розрахунків звести у кінцевий результат.

У випадках невизначеності прогнозованої оцінки за методом Монте-Карло середня очікувана величина є результатом усереднення значень кількох проведених експериментів. Моделювання за методом Монте-Карло має широкий спектр застосувань у галузях, які оцінюються випадковими змінними, зокрема в бізнесі та інвестиціях. Вони використовуються для оцінки ймовірності перевищення витрат у великих проєктах і ймовірності того, що ціна активу змінюватиметься за випадковим законом.

Телекомунікаційні компанії використовують метод для оцінки продуктивності мережі в різних сценаріях, що допомагає їм оптимізувати власні мережі. Фінансові аналітики використовують моделювання за методом Монте-Карло, щоб оцінити ризик дефолту підприємства та проаналізувати похідні інструменти, як-от опціони. Страховики та буритьники нафтових свердловин також використовують їх для вимірювання ризику.

На відміну від звичайної моделі прогнозування, моделювання Монте-Карло передбачає набір результатів на основі оціненого діапазону значень у порівнянні з набором фіксованих вхідних значень. Тобто симуляція Монте-Карло будує модель можливих результатів за допомогою розподілу ймовірностей, як-от рівномірний або нормальний розподіл, для будь-якої змінної, що має невизначеність. Потім відбувається перерахування результатів, щоразу з використанням іншого набору випадкових чисел між мінімальним і максимальним значеннями. У типовому експерименті Монте-Карло цю вправу можна повторювати тисячі разів, щоб отримати велику кількість ймовірних результатів.

Завдяки своїй точності моделювання Монте-Карло також використовується для довгострокових прогнозів. Зі збільшенням кількості вхідних даних зростає й кількість прогнозів, що дає змогу точніше прогнозувати результати в більш віддаленому часі. Коли моделювання Монте-Карло завершено, воно дає ряд можливих результатів з імовірністю кожного результату.

Розглянемо моделювання за методом Монте-Карло в фінансовій оцінці активів. Процес складається з таких етапів:

Етап 1. Щоб спроєктувати одну можливу цінову траєкторію, використовують історичні дані про ціну активу, щоб створити серію періодичних щоденних прибутків за допомогою натурального логарифма:

$$\text{Періодичне щоденне повернення} = \ln\left(\frac{\text{Ціна дня}}{\text{ціна попереднього дня}}\right).$$

Етап 2. Далі використовують функції *AVERAGE*, *STDEV.P* і *VAR.P* для всього результуючого ряду, щоб отримати вхідні дані середнього добового доходу, стандартного відхилення та дисперсії відповідно. Дрейф даних дорівнює:

$$\text{Дрейф} = \text{Середній добовий дохід} - \frac{\text{Дисперсія}}{2},$$

де середній добовий дохід = Виготовляється з Excel.

Функція *AVERAGE* із ряду періодичних щоденних прибутків.

Дисперсія = Виготовляється з Excel.

Функція *VAR.P* із ряду періодичних щоденних прибутків.

До того ж дрейф може бути встановлений на 0. Цей вибір відображає певну теоретичну орієнтацію, але різниця не буде великою, принаймні для коротших часових меж.

Етап 3. Далі отримують випадковий вхід:

$$\text{Випадкове значення} = \sigma \times \text{NORMSINV}(\text{RAND}()),$$

де σ = Стандартне відхилення, отримане з Excel.

Функція *STDEV.P* із періодичних щоденних показників.
NORMSINV і *RAND* = Функції Excel.

Рівняння для ціни наступного дня таке:

$$\text{Ціна наступного дня} = \text{Сьогоднішня ціна} \times \sigma^{(\text{Дрейф} + \text{Випадкове значення})}$$

Етап 4. Щоб привести є до заданого степеня x у Excel, ми можемо скористатись функцією EXP: EXP(x). Повторити цей розрахунок потрібно необхідну кількість разів (кожне повторення означає один день).

Результатом є імітація майбутнього руху ціни активу.

Моделювання Монте-Карло показує спектр ймовірних результатів для невизначеного сценарію. Ця техніка присвоює кілька значень невизначеним змінним, отримує кілька результатів, а потім бере середнє значення цих результатів, щоб отримати оцінку.

Від інвестування до проєктування метод Монте-Карло використовується в багатьох програмах для вимірювання ризику, зокрема для оцінки ймовірності прибутку чи збитку від інвестицій або ймовірності того, що проєкт перевищить бюджет.

Список використаних джерел

1. Сайт IBM. URL: <https://www.ibm.com/topics/monte-carlo-simulation> (дата звернення: 16.05.2024).
2. Сайт вервісу TECHTARGET. URL: <https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/Monte-Carlo-simulation> (дата звернення: 16.05.2024).
3. Monte carlo simulation: what it is, history, how it works, and 4 key steps / by W. Kenton. 27.06.2024. URL: <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp> (дата звернення: 16.05.2024).