

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕДБАЧУВАНOSTІ ЙМОВІРНІСНИХ РІШЕНЬ ЗГІДНО ЗАКОНУ ВЕЛИКИХ ЧИСЕЛ У СИСТЕМАХ ІЗ ВІДСУТНІСТЮ СТАНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дана робота має на меті зобразити основні принципи застосування випадковості та закону великих чисел у ігровій та фінансовій сферах. Особливо увагу приділено способам досягнення справжньої випадковості подій, яка одночасно наближається до певної закономірності згідно закону великих чисел. Ключовим є виведення набору правил та формул, що забезпечать результат у передбачених межах, і, одночасно із цим, повністю випадковий результат кожної індивідуальної події. Також слід згадати, що ускладненням є вимога до системи бути без стану.

Ключові слова: *випадковість, статистична значущість, математична формула, закон великих чисел, волатильність, передбачуваність, перевага дому (гральн.), система із використанням стану, система без використання стану.*

Abstract

This paper is aimed to depict the main principles of randomness's application and big numbers rule's application in gambling and finances. Ways to achieve a real randomness which also sticks to some fashion according to the rule of big numbers is described with an especial detail. The focus is set on derivation of set of rules and formulas which would provide an outcome in predictable boundaries on statistically significant sets of data while being absolutely random at each individual event. Also, to mention, the complication is the requirement to the system to be stateless.

Keywords: *randomness, statistical significance, mathematical formula, big numbers rule, volatility, predictability, house advantage, stateful, stateless.*

Вступ

Сучасна ігрова індустрія, зокрема і азартних ігор, тісно інтегрована у сферу інформаційних та цифрових технологій, оскільки це дозволяє забезпечувати централізовану єдину систему, вносити зміни відповідно до вимог законодавства та спростити процес сертифікації і отримання дозволів на діяльність. Проте специфіка галузі також призводить до виникнення ряду питань, що потребують рішень для ефективного функціонування. Зокрема, однією із основних є ускладнення, яке зумовлене власне особливістю забезпечення принципів гри та регуляції галузі на рівні законодавства, з відповідними вимогами до архітектури таких систем. В більшості випадків, на рівні сертифікаційних організацій та органів влади стоїть висока захищеність системи, зберігання всіх даних щодо транзакцій та чітке розділення функцій між компонентами, із окремою сертифікацією кожного із них, а також обов'язковою відсутністю стану компонентів, що відповідають за прийняття рішень; з іншого боку, з точки зору самих ігор необхідно забезпечити максимальну незалежність та унікальність кожного окремого прийнятого рішення, при цьому обов'язково слід забезпечити збіжність ряду прийнятих рішень до певного математичного закону, одне із найголовніших застосувань цієї особливості – перевага дому (house advantage) [1-2].

Тому актуальною є розробка системи прийняття рішень, що базується на випадковості, зі збіжністю до встановленого математичного закону.

Результати дослідження

У ході роботи було розроблено модуль прийняття рішень, що використовує криптографічно стійку реалізацію алгоритму генерації випадкових чисел (SHA1PRNG), а також забезпечує збіжність до математичного ряду згідно із законом великих чисел [3] та з можливістю конфігурації параметрів. Із ростом числа окремо прийнятих рішень росте статистична збіжність ряду із сигмоїдальною функцією, залежно від початкових параметрів ряду, одним із найбільш значимих параметрів являється волатильність (volatility).[4]

Волатильність – це фактично параметр, який означає діапазон коливання часового ряду, і являється показником випадковості – що більше волатильність, то менш планомірним буде можливий результат кожного прийнятого рішення. В конкретній імплементації волатильність застосовано у вигляді оберненого абстрактного значення, замість традиційного відсоткового відношення: можливі значення волатильності коливаються в інтервалі від 1 до 99 включно і виражають максимально можливе відхилення результату обчислення від очікуваного [5]. Спрощену систему впливу волатильності можна описати наступним чином:

1. Модуль прийняття рішень обробляє вхідні дані і визначає можливу вірогідність позитивного результату.
2. Коефіцієнт волатильності (обернене до волатильності значення) застосовується як множник до вказаної імовірності (застосовується правило Басса для імовірностей) [6]
3. Приймається кінцеве рішення, яке буде позитивним із результуючою вірогідністю.

Збіжність ряду із сигмоїдою забезпечується тим, що генератор рішень використовує функцію, обернено виведену до волатильності. Тобто якщо для фінансового визначення волатильності на вибірці X справджується

$$X_{mean} = \sum_1^n x_i / n \quad (1.1)$$

$$\sigma = \sqrt{(1/(n-1) * \sum_1^n (x_i - X_{mean})^2)} \quad (1.2)$$

де σ – волатильність,

n – кількість елементів,

x_i – i -й член вибірки,

X_{mean} – середнє значення вибірки;

Збіжність ряду при зростанні кількості окремих рішень і відсутності стану системи можна забезпечити, якщо щоразу утворювати сукупність елементів (підвибірку), що задовольнятимуть умовам входження до генеральної вибірки, а отже, будуть являтися потенційними її членами. Здійснюючи прийняття рішень на основі такої послідовності при зростанні прийнятих рішень буде займати чітко окреслені регіони, і зберігатиме чітку тенденцію навіть при максимальній диференціації вхідних параметрів на всьому проміжку. Формула обчислення кожного i -го члена такої вибірки матиме вигляд

$$x_i = X_{mean} \pm \sqrt{\eta_i} \quad (1.3)$$

, де η_i – середньоквадратичний параметр відхилення i -го члена від середнього значення вибірки, що розраховується індивідуально для кожного наступного згенерованого члена, базуючись на попередніх;

Подібний метод для застосування в інвестиційній сфері [7] не задовольняє умові задачі, оскільки оперує із виключно ентропічними даними; аналогічний підхід, оскільки немає гарантованого задоволення умови достатності кожного елемента на належність генеральній вибірці.

Також, існує подібних підхід із утворення саморегулюючої послідовності [8], проте така імплементація не враховує ряду обмежень області можливих значень параметра відхилення, не враховує ряд обмежень, що накладаються на вказані параметри із міною порядкового номера i чи із ростом розміру вибірки.

Натомість згаданий метод розглядає і пропонує ряд параметрів, котрими можна керуватися при побудові послідовності. Частина цих параметрів, значущих для області застосування модуля прийняття рішень, було успішно застосовано у розробленому алгоритмі побудови послідовностей.

Висновки

Було проведено дослідження предметної області, проектування і розробку модуля прийняття рішень, що заснований на випадковості та здатен забезпечувати висок ентропію індивідуальних результатів на малих сукупностях, при цьому забезпечуючи збіжність результатів до сигмоїдальної функції згідно закону великих чисел (при $n \geq 1'000'000$). Ключовою особливістю даного модуля є можливість застосування у системах без збереження стану, зокрема з причин рішення архітектури або регуляції сфери на рівні законодавства. На рисунку 1 зображено приклад впливу волатильності на імовірність винесення позитивного рішення (ілюстрація відображає лише вплив коефіцієнта волатильності). Кожна лінія зображує зміну вірогідності прийняття для окремої вибірки (отриманої внаслідок роботи системи із зміненими параметрами генерації послідовності), кожна вибірка налічує 10.000.000 згенерованих даних.

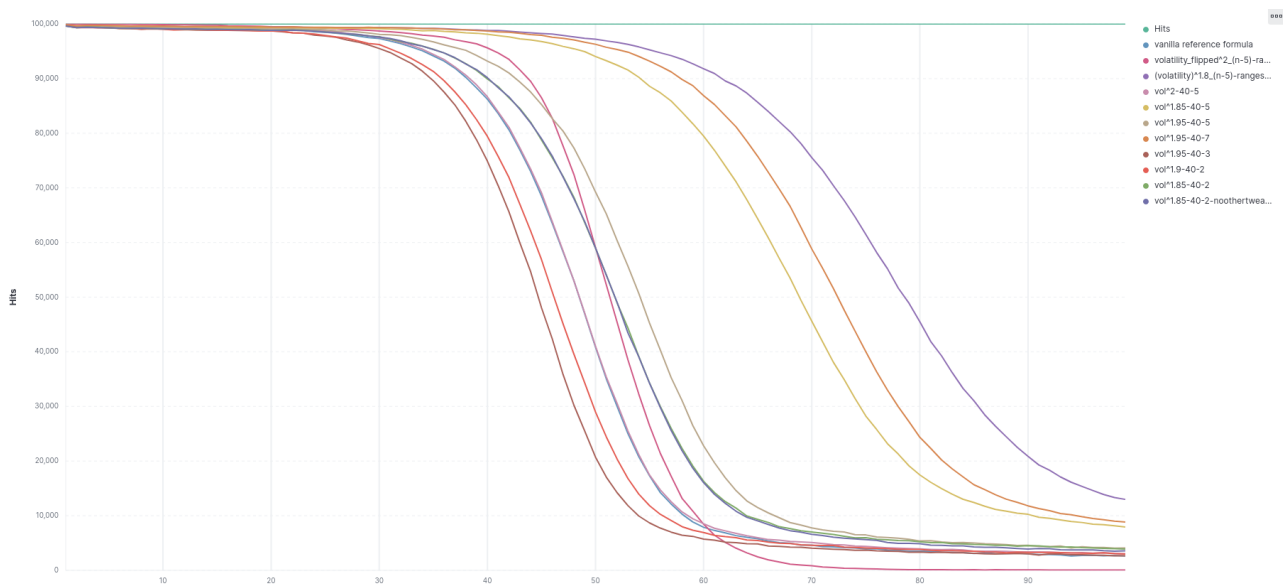


Рис.1. Приклад статистичного спадання імовірності (на 10.000.000 згенерованих даних для кожної вибірки, кількість вибірок = кількості ліній) позитивного рішення при зростанні значення волатильності для ряду вибірок, з різними типами обробки і різними вхідними параметрами

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. How Gambling Really Works [Електронний ресурс] / Addictions Foundation of Manitoba // Addictions Foundation of Manitoba. — 2022. — Режим доступу: <http://getgamblingfacts.ca/how-gambling-really-works/>
2. What is House Advantage [Електронний ресурс] / Addictions Foundation of Manitoba // Addictions Foundation of Manitoba. — 2022. — Режим доступу: <http://getgamblingfacts.ca/how-gambling-really-works/what-is-house-advantage/>
3. A Guide to Casino Mathematics [Електронний ресурс] / Robert C. Hannum // Gaming Studies Research Center, University of Nevada, Las Vegas. — 2005. — 12с. — Режим доступу: https://www.trendfollowing.com/pdfs/casino_math.pdf; <https://gaming.unlv.edu/casinomath.html#aa> Режим доступу:

4. Cabot Antony. Practical Casino Math, 2 nd edition. / Cabot A., Hannum R. // Reno NV, Institute for the Study of Gambling & Commercial Gaming, University of Nevada. — 2005. — 247с. — ISBN 0-942828-53-4.

5. What is volatility? [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/v/volatility.asp>

6. Simon DeDeo. Bayesian Reasoning for Intelligent People / Simon DeDeo // Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University & the Santa Fe Institute — 2018 — 26с. — Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University & the Santa Fe Institute Режим доступу: <https://wiki.santafe.edu/images/2/2e/Bayesian-Reasoning-for-Intelligent-People-DeDeo.pdf>

7. RenÈ Garciaa. The Myth of Long Horizon Predictability: An Asset Allocation Perspective. / RenÈ Garciaa , Abraham Liouib, Patrice Poncet // Hau-Commissariat Au Plan. — 2011. — 68р. Режим доступу: <http://www.abhatoo.net.ma/maalama-textuelle/developpement-economique-et-social/developpement-economique/finances/marche-financier/the-myth-of-long-horizon-predictability-an-asset-allocation-perspective>

8. Abraham Lioui. Long horizon predictability: An asset allocation perspective. / Abraham Lioui, Patrice Poncet // European Journal of Operational Research, Elsevier. — 2019 — сс.961 - 975. — hal-03484415.

Мальований Дмитро Вадимович — студент групи ІСТ-18Б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dmytro.maliovanyi@gmail.com

Богач Ілона Віталіївна — к.т.н., доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: ilona.bogach@gmail.com

Maliovanyi Dmytro Vadymovych — student of IIST-18B, faculty of intellectual information technologies and automatization, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dmytro.maliovanyi@gmail.com

Bogach Ilona Vitaliivna — Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilona.bogach@gmail.com