

ЗАСТОСУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

У роботі розглянуто роль випадкових чисел у комп'ютерних іграх як одного з ключових інструментів моделювання невизначеності та різноманітності ігрового процесу. Проаналізовано математичні основи генерації випадкових і псевдовипадкових чисел, їхні властивості та обмеження. Розглянуто основні алгоритми генераторів випадкових чисел, що застосовуються в ігровій індустрії, а також напрями їх використання для створення ігрових подій, поведінки персонажів, процедурної генерації контенту та балансування ігрових механік. Зроблено висновки щодо значення випадковості для підвищення реалістичності та реіграбельності комп'ютерних ігор.

Ключові слова: випадкові числа, генератор випадкових чисел, комп'ютерні ігри, алгоритм, ігрова механіка.

Abstract:

The paper examines the role of random numbers in computer games as one of the key tools for modeling uncertainty and diversity of the game process. The mathematical foundations of random and pseudo-random number generation, their properties and limitations are analyzed. The main algorithms of random number generators used in the gaming industry are considered, as well as the directions of their use for creating game events, character behavior, procedural content generation and balancing game mechanics. Conclusions are drawn regarding the importance of randomness for increasing the realism and replayability of computer games.

Keywords: random numbers, random number generator, computer games, algorithm, game mechanics.

Сучасний розвиток комп'ютерних ігор тісно пов'язаний із використанням математичних моделей, які дозволяють створювати динамічні, варіативні та керовані ігрові процеси. Одним із ключових елементів таких моделей є застосування випадкових чисел, що вводять елемент невизначеності та роблять перебіг гри менш передбачуваним. У класичних роботах з алгоритміки підкреслюється, що випадковість є важливим інструментом для моделювання складних систем, у яких неможливо заздалегідь описати всі можливі стани детермінованими методами [1].

З математичної точки зору випадкове число є результатом випадкового експерименту, наслідок якого не може бути точно передбачений наперед. У комп'ютерних системах істинна випадковість практично недосяжна, оскільки обчислення виконуються за строгими алгоритмами. Тому в програмуванні, зокрема в ігрових застосунках, використовуються псевдовипадкові числа, які генеруються детермінованими методами, але за своїми властивостями наближені до випадкових [2]. Математична модель генерації псевдовипадкових чисел. Одним із базових математичних методів генерації псевдовипадкових чисел є лінійний конгруентний генератор, який описується формулою:

$$X_{n+1} = (a \cdot X_n + c) \bmod m$$

де c — додток, m — модуль, а X_{n+1} — наступне псевдовипадкове число.

Незважаючи на простоту, даний метод широко застосовувався в ранніх ігрових системах і дозволяє отримувати послідовності чисел, які мають властивості випадковості за умови правильного вибору параметрів. Водночас недоліки цього алгоритму, зокрема обмежений період та можливі статистичні залежності, стали причиною розробки більш досконалих генераторів, таких як Mersenne Twister.

Якість псевдовипадкових чисел визначається такими характеристиками, як рівномірність розподілу, довжина періоду та відсутність статистичних залежностей між послідовними значеннями. Недотримання цих вимог може призвести до появи закономірностей, які стають помітними під час

ігрового процесу та негативно впливають на баланс і відчуття справедливості. Саме тому в наукових дослідженнях значна увага приділяється аналізу та вдосконаленню генераторів випадкових чисел [3].

Одним із найвідоміших сучасних алгоритмів генерації псевдовипадкових чисел є Mersenne Twister, який характеризується надзвичайно великим періодом повторення та високою якістю статистичних властивостей. Завдяки цим особливостям він широко використовується в ігрових рушіях, симуляторах і системах моделювання, де важливо уникнути повторюваності ігрових подій навіть під час тривалих обчислень [4].

У комп'ютерних іграх випадкові числа застосовуються для реалізації різноманітних ігрових механік, зокрема для визначення результатів бойових зіткнень, ймовірності успіху дій персонажів, випадіння предметів і розвитку ігрових подій. У теорії геймдизайну наголошується, що контрольована випадковість дозволяє поєднати непередбачуваність із відчуттям справедливості, що є важливим чинником позитивного ігрового досвіду [5].

Окремим напрямом застосування випадкових чисел є процедурна генерація контенту, яка активно використовується в сучасних іграх. За допомогою математичних алгоритмів і псевдовипадкових послідовностей створюються ігрові рівні, карти, ландшафти та інші елементи ігрового світу. Такий підхід дозволяє значно зменшити обсяг ручної роботи розробників і водночас забезпечити різноманітність ігрового середовища [6].

Практична реалізація генерації випадкових чисел здійснюється безпосередньо в ігрових рушіях, які надають розробникам інструменти для керування випадковими процесами та забезпечення відтворюваності результатів. Це дозволяє досягти балансу між контролем і непередбачуваністю ігрового процесу. Таким чином, застосування випадкових чисел у комп'ютерних іграх базується на математичних методах і має важливе значення для створення сучасних інтерактивних систем, що робить дану тему актуальною для вивчення у курсі вищої математики [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кнут Д. Е. Мистецтво програмування. Том 2: Напівчислові алгоритми. – М.: Вільямс, 2007. – 832 с.
2. Schell J. The Art of Game Design: A Book of Lenses. – Boca Raton: CRC Press, 2019. – 608 p.
3. Matsumoto M., Nishimura T. Mersenne Twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudo-random number generator. – ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 1998. – Vol. 8, No. 1. – P. 3–30. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/272991.272995>
4. L'Ecuyer P. Random Number Generation. – Handbook of Computational Statistics. – Springer, 2012. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4757-2553-7>
5. Shaker N., Togelius J., Nelson M. Procedural Content Generation in Games. – Springer, 2016. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-42716-4>
6. Unity Technologies. Random Numbers and Procedural Generation. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/RandomNumbers.html>
7. Unreal Engine Documentation. Random Streams. URL: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/random-streams-in-unreal-engine/>

Кудрань Ольга Павлівна – студент групи 2ПІ-24б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: olha.kudran@gmail.com

Кирилячук Світлана Анатоліївна – к. пед. н., доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kyrylashchuk@vntu.edu.ua

Kudran Olha Pavlivna – student of 2BC-24b group, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: olha.kudran@gmail.com

Kyrylashchuk Svitlana Anatoliivna - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kyrylashchuk@vntu.edu.ua