

УДК 004.85:004.514

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ РІВНІВ У РОЗРОБЦІ ІГОР

Ковальов М.В.

e-mail: mykyta.kovalov@nure.ua

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

This study examines the prospects of implementing machine learning technologies in automatic game level generation systems. It analyzes artificial intelligence methods that contribute to the development of dynamic, personalized, and complex game environments. Particular attention is given to evaluating the effectiveness of generative adversarial networks and reinforcement learning algorithms. The research demonstrates a significant improvement in quality characteristics and performance when integrating machine learning technologies into the game content creation process.

Автоматична генерація контенту стала невід'ємною частиною сучасної ігрової індустрії, дозволяючи розробникам створювати різноманітні локації, місії та ігрові простори. Однак класичні методи процедурної генерації часто страждають від недостатньої гнучкості та обмеженої здатності враховувати індивідуальні вподобання різних категорій гравців. Інтеграція сучасних алгоритмів машинного навчання, таких як генеративно-змагальні мережі та методи навчання з підкріпленням, відкриває нові можливості для створення адаптивного і високоякісного ігрового досвіду. Дана робота досліджує вплив цих інноваційних технологій на вдосконалення процедурної генерації рівнів та оцінює практичні результати їх застосування.

Для навчання моделей використовувалися масиви даних із наявних ігрових рівнів у поєднанні з поведінковою аналітикою гравців: уподобання користувачів, характеристики проходження, патерни дослідження ігрового простору та способи взаємодії з ігровими механіками.

Перший етап дослідження був присвячений імплементації генеративно-змагальних нейромереж (GAN), які продемонстрували високу ефективність у створенні оригінального та автентичного контенту [1]. Архітектура GAN, що складається з модуля-генератора, який формує нові зразки, та модуля-дискримінатора, який оцінює їх відповідність еталонним прикладам, забезпечила революційний підхід до проектування ігрових просторів. Завдяки конкурентній взаємодії цих компонентів вдалося розробити якісно нові структури рівнів, що гармонійно поєднують знайомі гравцям елементи з інноваційними дизайнерськими рішеннями.

Друга фаза дослідження зосереджена на застосуванні методик навчання з підкріпленням для оптимізації структури рівнів та регулювання

їх складності згідно з діями гравця [2]. Алгоритми вдосконалювалися через взаємодію з віртуальним середовищем, отримуючи винагороди за досягнення таких параметрів, як збалансованість геймплею, оптимальний рівень складності та плавна прогресія навичок. На практиці система могла автоматично коригувати щільність противників або розташування ресурсів залежно від стилю проходження гравцем попередніх локацій. На рисунку 1 видно, що агент взаємодіє із середовищем, отримуючи від нього інформацію про стан та винагороду, що дозволяє алгоритму адаптуватися до гравця.



Рисунок 1 – Схема взаємодії агента з середовищем у навчанні з підкріпленням

Експериментальне тестування переконливо демонструє, що синергія описаних методик значно підвищує якість автоматично генерованого контенту порівняно з традиційними алгоритмами. Подібний підхід узгоджується з результатами досліджень у сфері гібридних імітаційно-керуючих моделей, які дозволяють покращити процес прийняття рішень в умовах часткової невизначеності [3]. Отримані результати відкривають широкі перспективи для впровадження подібних технологій у комерційну розробку ігор, дозволяючи створювати віртуальні простори, які не лише відповідають сучасним індустріальним стандартам, а й формують нові тенденції у ігровому дизайні.

Список використаних джерел:

1. M. Jiang and L. Zhang, "An Interactive Evolution Strategy based Deep Convolutional Generative Adversarial Network for 2D Video Game Level Procedural Content Generation," 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Shenzhen, China, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/IJCNN52387.2021.9533847.
2. A. Servat and H. S. Mohamadi, "Immersive Game Worlds: Using Deep Reinforcement Learning for Lifelike Non-Player Characters," 2023 International Serious Games Symposium (ISGS), Tehran, Iran, Islamic Republic of, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISGS61252.2023.10559740.
3. Filatov V. O.; Yerokhin A. L.; Zolotukhin O. V.; Kudryavtseva M. S. Hybrid simulation models for complex decision-making problems with partial uncertainty. Information extraction and processing 2022-12-19 | Journal article, doi: 10.15407/vidbir2022.50.078.