

ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО АДАПТИВНОЇ СКЛАДНОСТІ У СУЧАСНИХ ВІДЕОІГРАХ

Сучасна ігрова індустрія постійно прагне підвищити рівень взаємодії з гравцями та забезпечити максимально комфортний і цікавий ігровий процес. Одним із ключових аспектів є адаптація складності гри відповідно до навичок та дій користувача.

В рамках дослідження було проведено огляд сучасних ігор, що використовують адаптивну складність. Виявлено три основні підходи:

– *Статична адаптація*: Використання попередньо визначених рівнів складності, що залежать від вибору гравця перед початком гри. Характеристики ворогів, кількість ресурсів та складність завдань залишаються незмінними протягом усього проходження. Недоліком є обмежена гнучкість та нездатність підлаштовуватися під змінювані навички гравця.

– *Скриптована адаптація*: Застосування скриптів для зміни складності в залежності від виконаних дій гравця. Це дозволяє більш гнучко регулювати складність у порівнянні зі статичним підходом. Наприклад, в грі Resident Evil 4 використано систему, що змінює кількість та силу ворогів залежно від успішності гравця [1]. Водночас ми не можемо передбачати аномальні дії гравця, оскільки працюємо лише за наперед визначеними правилами.

– *Динамічна адаптація на основі ML*: Використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування поведінки гравця в реальному часі та динамічної зміни складності. На відміну від статичної та скриптованої адаптації, алгоритми машинного навчання здатні навчатися на основі зібраних даних і самостійно приймати рішення про зміну складності [2]. Наприклад, у грі Left 4 Dead використовується «AI Director», що регулює кількість ворогів та ресурси на основі рівня стресу гравця. Такий підхід забезпечує максимально індивідуалізований та збалансований ігровий процес.

Підходи машинного навчання традиційно поділяють на три великі категорії, які відповідають парадигмам навчання, залежно від природи «сигналу» або «зворотного зв'язку», доступного системі навчання:

- *Supervised Learning*: Цей підхід передбачає навчання моделей на основі історичних даних про дії гравців. Мета — передбачити подальшу поведінку гравця та відповідно змінювати складність гри. Наприклад, у грі Forza Motorsport використовуються алгоритми для аналізу стилю водіння гравця. Система збирає дані про швидкість, траєкторію та гальмування і на основі цього прогнозує можливості гравця. Завдяки цьому суперники підлаштовуються під рівень гравця.

- *Unsupervised Learning*: Використовується для виявлення патернів у поведінці гравців без попередньо визначених міток. Зокрема, алгоритми кластеризації, такі як K-means та DBSCAN, дозволяють розподілити гравців на групи за стилем гри: наприклад, агресивні, обережні чи тактичні гравці. У грі Tomb Raider цей підхід використовується для налаштування підказок і рівня складності головоломок. Якщо гравець часто затримується на розгадуванні головоломок, система може запропонувати додаткові підказки або спростити задачі.

- *Reinforcement Learning*: Навчання з підкріпленням передбачає, що система навчається на основі винагород та покарань за певні дії [3]. Алгоритми, такі як Q-Learning та Deep Q-Networks (DQN), дозволяють динамічно коригувати складність гри в залежності від успіхів гравця. Наприклад, у грі Alien: Isolation, якщо гравець часто використовує певні укриття або маршрути, вороги змінюють свою поведінку та знаходять нові шляхи атаки.

Реалізація алгоритмів машинного навчання для адаптації складності стикається з низкою викликів. Головні проблеми — це висока обчислювальна складність та ризик помилкової оцінки навичок гравця, що може призвести до втрати інтересу до гри. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію ресурсів через спрощені моделі, гібридні підходи та покращення точності адаптації.

Список використаних джерел:

1. Weber B. G., Mateas M., Jhala A. *Using Data Mining to Model Player Experience*. Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games. 2011. URL: https://alumni.soe.ucsc.edu/~bweber/pubs/submission_3_epex_final.pdf (дата звернення: 10.03.2025).
2. Yannakakis G. N., Togelius J. *Artificial Intelligence and Games*. Springer. 2018. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-63519-4> (дата звернення: 10.03.2025).
3. Silver D., Schrittwieser J., Simonyan K. et al. *Mastering the game of Go without human knowledge*. Nature. 2017. URL: <https://www.nature.com/articles/nature24270> (дата звернення: 10.03.2025).