

УДК 004

Соколенко М.О.¹, Подковаліхіна О.О.²

¹ студ. гр. КНТ-214м НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ІГРОВОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ З REINFORCEMENT LEARNING

Об'єкт дослідження - процес обчислень для автоматизованого тестування ігрового процесу у відеоіграх.

Предмет дослідження - методи та комп'ютерні алгоритми навчання з підкріпленням для створення інтелектуальних агентів.

Мета роботи - підвищення показника покриття ігрового простору до рівня понад 80% та скорочення часу тестування ігрових рівнів за рахунок застосування інтелектуальних агентів на основі алгоритму PPO.

Матеріали, методи та технічні засоби: глибоке навчання з підкріпленням, алгоритм PPO, згорткові нейронні мережі, мова програмування Python, бібліотеки PyTorch та Stable Baselines3, платформа VizDoom, операційна система Linux.

У роботі було досліджено застосування методів навчання з підкріпленням для автоматизованого тестування відеоігор. На основі проведеного аналізу та експериментальних досліджень можна сформулювати такі висновки:

- проведено аналіз сучасного стану проблеми тестування відеоігор, який виявив обмеження традиційних підходів, зокрема високу трудомісткість ручного тестування, нездатність скриптових методів адаптуватися до динамічних ігрових середовищ та недостатнє покриття ігрового простору. Обґрунтовано доцільність застосування методів навчання з підкріпленням як альтернативного підходу;

- розроблено архітектуру програмної системи для автоматизованого тестування відеоігор, що включає модуль взаємодії з ігровим середовищем VizDoom, неймережевий модуль на основі згорткових шарів для обробки візуальних спостережень, модуль навчання на базі алгоритму Proximal Policy Optimization та підсистему збору й аналізу тестових даних;

- реалізовано комбіновану функцію винагороди, що поєднує базову ігрову винагороду, бонус за дослідження нових областей карти та штраф за час. Дана функція стимулює агента до систематичного дослідження ігрового простору, що є критично важливим для забезпечення повноти тестування;

- експериментально підтверджено ефективність розробленої системи. Навчений агент продемонстрував стабільну динаміку навчання з монотонним зростанням середньої винагороди та досяг покриття карти на рівні 87,3% після 500 тисяч кроків навчання, що перевищує показники випадкового агента (34,2%) більш ніж у 2,5 рази;

- розроблено методику автоматичного виявлення аномалій ігрового процесу на основі статистичного аналізу поведінкових патернів агента. Система успішно ідентифікувала застрягання в геометрії рівня, циклічні патерни руху та недоступні області карти, що свідчить про придатність підходу для виявлення реальних дефектів;

- визначено напрямки подальших досліджень, що включають розширення системи для тестування інших жанрів ігор, інтеграцію з комерційними ігровими рушіями (Unity, Unreal Engine), застосування мультиагентних систем для тестування багатокористувацьких режимів та використання методів імітаційного навчання для прискорення процесу навчання агента;

Розроблено інтелектуального агента на основі PPO з модифікованою системою винагород, який демонструє 84,7% покриття ігрового простору та здатний виявляти типові дефекти ігрового процесу.

Забезпечено підвищення покриття ігрового простору з 23,4% (випадковий агент) до 84,7% (PPO-агент з exploration bonus), що становить

збільшення у 3,6 рази. Розроблений агент також перевершує базовий DQN-метод (61,8%) на 37% абсолютних.

Галузь використання - розробка та тестування відеоігор, наукові дослідження в галузі штучного інтелекту та машинного навчання.