

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ШЛЯХУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ДЛЯ ВЕЛИКИХ ІГРОВИХ СВІТІВ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Розглянуто проблематику навігації агентів у динамічних віртуальних середовищах. Проаналізовано недоліки класичного алгоритму A* при роботі з великими мапами. Запропоновано підхід до оптимізації через використання ієрархічних структур даних та навігаційних сіток (NavMesh), що дозволяє зменшити обчислювальне навантаження на процесор без втрати точності маршруту.

Ключові слова: пошук шляху, A*, NavMesh, ігрова логіка, штучний інтелект, евристика, графи.

Abstract

The study examines the issues of agent navigation in dynamic virtual environments. The shortcomings of the classic A* algorithm when working with large maps are analyzed. An optimization approach using hierarchical data structures and navigation meshes (NavMesh) is proposed, which allows reducing the computational load on the CPU without losing route accuracy.

Keywords: pathfinding, A*, NavMesh, game logic, artificial intelligence, heuristics, graphs.

Вступ

Сучасна індустрія розробки ігор ставить високі вимоги до реалістичності поведінки неігрових персонажів (NPC). Однією з найскладніших задач є побудова оптимального маршруту в реальному часі на локаціях, що постійно змінюються (руйнування об'єктів, переміщення перешкод). Класичні підходи часто стають "вузьким місцем" у продуктивності (bottle-neck), викликаючи падіння кадрової частоти (FPS). Тому вдосконалення методів навігації є актуальним технічним завданням.

Результати дослідження

Основою більшості навігаційних систем є алгоритми та структури даних, що базуються на теорії графів. Найпоширенішим є алгоритм A* (A-star), проте його базове застосування на сітці (grid) є неефективним для великих відкритих світів через експоненціальне зростання кількості вузлів для перевірки.

У ході дослідження було виділено два основні вектори оптимізації. Перший - це перехід від клітинної дискретизації простору до використання навігаційних сіток (Navigation Mesh). NavMesh являє собою набір опуклих багатокутників, що описують прохідні зони. Це дозволяє зменшити граф пошуку в сотні разів порівняно зі звичайною сіткою, адже агент переміщується між центрами полігонів, а не піксельно.

Другий вектор - використання ієрархічного планування шляху (HPA*). Ідея полягає в розбитті мапи на кластери. Спочатку алгоритм будує приблизний шлях на високому рівні абстракції (між кластерами), і лише коли агент наближається до конкретної зони, обчислюється детальний маршрут всередині неї. Це дозволяє розподілити обчислення в часі (time-slicing) і уникнути пікових навантажень на CPU.

Також важливим аспектом є вибір правильної евристичної функції. Для ігор типу RTS (стратегії) оптимальною є відстань Чебишова або Манхеттенська метрика, тоді як для 3D-шутерів краще підходить Евклідова відстань, що забезпечує більш природні траєкторії руху.

Висновки

Проведене дослідження показало, що пряме використання базових алгоритмів пошуку є недоцільним для сучасних AAA-проектів. Комбінування NavMesh з ієрархічним підходом HPA* дозволяє досягти балансу між швидкістю роботи та якістю шляху. Правильно підібрані структури даних для збереження графа навігації критично впливають на загальну швидкодію ігрового рушія.

Список використаної літератури

1. Коротеєва Т. О. Алгоритми та структури даних : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. 280 с.
2. Millington I. AI for Games. 3rd ed. CRC Press, 2019. 1046 p.
3. Lester P. A* Pathfinding for Beginners. Gamedev.net. URL: <https://www.gamedev.net> (дата звернення: 20.12.2025).

Шінкарук-Диковицький Михайло Олегович – студент групи 4ПІ-24б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 04-24-363.stud@vntu.edu.ua

Науковий керівник: Власенко Данило Володимирович – викладач алгоритмів та структур даних, кафедра програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vlasenkodanylo@vntu.edu.ua

Mykhailo O. Shinkaruk-Dykovytskyi – a student of 4SE-24b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 04-24-363.stud@vntu.edu.ua

Scientific Supervisor: Vlasenko Danylo Volodymyrovych – teacher of algorithms and structure of data, Software Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vlasenkodanylo@vntu.edu.ua