

УДК 004.946.5:793.7

DOI: 10.31673/2412-9070.2024.025254

М. В. ІГНАТОВА, студентка;

О. А. ДІБРІВНИЙ, доктор філософії,

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ

СТВОРЕННЯ РІВНІВ ДЛЯ ГРИ В ЖАНРІ TOWER DEFENSE

Проаналізовано проблеми, пов'язані зі створенням рівнів для ігор у жанрі Tower Defense. Розглянуто актуальність питання та його важливість у сучасній галузі гральної індустрії. Зроблено аналіз останніх наукових публікацій та досліджень, що дало змогу виокремити ключові проблеми наявних методів створення рівнів. Зокрема, виявлено проблеми одноманітності, значних часових затрат у ручному створенні продукту та неефективності на великих обсягах роботи і помилках у питанні щодо генерації рівнів.

Ключові слова: рівні для гри; Tower Defense; процедурна генерація рівнів; алгоритми пошуку шляху; штучний інтелект; геймплей; варіативність; задоволення гравців; автоматизація створення рівнів.

Вступ

У грі в жанрі Tower Defense велику увагу приділено якості та цікавості рівнів. Створення різноманітних та збалансованих рівнів є складним завданням, яке потребує розроблення ефективних алгоритмів генерації. Належить забезпечити такі аспекти гри, як штучний інтелект для керування супротивниками, адаптивність складності гри та зрозумілість ігрового процесу. Однак сучасні методи створення рівнів можуть бути обмеженими або не досягати потрібної якості.

Аналіз останніх наукових публікацій і досліджень у галузі створення рівнів для ігор жанру Tower Defense надав цінні висновки щодо різних аспектів розроблення захопливих та збалансованих вражень від процесу гри. Кілька досліджень акцентували увагу на вивченні уподобань гравців, розробленні алгоритмів процедурної генерації та використанні штучного інтелекту для покращення якості рівнів.

У статті «Procedural Generation of 3D Maps With Snappable Meshes» [1] розглянуто техніку процедурного створення 3D-мап за допомогою набору готових сіток, які з'єднуються разом на основі візуальних обмежень, визначених дизайнером. Запропонований підхід уникає обмежень розміру та композивання, пропонуючи розробнику контролювати зовнішній вигляд створених мап, а також миттєвий відгук про навігаційні можливості певної мапи. Обговорюється прототип реалізації методу, розроблений на ігровому двигунці Unity, і аналізується низка прикладів. Вони охоплюють багатокористувацьку гру, де застосовувався метод, а також ілюстративні приклади, які підкреслюють різні параметризації та методи вибору фігур. Цю техніку можна використовувати як орієнтований на дизайнера метод композиції мапи і/або як систему створення прототипів у 3D-дизайні рівнів для розроблення якісної мапи та рівня за менший відрізок часу, ніж підхід, що повністю базується на роботі з людьми.

Johan Öhman у своїй роботі «Procedural Generation of Tower Defense levels» [2] в 2020 році запропонував алгоритм генерації рівнів із використанням хвильової функції колапсу та кривих Без'є. Однак підхід був відкинтий через складність реалізації та обмежений час для генерації рівнів.

У праці «Procedural Content Generation of Custom Tower Defense Game Using Genetic Algorithms» [3] групою науковців було запропоновано використання генетичних алгоритмів для генерації рівнів. У результаті опитувань було встановлено, що гравці вважають такий підхід більш цікавим.

Згідно зі статтею «Procedural Content Generation pada Game Tower Defense menggunakan Perlin Noise dan Algoritma Floyd Warshall» [4] для розв'язання проблеми розроблення рівнів у грі Tower Defense було застосовано процедурну генерацію вмісту. Автоматичне створення мапи відбувається за допомогою методу Perlin Noise для визначення типів тайлів на мапі. Водночас беруться до уваги вимоги стосовно мінімальної відстані між елементами (не менш як 45 тайлів), а також розташування порталів гравця та порталів супротивника, що визначається за допомогою алгоритму Флойда-Воршалла.

У статті Yueming Xu та Tetsuro Tanaka в 2021 році було здійснено спробу створення гри Tower Defense на основі алгоритмів машинного навчання [5], проте результати виявились незадовільними, оскільки виникли проблеми з балансуванням гри та створенням цікавих геймплейних ситуацій.

Загалом, останні дослідження підтверджують важливість врахування думки гравців у процесі генерації рівнів для Tower Defense ігор.

Використання генетичних алгоритмів та процедурної генерації може поліпшити різноманітність та ігровий досвід у таких іграх. Однак застосування алгоритмів машинного навчання для створення рівнів потребує подальшого дослідження та вдосконалення.

© М. В. Ігнатова, О. А. Дібрівний, 2024

Метою дослідження є розроблення ефективного методу створення рівнів для гри в жанрі Tower Defense, який забезпечує цікавий та збалансований геймплей. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- вивчення сучасних методів створення рівнів у жанрі Tower Defense;
- розроблення алгоритмів процедурної генерації рівнів з огляду на різні фактори, зокрема складність та цікавість геймплею;
- дослідження використання штучного інтелекту для покращення поведінки супротивників;
- упровадження та експериментальне оцінювання розроблених методів на практиці.

Основна частина

Для створення рівнів для гри в жанрі Tower Defense було розроблено і впроваджено новий алгоритм, який базується на комбінації процедурної генерації рівнів, алгоритмів пошуку шляху та використання штучного інтелекту для керування супротивниками.

На першому етапі дослідження було вивчено наявні методи створення рівнів у жанрі Tower Defense та виявлено їх обмеження. Наступним кроком було розроблення алгоритму процедурної генерації рівнів, який забезпечує створення варіативних та цікавих гральних сценаріїв. Алгоритм використовує різноманітні параметри, зокрема розміщення веж, розташування шляхів для супротивників та розподіл ресурсів для забезпечення рівноваги між складністю та задоволенням гравців.

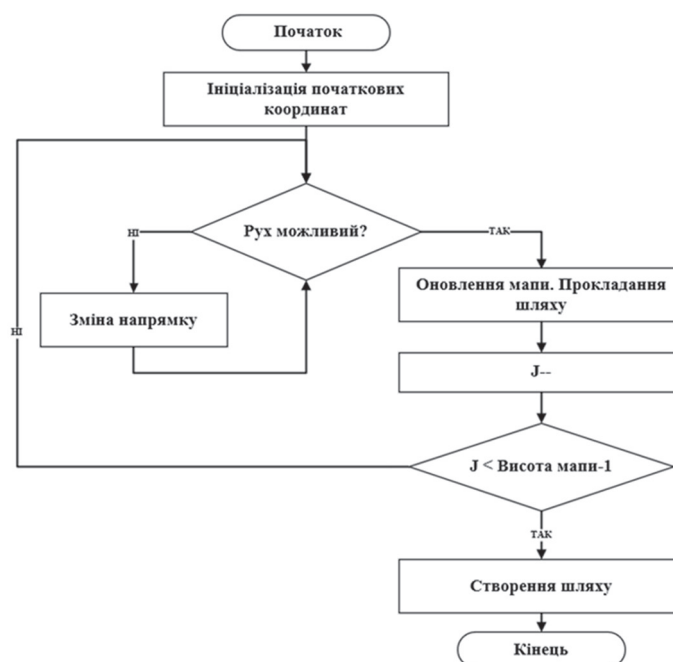
Після розроблення алгоритму процедурної генерації рівнів було проведено експериментальні

тести з використанням набору метрик, щоб оцінити якість створених рівнів. Метрики охоплювали складність рівня, різноманітність геймплею, кількість можливих стратегій гравця та задоволення гравців. Результати експериментів показали, що розроблений алгоритм генерації мапи та шляху забезпечує створення рівнів із цікавим та збалансованим геймплеєм, що сприяє позитивному враженню гравців (рисунок).

Крім того, було розроблено та використано алгоритми пошуку шляху для супротивників у грі. Ці алгоритми дають змогу супротивникам відшукувати оптимальний шлях до цілі з огляду на перешкоди та стратегію гравця. Ефективні алгоритми пошуку шляху покращують інтелектуальну поведінку супротивників, забезпечуючи гравцеві більш цікавий і складний досвід гри.

Використання штучного інтелекту для керування супротивниками додало грі додаткової глибини та складності. Штучний інтелект здатний адаптуватися до стратегії гравця, реагувати на зміни в грі та ухвалювати рішення в реальному часі. Це зумовлює більш реалістичну та цікаву динаміку процесу гри, що сприяє залученню та захопленню гравців.

Обговорення результатів проведеного дослідження. Результати дослідження показують, що розроблений алгоритм процедурної генерації рівнів у поєднанні з алгоритмами пошуку шляху та використанням штучного інтелекту для керування супротивниками може підвищити якість гри в жанрі Tower Defense. Використання цих методів забезпечує варіативність, цікавість та складність геймплею, що впливає на задоволення гравців.



Розроблений алгоритм шляху

Загалом, дослідження в галузі створення рівнів для гри в жанрі Tower Defense підкреслюють важливість співпраці з гравцями та використання новаторських методів, зокрема генетичних алгоритмів для створення захопливого і різноманітного ігрового досвіду. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів генерації рівнів та використання інтелектуальних систем для автоматизації цього процесу, що сприятиме покращенню якості та задоволеності гравців у грі в жанрі Tower Defense.

Висновки

У статті було досліджено процес створення рівнів для ігор жанру Tower Defense. Аналізуючи останні наукові дослідження, можна дійти таких висновків:

1. Урахування уподобань гравців є важливим етапом у процесі розроблення рівнів. Результати опитувань гравців допомагають зрозуміти їх потреби та впливати на генерацію рівнів, забезпечуючи більш задовільний геймплей.

2. Використання генетичних алгоритмів для процедурної генерації рівнів є ефективним підходом. Це дає можливість створювати різноманітні та цікаві рівні, забезпечуючи високу цінність ігрового процесу для гравців.

3. Використання алгоритмів машинного навчання для генерації рівнів потребує подальшого дослідження та вдосконалення. Незважаючи на потенційні переваги цього підходу, існують проблеми з балансуванням гри та створенням цікавих ситуацій ігрового процесу, що потребують уваги.

Отже, дослідження підтверджують потенціал розробленого алгоритму та вказують на перспективи подальших досліджень щодо автоматизації

створення рівнів за допомогою машинного навчання або вивчення взаємодії гравця з рівнями для ще більшого поліпшення геймплею в жанрі Tower Defense.

Список використаної літератури

1. *Procedural generation of 3D maps with snappable meshes* / R. C. E Silva [et al.] // *IEEE access*. 2022. С. 1. URL:

<https://doi.org/10.1109/access.2022.3168832> (дата звернення: 12.11.2023).

2. *Öhman J. Procedural generation of tower defense levels: диплом*. Linköping: Linköping University, 2020. 12 с. URL:

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1442180/FULLTEXT01.pdf> (дата звернення: 12.11.2023).

3. *Kraner V., Fister I., Brezočnik L. Procedural content generation of custom tower defense game using genetic algorithms* // *New technologies, development and application*. 2021. Vol. IV: *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 233. P. 493–503. URL:

https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_54 (date of access: 08.11.2023).

4. *Juwiantho H., Liliana L., Budiono M. Procedural content generation pada game tower defense menggunakan perlin noise dan algoritma floyd warshall* // *Journal of animation and games studies*. 2023. Т. 9, № 1. С. 11–28. URL:

<https://doi.org/10.24821/jags.v9i1.8100> (дата звернення: 12.11.2023).

5. *Xu Y., Tanaka T. Procedural content generation for tower defense games: preliminary experiment with reinforcement learning* // *The 26th game programming workshop*. 2021. С. 2–3.

M. Ihnatova, O. Dibrivnyi

LEVEL DESIGN FOR TOWER DEFENSE GAME

The paper conducts an analysis of issues related to level creation in Tower Defense games. It examines the relevance and significance of the topic in the modern gaming industry. An analysis of recent scientific publications and research has highlighted key problems with existing level creation methods. Specifically, it identifies issues such as uniformity, significant time consumption in manual creation, inefficiency in handling large workloads, and errors in level generation.

In order to address these problems and improve the level creation process, the paper proposes the use of procedural generation methods based on Perlin Noise. The analysis indicates that employing such methods can offer greater diversity and enhance gameplay quality in Tower Defense games.

The research results demonstrate that the developed procedural level generation algorithm, in conjunction with pathfinding algorithms and the use of artificial intelligence to control adversaries, can enhance the quality of Tower Defense games. Employing these methods ensures variability, interest, and complexity in gameplay, impacting player satisfaction. The algorithm employs various parameters such as tower placement, enemy pathing, and resource distribution to ensure a balance between complexity and player satisfaction.

Overall, research in the field of Tower Defense level creation underscores the importance of player collaboration and the use of innovative methods, such as genetic algorithms, to create an engaging and diverse gaming experience. Further research could focus on refining level generation algorithms and employing intelligent systems to automate this process, contributing to the improvement of quality and player satisfaction in Tower Defense games.

Keywords: Game Levels; Tower Defense; Procedural Level Generation; Path Finding Algorithms; Artificial Intelligence; Gameplay; Variability; Player Satisfaction; Level Generation Automation.