УДК 004.4

ГЕНЕРАЦІЯ МАП ДЛЯ ФЕНТЕЗІЙНИХ СВІТІВ ШЛЯХОМ СИМУЛЯЦІЇ ТЕКТОНІЧНИХ ПЛИТ ТА ГЕНЕРУВАННЯМ КОРДОНІВ ІЗ УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ НА КУЛІ

Пенцов О.Г.[2] ; Шевченко І.В., к.т.н., доц.[1];
[1,2] Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ»
[1,2] Україна, Харків
[1] o.g.pentsov@student.khai.edu; [2] i.shevchenko@khai.edu

Анотація. *Запропоновано комплексний підхід до створення фентезійних світів, який об'єднує симуляцію тектонічних плит, кліматичні фактори та генерацію політичних об'єктів, що дозволить створювати реалістичні світи з урахуванням природної складності. Результати дослідження розширюють можливості для створення фентезійних світів для забезпечення цікавого та унікального ігрового процесу при розробленні ігрових застосунків, а також можуть бути використанні для вивчення природних процесів на планеті.*
Ключові слова: *генерація ландшафту; генерація фентезійних світів; геймдизайн.*

Вступна частина. Актуальність даної дослідницької роботи визначається необхідністю при розробленні ігрових застосунків створювати фентезійні світи, що в свою чергу робить ігровий процес цікавим та унікальним. Створення фентезійних світів потребує врахування і відображення багатоаспектної складності природних процесів на планеті. Існуючі інструменти з відкритим кодом, які симулюють тектонічні рухи чи створюють фентезійні мапи, зазвичай обмежені двовимірним простором та не враховують усіх ключових аспектів геологічної та кліматичної складності нашої планети.

Мета роботи полягає у розробленні підходу, який поєднує симуляцію тектонічних плит, кліматичні фактори, генерацію рельєфу та країн на географічній кулі, що дозволить створити реалістичні фентезійні світи з урахуванням всієї їхньої складності та багатошаровості.

Основна частина. Огляд існуючих інструментів та попередніх досліджень є важливою передумовою для розуміння контексту даного дослідження та визначення того, що вже було досягнуто в галузі створення фентезійних світів з використанням симуляції тектонічних плит та генерації географічних об'єктів. Авторами були проаналізовані п'ять найпопулярніших проєктів з відкритим кодом, які займаються подібними задачами.

1. Бібліотека для розрахунків тектонічних плит Mindwerks/plate-tectonics [1], яка написана мовою програмування C++, призначена для моделювання руху тектонічних плит на зацикленій площині. Бібліотека надає можливість проводити розрахунки стосовно структури земної кори та її еволюції з часом.
2. Програма для генерації світів Mindwerks/worldengine [2], яка використовує бібліотеку plate-tectonics для створення світів і дозволяє генерувати мапи планет, враховуючи геологічні процеси та рельєф. Важливою особливістю цієї програми є можливість створення фентезійних світів з реалістичними геологічними характеристиками.
3. Симулятор цивілізацій ftomassetti/civs [3], який може бути використаний для інтерактивного моделювання розвитку створених світів з використанням Worldengine. Ця інтеграція дозволяє створювати життя та цивілізації на вигаданих планетах, розширюючи можливості дослідження і дозволяючи інтерактивний аналіз розвитку цивілізацій.

4. Генератор фентезійних мап Azgaar/Fantasy-Map-Generator [4], який відзначається високою якістю результуючих карт, включаючи деталізовану географію, біоми, річки та озера. Численні параметри генератора дозволяють створювати унікальні та різноманітні фентезійні світи. Цей генератор використовує діаграми Вороного. Зазначимо, що це єдиний проєкт серед розглянутих, який не використовує симуляцію тектонічних плит. Крім того замість симуляції руху тектонічних плит використовується набір із випадкових точок з висотами та потім за допомогою спеціального алгоритму на їх основі генерується мапа висот. На відміну від розглянутих вище варіантів цей генератор працює повністю у браузері. Алгоритм генерації мапи має наступні етапи: генерація мапи висот, симуляція клімату, генерація біомів і водних об'єктів та генерацію геополітичних об'єктів.
5. Інтерактивний симулятор тектонічних плит на кулі davidson16807/tectonics.js [5], який дозволяє візуалізувати рухи плит та їх вплив на геологічну структуру планети. Цей симулятор надає можливість вивчення та аналізу тектонічних явищ у реальному часі. Недоліком цього симулятору є низька щільність елементів, на які поділена планета для нормальної генерації країн та кордонів. Це єдиний серед оглянутих проєктів, в якому розрахунки робляться не на площині, а на кулі.

В результаті проведеного аналізу можна зазначити, що існуючі інструменти з відкритим кодом зазвичай обмежені двовимірним простором або у випадку з симуляцією на кулі обмежуються лише географічними аспектами.

Авторами запропоновано комплексний підхід до створення фентезійних світів, який поєднує симуляцію тектонічних процесів, моделювання географічних об'єктів та генерацію цивілізацій, що забезпечить можливість створення реалістичних та захоплюючих фентезійних світів.

Розроблення фентезійного світу пропонується за наступним алгоритмом:

1. Моделювання планети (поділ кулі та тектоніка): створення віртуальної планети та моделювання поділу її поверхні на географічні області, симуляція тектонічних процесів, які визначають структуру та форму планети. Результат першого етапу – куля з різними висотами.
2. Моделювання вітрів та клімату з генерацією біомів, річок та озер: симуляція вітрової системи та кліматичних умов, які впливають на розподіл опадів та температуру. Ці фактори визначають типи біомів на планеті, а також розташування річок та озер. Варто зазначити, що розподіл опадів може впливати на рельєф. Також задля збереження художньої цінності результатів при генерації річок рельєф може змінюватися у бік збільшення довжини річок. Результат другого етапу – більш детальна мапа світу.
3. Генерація кордонів країн та регіонів на планеті: цей процес базується на попередньо згенерованих географічних умовах та розподілі населених пунктів, в результаті чого мають бути сформовані країни та їхні кордони. На цьому етапі при розрахунках будуть використовуватися дані, які були отримані протягом минулих етапів. Цей етап має лише художню цінність. Результат третього етапу – столиці, кордони та основні дороги країн.

Ці етапи послідовно об'єднуються для створення фентезійних світів з урахуванням геологічних особливостей, клімату, біомів та політичних одиниць, що дозволить створити вигадані світи з реалістичною геологічною, географічною та політичною структурою.

Висновки. Використання запропонованого підходу можливо як для створення цікавого та унікального ігрового процесу у програмних застосунках, так і для створення інструмента вивчення та розуміння складних природних процесів нашої планети.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Mindwerks/plate-tectonics: A fork of platec. Retrieved October, 3, 2023, from https://github.com/Mindwerks/plate-tectonics.
[2] Mindwerks/worldengine: World generator using simulation of plates, rain shadow, erosion, etc. Retrieved October, 3, 2023, from https://github.com/Mindwerks/worldengine.
[3] Ftomassetti/civs: Civ simulator. Retrieved October, 3, 2023, from https://github.com/ftomassetti/civs.
[4] Azgaar/Fantasy-Map-Generator: Web application generating interactive and highly customizable maps. Retrieved October, 3, 2023, from https://github.com/Azgaar/Fantasy-Map-Generator.
[5] Tectonics.js 3d plate tectonics simulator. Retrieved October, 3, 2023, from https://davidson16807.github.io/ tectonics.js.

Pentsov O.G., Shevchenko I.V.

Generating maps for fantasy worlds by simulating tectonic plates and generating borders based on the terrain on the globe

Abstract. *A comprehensive approach to creating fantasy worlds is proposed that combines tectonic plate simulation, climate factors, and the generation of political objects, which will allow creating realistic worlds with natural complexity. The results of the study expand the possibilities for creating fantasy worlds to provide an interesting and unique gameplay in the development of gaming applications, and can also be used to study natural processes on the planet..*

Keywords: *terrain generation; generation of fantasy worlds; game design.*