

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА  
МОГИЛИ

**ЗЕЛЕНКОВ ДЕНИС СЕРГІЙОВИЧ**

УДК 004.4

**РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ КОНТЕНТУ**

Напрямок підготовки 6.050101 – «Комп'ютерні науки»

ДР-403.10790513

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітньої кваліфікації

«Бакалавр комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2019

Дипломна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент  
(без вченого звання)  
Швед Альона Володимирівна

Рецензент: старший викладач кафедри  
інтелектуальних інформаційних систем  
Ніколенко Світлана Григорівна

Захист відбудеться 26 червня 2019 р. о 9<sup>30</sup> год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,  
викладач

І.О. Кандиба

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Завдання дипломної роботи пролягало в дослідженні процесу створення комп'ютерних ігор на базі рушія, дослідженні алгоритмів процедурної генерації контенту задля створення лабіринтів. Побудувати прототип гри та реалізувати її. Оптимізувати процесу створення ігрового контенту гри. Опанувати функціонал обраного ігрового рушія, створити гру використовуючи їх. Створити можливість використовувати при подальшій розробці комп'ютерних ігор реалізовані алгоритми процедурної генерації.

**Актуальність теми.** Сьогодні ринок комп'ютерних ігор налічує мільйони продуктів, не кажучи навіть про інші платформи. В наш час відеоігри стали частиною людського життя та приносять неабиякий прибуток їх розробникам. Людям необхідно мати засіб для розслаблення, відпочинку або розумового розвитку, а розроблена гра надає таку можливість.

За даними досліджень, ринок ігор на персональні комп'ютери займає більшу частину продажів. Розробники віддають перевагу створенню та розробці саме ігор на ПК.

Дуже важливо оптимізувати процес створення ігор, щоб це не було монотонною роботою по збірці однотипних рівнів. Розробки алгоритмів процедурної генерації дозволять створювати унікальний контент, що відрізняється для кожного користувача. Крім того це оптимізує процес написання ігрових застосунків, за рахунок пришвидшення етапу збір збірки рівня, моделювання карти, ігрового простору.

Процедурна генерація зменшує об'єм пам'яті, необхідний для зберігання контенту гри через те, що забраний рівень зберігаються в пам'яті лише під час роботи застосунку, адже він заново генерується при запуску ігри.

**Метою** дипломної роботи являється підвищення ефективності процесу розробки ігрового програмного забезпечення за рахунок оптимізації процесу генерації лабіринтів на основі алгоритмів процедурної генерації контенту.

**Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:**

спроєктувати гру, дослідити алгоритми процедурної генерації контенту, реалізувати ігровий застосунок.

**Об'єктом досліджень** слугує процес розробки ігрового застосунку в жанрі «Головоломка».

**Предметом дослідження** є методи та інформаційні технології розробки ігрового програмного забезпечення.

**Практичне значення отриманих результатів.** Створені алгоритми процедурної генерації можуть використовуватись при подальшій розробці комп'ютерних ігор. Дані алгоритми покращують ефективність створення ігрових застосунків за рахунок пришвидшення генерації нових рівнів автоматично, а не в ручну. Даний застосунок можна розташувати в інтернет-магазинах задля продажу та отримання матеріальних благ.

**Структура дипломної роботи.** Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, чотирьох розділів, спеціальної частини, висновків та додатків. Загальний обсяг роботи складає шістдесят сім сторінок, шестидесяти шести рисунків, двох таблиць та тридцяти посилань на літературні джерела.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розглянуто базові характеристики дипломної роботи, актуальність та завдання.

У першому розділі дипломної роботи проводиться аналіз відеоігор та класифікації лабіринтів, досліджуються сучасні аналоги створюваного ігрового застосунку.

Лабіринти – це не тільки самостійний клас ігор, але і основа для створення локацій в іграх інших жанрів: наприклад, систем печер, які, в свою чергу, можуть бути використані в дуже широкому класі ігор.

Існують ігри, які використовують лабіринт лише для створення невеликої локації, проте є й такі, гейплей яких повністю заснований на генерації лабіринту.

Аналіз подібних ігрових аналогів показав основні недоліки таких ігор:

- гра занадто проста;
- гра занадто важка;
- одноманітність створюваного лабіринту;
- лабіринти можуть бути непрохідними;
- відсутність можливості отримати підказку;
- відсутність користувацького налаштування гри;
- не привабливе візуальне оформлення.

У другому розділі дипломної роботи описуються методи для реалізації гри та засоби програмної розробки. Пояснюється вибір ігрового рушія та відбувається дослідження його можливостей.

Unity3D – це крос-платформенний ігровий рушій, розроблений компанією Unity Technologies, вперше оголошений і випущений у червні 2005 року на Apple Inc. Починаючи з 2018 року, рушій розширено для підтримки більш ніж 25 платформ. Рушій може бути використаний для створення тривимірних, двовимірних, віртуальних і ігор доповненої реальності, а також для моделювання.

Процедурна генерація являє собою програмне забезпечення, яке може створювати ігровий контент самостійно, або спільно при взаємодії з гравцями або геймдизайнером.

Під контентом розуміється створення рівнів гри, карти ігрового світу, правил гри, текстур, сюжетів, предметів, квестів, музики, зброї, транспортних засобів, персонажів і ін. В даному контексті під іграми розуміються комп'ютерні ігри, відеоігри, настільні ігри, ігри в карти, головоломки та інші. Ключовою особливістю створюваного контенту є те, що він повинен бути грабельним – гравець повинен мати змогу пройти створений рівень, використовувати згенеровані предмети, пройти по згенерованому лабіринту, тощо.

В даному розділі проведено аналіз алгоритмів процедурної генерації лабіринтів та створено їх порівняльну таблицю. Було обрано три алгоритми, на базі яких створені компоненти для процедурної генерації: бінарне дерево, рекурсивний Backtracking та Hunt-And-Kill.

Реалізовані алгоритми були протестовані на практиці. За результатами тестування, найшвидшим з реалізованих алгоритмів є бінарне дерево. Проте він є передбачуваним, а тому нецікавим. Алгоритм Hunt-And-Kill непередбачуваний, але займає надто багато часу. Тому, найоптимальнішим з реалізованих алгоритмів є рекурсивний Backtracking, який поєднує найкращі властивості попередніх алгоритмів та не має їх недоліків.

**У третьому розділі** відбувається моделювання ігрового програмного забезпечення, розробка функціональної моделі.

Контекстна діаграма – найвища в ієрархії діаграма, на якій об'єкт моделювання представлений єдиним блоком з граничними стрілками. Стрілки на цій діаграмі відображають зв'язки об'єкта моделювання з навколишнім середовищем. Діаграма A-0 встановлює область моделювання та її кордон.

Діаграма функціональної моделі IDEF0 наведена на рисунках 3.1 – 3.3.

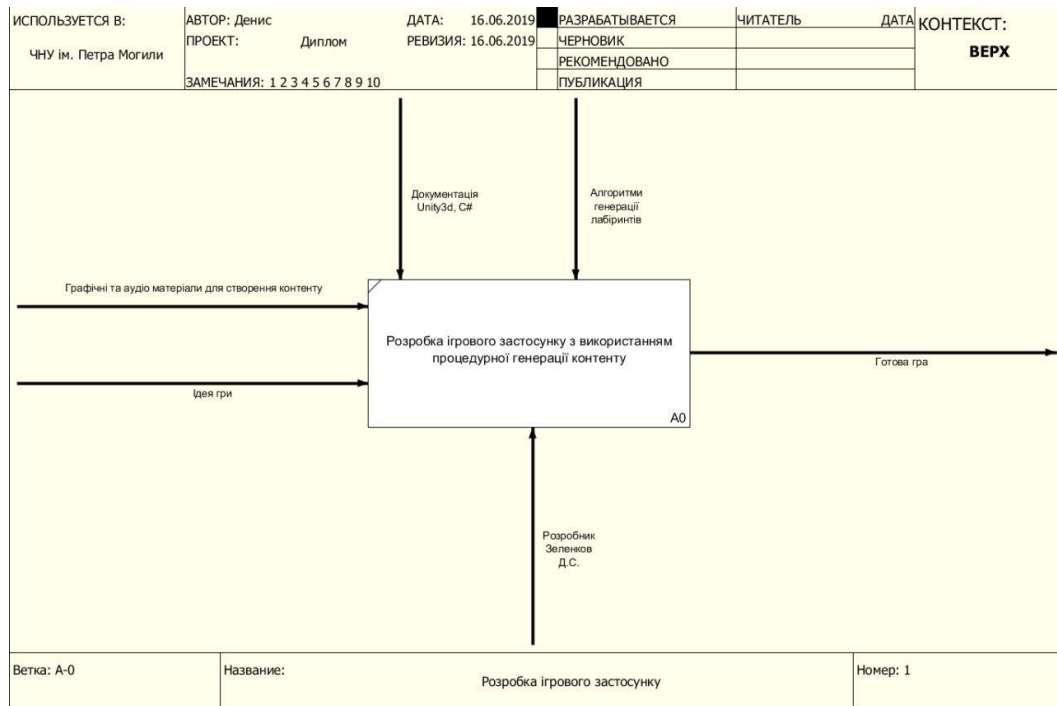


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма

Нотація IDEF0 підтримує послідовну декомпозицію процесу до необхідного рівня деталізації. Дочірня діаграма, створювана при декомпозиції, охоплює ту ж область, що і батьківський процес, але описує її більш детально. Згідно з методологією IDEF0 при декомпозиції стрілки батьківського процесу переносяться на дочірню діаграму у вигляді граничних стрілок.

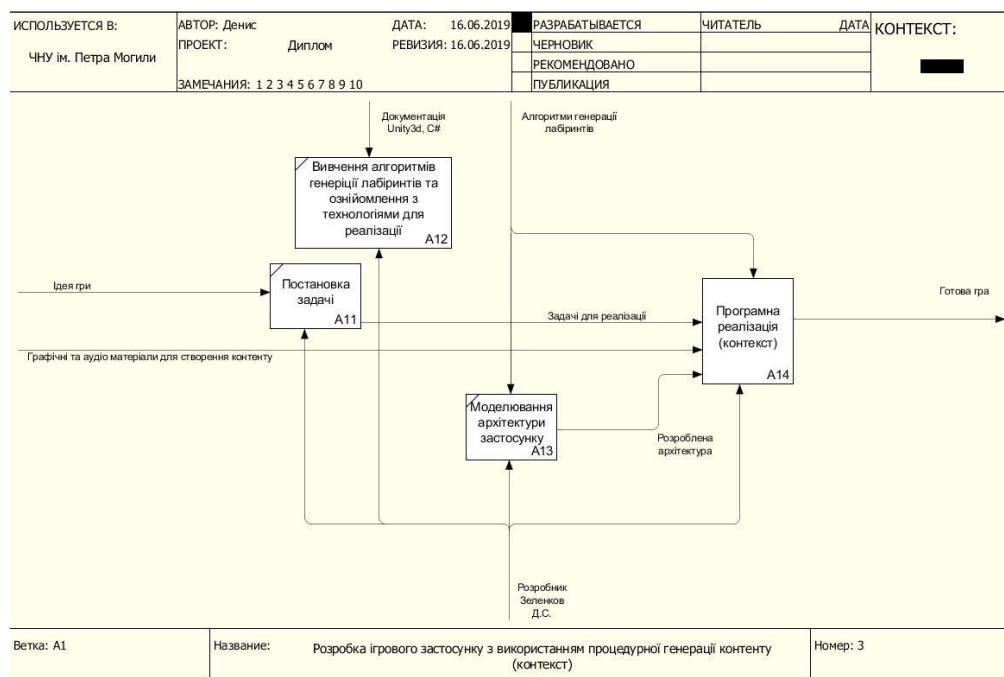


Рисунок 3.2 – Другий рівень деталізації

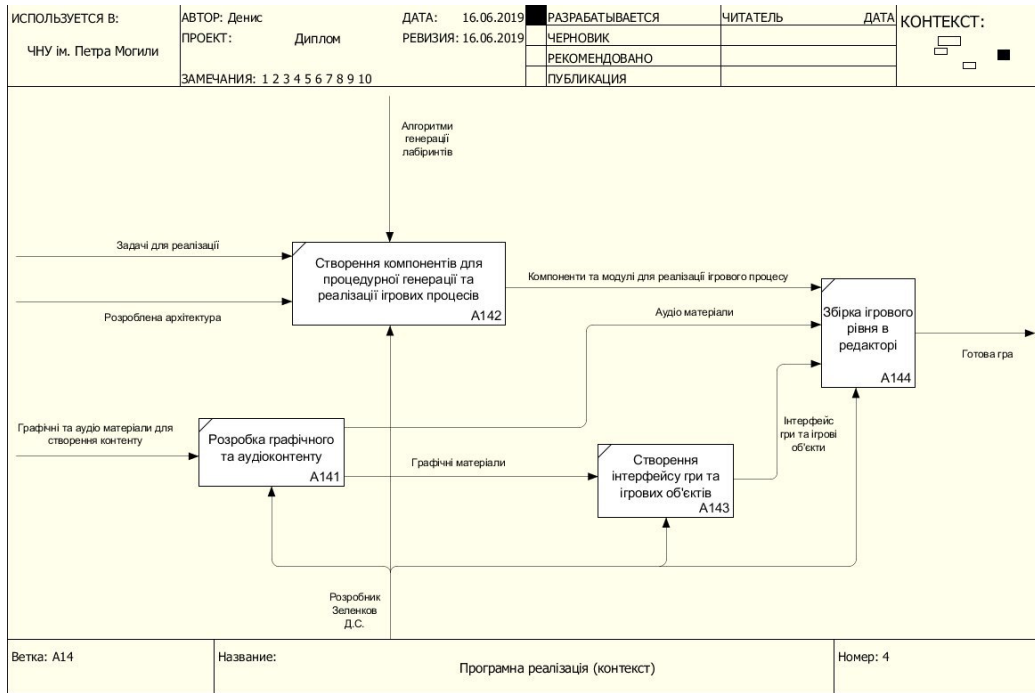


Рисунок 3.3 – Третій рівень деталізації

Діаграма прецедентів для ролі гравця наведено на рисунку 3.4.

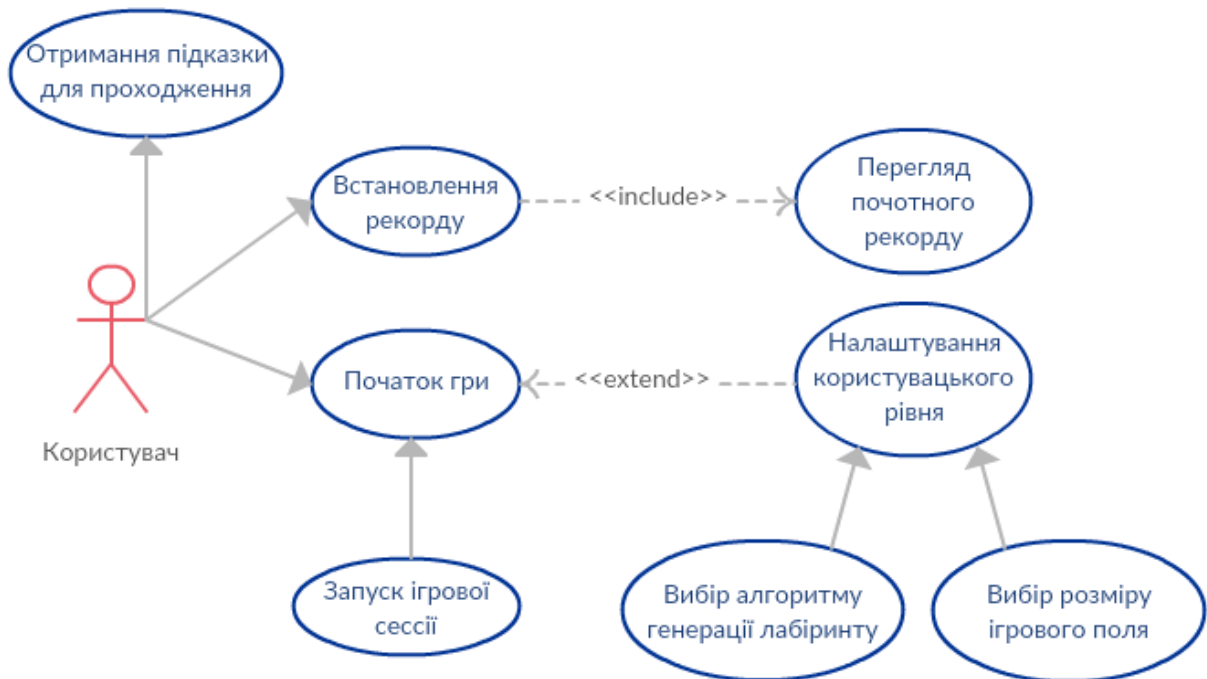


Рисунок 3.4 – Діаграма прецедентів

У четвертому розділі описується практична робота над застосунком. Повністю розглянуто процес розробки гри з детальним описом всіх створених компонентів.



Гра має бути довершеною та надавати можливість гравцям пройти її. Жанр створюваного застосунку – Головоломка. Головоломка - непросте завдання, для вирішення якого, як правило, потрібна кмітливість, а не спеціальні знання високого рівня. Створювана гра повинна мати наступний функціонал:

- головне меню;
- рівень з лабіринтом;
- можливість закінчити рівень;
- можливість отримати підказку;
- створювати унікальні лабіринти будь-якого розміру;
- мати музикальне супроводження.

Гра має два режими гри – за рівнями та з користувацьким налаштуванням. Перший режим лише надає можливість переглянути особистий рекорд та почати гру. У такому випадку гра може тривати безкінечно, так як після досягнення цілі рівня запускається наступний рівень зі збільшенням складності. Найбільший останній номер рівня і є персональним рекордом. Він записується у пам'ять комп'ютера коли гравець покидає рівень. Кожного разу лабіринт будується випадковим чином одним з алгоритмів процедурної генерації лабіринтів.

Режим гри з користувацьким налаштуванням складності гри надає можливість самостійно складність. Це реалізовано повзунком зі значенням від 1 до 50. Чим більше це значення – тим більший розмір поля і, відповідно, важкість проходження. Також у цьому режимі реалізована можливість самостійного вибору алгоритму процедурної генерації, за яким будується лабіринт.

Завдання гри полягає в тому, щоб пройти лабіринт від початку до кінця. Ігровий лабіринт є квадратним. За початок обрано лівий верхній кут, а за кінець – правий нижній. Непередбачуваність лабіринту заключається у зміні алгоритму побудови. Кінцевою точкою, яку треба досягти, є люк. Проте для

того щоб мати можливість завершити рівень недостатньо просто пройти лабіринт, необхідно відкрити замок. Це відбувається за допомогою ключа, який необхідно знайти. Він розташований випадковим чином на одній з клітинок лабіринту. Лише після знаходження ключа необхідно йти до виходу. Після чого замок відкривається і лабіринт вважається пройденим.

Якщо обрано режим гри за рівнями то відкривається можливість переходу на наступний рівень. Якщо ж обрано режим гри з самостійним налаштуванням складності гри, то після проходження лабіринту гра повертає гравця до головного меню з налаштуванням гри.

На великому полі можуть виникнути проблеми з проходженням лабіринту. Щоб таких проблем не виникало створено підказку, яку можна отримати кожні двадцять секунд. Вона надає можливість протягом п'яти секунд переглянути весь лабіринт. При цьому місцезнаходження гравця, ключа та виходу добре видно.

Невід'ємною частиною гри є музикальне супроводження. Таким чином, за допомогою динамічної та веселої музики, гра привертає до себе увагу і не дає гравцеві засумувати. Саме для цього було підібрано дві незвичайні композиції, виконані у стилі дев'яностих років двадцятого століття.

Таким чином молоді потенціально гравці будуть просто грати в цікаву гру з незвичайним звуковим супроводженням, а старші гравці одразу ж відчуватимуть відчуття ностальгії, адже музика виконана у стилі ігор їх молодості та юнацтва. Тому дана комп'ютерна гра являтиметься актуальною серед багатьох груп гравців.

Діаграма класів – структурна діаграма мови моделювання UML, що демонструє загальну структуру ієрархії класів системи, їх кооперацій, атрибутів (полів), методів, інтерфейсів і взаємозв'язків між ними. Широко застосовується не тільки для документування та візуалізації, але також для конструювання за допомогою прямого або зворотного проектування.

Діаграму класів наведено на рисунку 4.1.

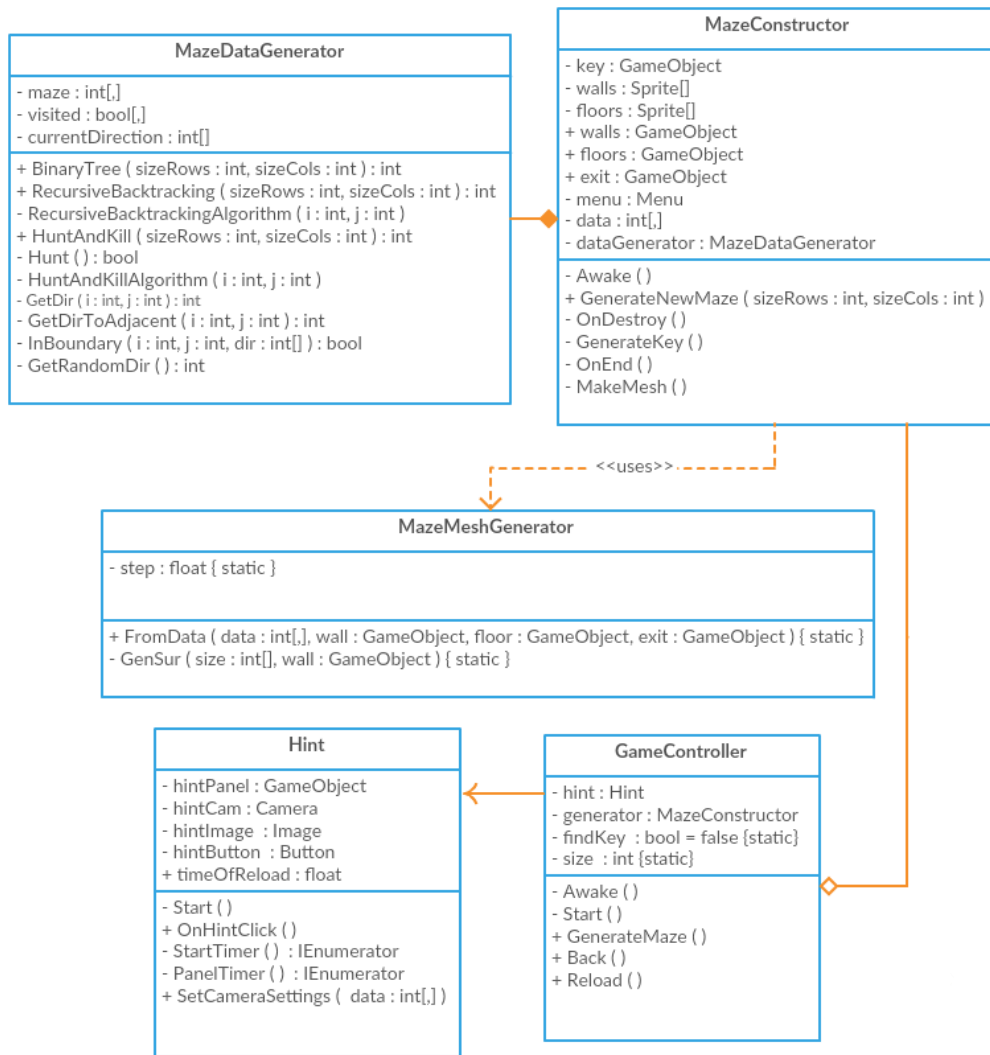


Рисунок 4.1 – Діаграма класів

**У спеціальній частині (Охорона праці)** розглянуто питання зі створення безпечних умов праці в робочому приміщенні, визначення мікрокліматичних умов та розрахунок часу евакуації з приміщення.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі виконано розробка комп'ютерної гри у жанрі «Головоломка». В процесі виконання даної роботи опановано створення ігор на базі рушія Unity3D, проаналізовані алгоритми процедурної генерації лабіринтів та опановано їх використання задля створення контенту гри.

Під час аналізу здійснено пошук інформації, дослідження можливостей ігрового рушія Unity3D. Досліджені класифікації та типи лабіринтів. Також проаналізоване використання лабіринтів в ігровій індустрії. Досліджено сучасний ринок подібних програм-аналогів, визначено їх недоліки та переваги даного застосунку.

На етапі моделювання поставлені вимоги до функціоналу гри. Досліджено алгоритми процедурної генерації, які використовувались при створенні лабіринтів.

Створені алгоритми процедурної генерації можуть використовуватись при подальшій розробці комп'ютерних ігор. Їх можна використовувати повторно, легко адаптувати під майбутні проекти та розширювати можливості написаних компонентів. Створений функціонал програмного забезпечення може доповнюватись необхідним чином для реалізації будь-яких додаткових функцій гри.

Створено реалізацію трьох алгоритмів процедурної генерації лабіринтів. Також розроблено функціонал для створення лабіринтів для необхідних потреб.

У спеціальній частині розглянуто питання зі створення безпечних умов праці в робочому приміщенні, визначення мікрокліматичних умов та розрахунок часу евакуації з приміщення.

Для досягнення поставленої мети проаналізовані технічні засоби розробки, актуальність створюваного застосунку, досліджено алгоритми створення лабіринтів, створено модель та архітектуру гри.

## АНОТАЦІЯ

**Зеленков Денис Сергійович. Розробка комп'ютерної гри на основі технології процедурної генерації контенту.** – на правах рукопису.

В даній дипломній роботі був опанований процес створення відеогри з використанням процедурної генерації контенту для досягнення бажаного результату.

Об'єкт дослідження – процес розробки ігрового застосунку в жанрі «Головоломка».

Предмет дослідження – методи та інформаційні технології розробки ігрового програмного забезпечення.

Метою дипломної роботи являється підвищення ефективності процесу розробки ігрового програмного забезпечення за рахунок оптимізації процесу генерації лабіринтів на основі алгоритмів процедурної генерації контенту.

Дипломна робота складається з таких розділів: аналіз відеоігор та класифікації лабіринтів; методи для реалізації гри та засоби програмної розробки; моделювання ігрового програмного забезпечення; програмна реалізація ігрового застосунку.

Перший розділ містить в собі аналіз ігор і лабіринтів та необхідні теоретичні відомості. Другий розділ містить опис алгоритмів та засобів програмної розробки. Третій розділ містить модель ігрового програмного забезпечення. Четвертий розділ містить детальний опис створення відеогри.

Після завершення роботи була створена відеогра на комп'ютер, яка надає можливість пройти лабіринти, створені трьома різними алгоритмами. Гра має 2 типа гри: за рівнями та зі самостійними налаштуваннями.

Дипломна робота складається зі 67 сторінок, 66 рисунків, 2 таблиць, 40 посилань на літературні джерела та спеціальної частини, що складається із 17 сторінок.

*Ключові слова:* комп'ютерна гра, відеогра, Unity3D, процедурна генерація.

## ABSTRACT

**Zelenkov Denis Serhiyovych. Development of computer game based on procedural generation technology. – manuscript copyright.**

In this diploma work was mastered the process of creating a video game using procedural content generation to achieve the desired result.

The object of the study is the process of developing a gaming application in the genre of "Puzzle".

Subject of research - methods and information technologies of game software development.

The purpose of the diploma is to increase the efficiency of the software development process by optimizing the process of generating labyrinths based on procedural content generation algorithms.

Diploma consists of the following sections: analysis of video games and classification of labyrinths; methods for implementing the game and software development tools; modeling of game software; software implementation of the game application.

The first section includes an analysis of games and labyrinths and the necessary theoretical information. The second section contains a description of the algorithms and software development tools. The third section contains a model game software. The fourth section contains a detailed description of the video game.

After the work was completed, a videogame was created on the computer, which provides the opportunity to go through the maze. The game has 2 types of game: by levels and with independent settings.

Diploma work consists of 67 pages, 66 pictures, 2 tables, 40 references to literary sources and a special part consisting of 17 pages.

***Keywords:*** *computer game, videogame, Unity3D, procedural generation.*