

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛЕВАНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ГІПЕРКАЗУАЛЬНОЇ ГРИ

Тарас Волошко¹, Тетяна Шестакевич²

^{1, 2} Національний університет “Львівська політехніка”,

¹ taras.voloshko.itis.2018@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-2040-7732,

² tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-4898-6927

© Волошко Т., Шестакевич Т., 2023

Ігрова індустрія працює на задоволення потреб мільйонів користувачів, тому розробники активно удосконалюють наявні та розробляють нові ігри. Особливим жанром є гіперказуальні ігри із простим сюжетом, нескладною механікою, примітивним інтерфейсом користувача. Попри позірну простоту, такі ігри популярні й прибуткові. Життєвий цикл гіперказуальної гри може бути доволі коротким – кілька тижнів чи місяців, що передбачає й обмежений час на розроблення такої гри. Доцільно мати інструмент для визначення, оцінювання та врахування особливостей успішних гіперказуальних ігор. Тому актуальним є завдання розроблення структури опису гіперказуальної гри, щоб на основі таких структурованих даних можна було прийняти рішення щодо релевантних характеристик успішної гри.

Гіперказуальні ігри в індустрії розваг є одним із жанрів ігор для мобільних платформ. Для визначення релевантних характеристик такої гри необхідно накопичити дані про успішні ігри, визначити загальні характеристики, спільні для усіх казуальних ігор, структурувати отримані дані, на основі яких відібрати ті характеристики, що впливають на успішність гри. Для прийняття рішення про релевантність характеристики варто проаналізувати структуровані дані, що описують гру. Відібрані характеристики буде реалізовано у гіперказуальній грі.

Визначені релевантні характеристики гри є вагомим критерієм вибору програмного забезпечення для розроблення гри. За такими критеріями варто оцінити популярні ігрові рушії – GameMaker, Godot, Unreal Engine та Unity. Для прийняття рішення щодо найкращого двигуна доцільно використати метод аналізу ієрархій. Для накопичення даних щодо успішності розробленої гри застосовано Facebook Analytics.

Запропонована концепція визначення релевантних характеристик інформаційних технологій даватиме змогу поєднувати такі технології у єдину систему.

Ключові слова: гіперказуальна гра; редукт; метод аналізу ієрархій; ігровий рушій.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Сьогодення важко уявити без мобільних пристроїв, комп'ютерів, ігрових приставок та іншої розважальної техніки, яка формує наше дозвілля. З усвідомленням можливостей інформаційних технологій як ігрової платформи розроблення комп'ютерних ігор перетворилось на індустрію з безліччю напрямів, фанатів, зрештою, змаганнями із кіберспорту [1]. Фінансові потоки ігрової індустрії приваблюють ІТ-фахівців різного спрямування, триває безперервний пошук креативних ідей, формування та розвитку нових ігрових жанрів. Помітним представником популярного зараз жанру є гіперказуальні ігри (“HyperCasual”), котрі набули популярності останніми роками. У 2013 р. ці ігри активно вийшли на ринок з Flappy Bird і продовжують розвиватись [2].

Часто гравці шукають цікаву сюжетну лінію та захопливі візуальні ефекти, але гіперказуальні ігри зосереджені на протилежному. У них майже немає сюжету, але це швидкі ігри, на які часто витрачається до хвилини часу. Гіперказуальні ігри майже не потребують інструкцій і займають мало ресурсів у смартфоні. Продаж згаданої вище однієї із найпопулярніших гіперказуальних ігор Flappy Bird за день приносить власникам до 50 тисяч доларів. Ця безплатна гра на платформах Google Play та iOS і займає перше місце у світових рейтингах.

Постає актуальне завдання – розробити гіперказуальну гру та реалізувати у ній ключові характеристики, притаманні популярним іграм такого жанру.

- Дослідити особливості ігрових жанрів та розробити систему описання гіперказуальної гри множиною характеристик.
- Проаналізувати характеристики успішних гіперказуальних ігор та визначити їх релевантність.
- Проаналізувати доступні засоби розроблення гри, вибрати такий, що найкраще відповідатиме можливостям реалізації визначених релевантних характеристик гіперказуальної гри.
- Розробити гіперказуальну гру із релевантними характеристиками та дослідити показники її успішності.

1. Гіперказуальні ігри в індустрії розваг

1.1. Особливості ігрової індустрії

Інформаційні технології відграють велику роль у житті кожної людини, вони супроводжують нас у навчанні, роботі, на відпочинку. Однією із частин відпочинку є індустрія розваг, прибуткові відеоігри – галузь, що активно розвивається. Ігрову індустрію також широко упроваджують у навчальну сферу: відомим прикладом гейміфікації у навчанні є середовище та мова програмування *Scratch*, де використано візуальну мову програмування: маніпулюючи готовими блоками, учень може, наприклад, реалізувати логіку гри та встановити спеціальні правила для неї [3]. Поглиблене застосування індустрії розваг у навчанні передбачає використання технології віртуальної реальності для ґрунтовнішого вивчення фізики, хімії, біології тощо.

Знавці виділяють більш як сорок різноманітних ігрових жанрів. Усі їх можна поділити на певні категорії, наприклад, за технологією: мобільні ігри, комп'ютерні та консольні, ігри з використанням віртуальної реальності, доповнена реальність та ігри зі змішаною реальністю тощо.

Найпопулярніші чотири базові ігрові платформи:

- мобільні платформи;
- персональні комп'ютери;
- консолі;
- віртуальна реальність.

Розподіл між аудиторією здійснюється обов'язково через систему оцінювання вікового обмеження ESRB "Entertainment software rating board" із використанням таких показників

- EC "Early childhood" – для дітей молодшого віку;
- E "Everyone" – для усіх;
- E10+ "Everyone 10 and older" – для усіх від 10 років та старших;
- T "Teen" – для підлітків;
- M "Mature" – для дорослих;
- AO "Adults only 18+" – тільки для дорослих.

1.2. Типи ігор на мобільних платформах

Мобільні платформи найдоступніші для гравців, зважаючи на рівень поширення відповідних пристроїв. Популярними серед ігрових мобільних застосунків є ігри казуального жанру, захист вежі, рольові ігри, гіперказуальні тощо.

Захист вежі

Захист вежі (“Tower defense” або TD) – жанр стратегічних ігор. Завдання гравця – перемогти ворогів, що наступають, збудувавши вежі, які нападають на ворогів, коли ті опиняються поблизу. Противники й вежі, зазвичай, різняться за характеристиками та вартістю. Коли вороги переможені, гравець заробляє гроші або ігрові бали, які використовує для придбання або модернізації веж. Вибір типу веж і їх розташування – невіддільна та основна стратегія гри. Одним із сучасних представників цього жанру є гра Crazy Defense Heroes (рис. 1).



Рис. 1. Crazy Defense Heroes

За допомогою магічних здібностей героїв гравець захищає свою територію від нападу злочинців. Ускладнення забезпечується збільшенням кількості злочинців на ігровому рівні, а також через варіативність ігрового простору.

Сховані об’єкти

Сховані об’єкти (“hidden object”) – ігровий жанр, підвид жанру “пазли” [3]. Гра такого типу потребує від гравця уваги та зосередженості. Головна мета гри цього жанру – знайти приховані об’єкти та розгадати загадки на ігровому полі. Гравець мусить знайти усі об’єкти та виконати завдання. Зазвичай час в іграх такого жанру використовують як обмеження та своєрідну мотивацію. Деякі ігри цього жанру мають різноманітні модифікації та рівні складності для різних типів гравців. Однією із теперішніх популярних ігор цього жанру є нова частина Escape game: 50 rooms 2 (рис. 2).



Рис 2. Escape game: 50 rooms 2

Казуальні ігри

Казуальні ігри (“casual games”) – ігровий жанр, розроблений для широкого кола користувачів.

Казуальні ігри відрізняються простими правилами та не потребують особливої наполегливості, часу на тренування або будь-яких спеціальних навичок від користувача; їх порівняно неважко розробляти. Багато таких ігор також мають яскраву привабливу графіку і мінімум тексту. Прикладом казуальної є Gardenscapes – гра “три у ряд” (рис. 3).

У цій грі гравець допомагає дворечському відновити занедбаний сад. Проходячи ігрові рівні, гравець збирає “зірки”, які зможе витратити на виконання завдань із відновлення саду.



Рис. 3. Gardenscapes

Рольові ігри

Рольові ігри (PRG або “Role player game”) – ігровий жанр, оснований на ігрових елементах традиційних настільних рольових ігор. У рольовій грі гравець керує одним або декількома персонажами, кожен із яких описується набором числових характеристик, переліком здібностей і навичок. Серед таких характеристик – точки удару, показники сили, спритності, інтелекту, оборони, ухилення, рівень розвитку певної майстерності. Прикладом цього жанру із використанням технології мобільних ігор є Raid (рис. 4).



Рис. 4. Raid

Основна мета цієї гри – відновити контроль над територією, яку за ігровим сюжетом захопили злі сили. Гравець вибирає собі головного героя та починає формувати команду із п’яти учасників. Варіативність комбінації ігрових персонажів дає змогу гравцеві проходити ігрові рівні та відновлювати контроль над загарбаними територіями.

Гіперказуальні ігри

Гіперказуальні ігри (“hyper casual”) – порівняно новий ігровий жанр зі спрощеним керуванням

чи мінімізованою участю гравця. Зазвичай така гра має мінімалістичний дизайн, не потребує довгої взаємодії з нею. У грі такого жанру гравець використовує лише одну кнопку або навіть особливі можливості смартфона, наприклад, положення у просторі чи швидкість переміщення пристрою. Мета гри такого жанру, переважно, нескладна. Гра зазвичай триває недовго. Прикладом популярної гіперказуальної гри є Airport Security (рис. 5).

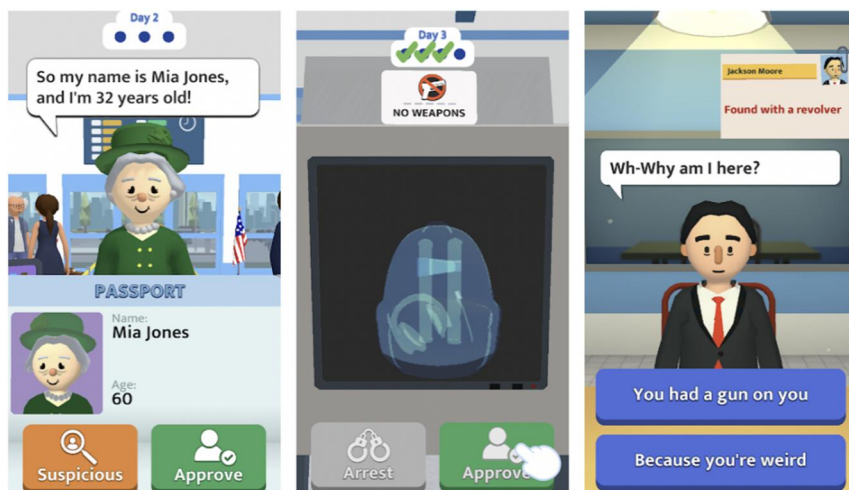


Рис. 5. Екрани гри Airport Security

Основна мета цієї гри – перевіряти кожного персонажа на пункті пропуску в аеропорті та набрати більшу кількість очок, змагаючись із друзями з соціальних мереж.

Отже, проаналізувавши найкращі жанри ігор на мобільній платформі, можемо зробити висновок, що усі ці ігри використовують різний підхід для зацікавлення гравця. У табл. 1 подано кількість гравців, які встановили відповідні ігри різних жанрів. Дані отримано, зокрема, з платформи “Google play” із використанням мобільної платформи на базі “Android”.

Таблиця 1

Аналіз необхідних критеріїв для реалізації кожного жанру

Жанр	Гра	Аудиторія, млн	Тип аудиторії за віком	Команда, учасників	Час розроблення, тижнів	Час “життя” гри, років
Tower Defense	Crazy Defense Heroes	> 1	Tee	≥ 15	> 13	1,5
Hyper Casual	Airport Security	> 10	E	≥ 3	≥ 10	0,17
RPG	Raid	> 10	Mature	> 100	> 26	3,5
Casual	Gardenscapes	> 100	E10+	> 150	> 52	4
Hidden object	Escape game: 50 rooms 2	> 5	Teen	> 25	> 20	2,5

Кожен із жанрів має певні особливості. Особливу увагу привертають гіперказуальні ігри. Хоч є ігри з довшим життєвим циклом, які навіть набирають порівняно більшу частку аудиторії, але дохід від них очікується лише в довгостроковій перспективі. Крім того, розроблення займає значний проміжок часу, потребує численнішої команди, що впливає на загальну вартість проекту. Це аргументи для актуальності жанру гіперказуальної гри, котрий нині дуже популярний [4] і має перспективи зростання [5].

Однією із найістотніших проблем, з якими стикаються розробники та власники гіперказуальних ігор, є довжина життєвого циклу гри. Особливістю є також те, що гравець, досягши певного рівня навичок, втрачає інтерес до гри. Дослідники [4] запропонували концепцію

персоналізації складності рівнів гіперказуальної гри для утримання уваги гравця.

2. Структурування опису гіперказуальної гри та знаходження її релевантних характеристик

2.1. Структура дослідження

Основна мета роботи полягає у розробленні концепції удосконалення процесу визначення релевантних характеристик гіперказуальної гри, тобто таких, що притаманні успішним актуальним іграм. Для досягнення цієї мети потрібно два етапи: на першому необхідно визначити відповідні релевантні характеристики, а на другому – реалізувати їх у грі та оцінити її успішність. На рис. 6 подано послідовність кроків реалізації першого етапу – визначення релевантних характеристик гіперказуальної гри.



Рис. 6. Кроки процесу визначення релевантних характеристик гіперказуальної гри

Збирання даних ускладнюється їх слабкою структурованістю, оскільки немає визначених характеристик для оцінювання чи описання гіперказуальної гри: опис гри може відображати суб'єктивне бачення фахівців із розроблення ігор, пересічних користувачів, фото- та відеоматеріали, звукові доріжки тощо. Слабка структурованість впливає і на визначення характеристик гри. До того ж необхідно накопичувати дані на двох етапах роботи: під час збирання слабкоструктурованих даних і даних, вже структурованих. На основі структурованих даних здійснюватиметься аналіз для виявлення релевантних характеристик гри, таких, що можуть бути визначальними для її успішності на ринку.

2.2. Визначення характеристик гіперказуальної гри

Збирання даних

Для збирання даних проаналізуємо наявні інформаційні джерела – дані на спеціальних ресурсах, таких як, наприклад, SensorTower [6]. Розглянемо множину гіперказуальних ігор, що стали успішними проектами (під успішними матимемо на увазі такі, що займають чільні місця за кількістю користувачів). Візьмемо до уваги ігрові проекти за три місяці, оцінюватимемо їх за кількістю

охоплених користувачів. До таких проєктів зарахуємо (рис. 7, 8):

- Rolling Cube.
- Fashion Queen Catwalk.
- Hide and seek cat escape.
- Muscle rush smash running.
- Roof rails.
- Stack ball crash platforms.



Рис. 7. Ілюстрація Hide and seek cat escape (аудиторія >10 000 000)

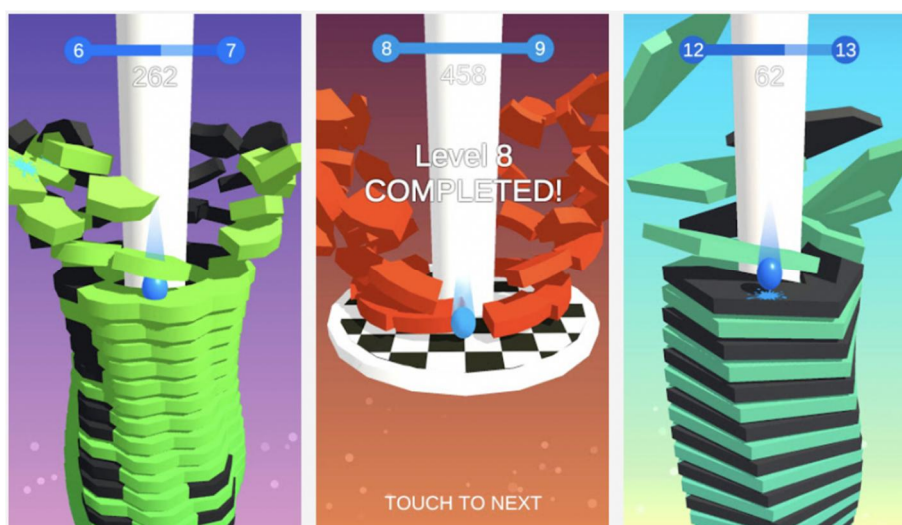


Рис. 8. Ілюстрація Stack ball crash platforms (аудиторія >100 000 000)

Неуспішні, непопулярні ігри, що не сподобались аудиторії (рис. 9):

- Stack maker.
- Killer body.
- Mad smash.

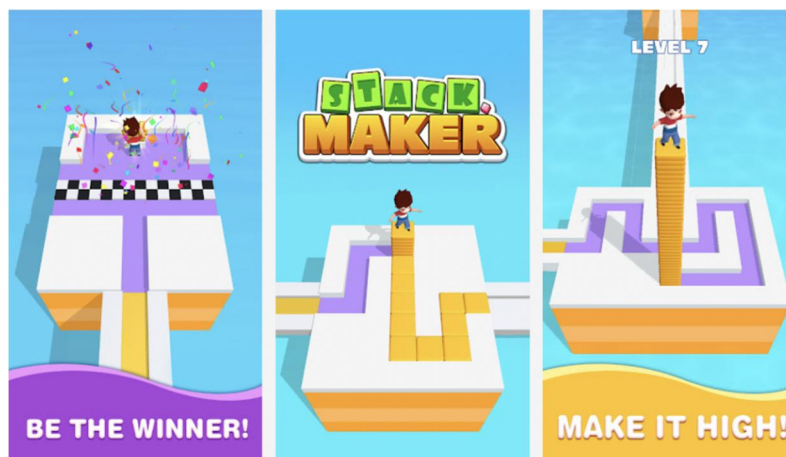


Рис. 9. Ілюстрація Stack maker (аудиторія >100 000)

Визначення характеристик гри

Розробники [6] виділяють різноманітні характеристики ігор, із них гіперказуальних стосуються такі:

- Основна платформа – найпопулярнішими є Play Market та AppStore, також набирає обертів App Gallery.
- Віковий рейтинг – якою є основна аудиторія та, відповідно, потенційно можливе кількісне охоплення аудиторії.
- Тип реклами – поділяється на “жорстку”, яка подається через кожні два – три клацання, та “лагідну” – раз на кілька рівнів або за винагороду.
- Мультиплеєр – гра самотійна або з іншими учасниками (переважно гра з ботом).
- Вимір – це вигляд моделей гри 2D або 3D. Прямо впливає на візуальну складову гри.
- Графіка – в іграх цього жанру активно використовують такі художні стилі: низькополігональне моделювання (Low Poly, LP), деталізоване моделювання без обмеження за полігонами (High Poly, HP), піксельну графіку (Pixel Art, PA).
- Основна механіка – жанр гіперказуальної гри передбачає вибір однієї основної механіки взаємодії із грою. Тому розробнику доцільно вибирати зі “slide” (протягнути), “tap” (натиснути), “hold” (затримати), можливе також суміжне поєднання для отримання складніших екземплярів.

Дослідники [7] запропонували власні критерії та метод оцінювання застосовності гіперказуальної гри.

Структурування даних про гру

Згадані раніше проекти охарактеризовано за критеріями, наведеними у табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння характеристик успішних та неуспішних ігор

Назва гри	Віковий рейтинг	Тип реклами	Мультиплеєр	Вимір	Графіка	Основна механіка	Успішність
Rolling Cube	3+	жорстка	–	3D	PA	slide	+
Fashion Queen Catwalk	7+	жорстка	–	3D	HP	tap	+
Hide and seek cat escape	3+	лагідна	–	2D	LP	hold	+
Muscle rush smash running	7+	жорстка	+	3D	HP	slide	+
Roof rails	3+	жорстка	–	3D	LP	slide	+
Stack ball crash platforms	12+	лагідна	–	3D	LP	hold	+
Stack maker	3+	жорстка	+	3D	LP	slide	–
Killer body	3+	жорстка	–	3D	HP	slide	–
Mad smash	3+	жорстка	–	3D	LP	tap	–

Алгоритм аналізу даних

Для аналізу вибрано результати структурованого опису ігор, що досягли успіху, та неуспішних ігрових проєктів. Разом опрацьовано дев'ять проєктів, які за віковим рейтингом розподілено так:

- “3+” – шість ігор (66,67 %);
- “7+” – дві гри (22,22 %);
- “12+” – одна гра (11,11 %).

За графікою досліджувані ігри розподілено на такі групи:

- Low Poly (LP) – п'ять ігор (55,55 %);
- High Poly (HP) – три гри (33,34 %);
- Pixel Art (PA) – одна гра (11,11 %).

Розподіл ігор на групи за типом реклами подано у табл. 3.

Таблиця 3

Розподіл ігор за типом реклами

Тип реклами	лагідна	жорстка
Кількість ігор, %	2 (22)	7 (78)

Структуровані дані проаналізуємо для пошуку прихованих закономірностей – релевантних характеристик гіперказуальної гри, що впливають на її успішність. Розкрити неочевидні залежності в даних дає змогу *інтелектуальний аналіз даних*. У загальному випадку процес видобування знань може бути ітеративним і складатися із чотирьох основних кроків [8]:

1. Відбирання даних.
2. Попереднє опрацювання даних.
3. Інтелектуальний аналіз даних.
4. Оцінювання та інтерпретація побудованих моделей та виявлених закономірностей.

Накопичені та відповідно опрацьовані дані зручно подавати таблично, так, щоб стовпці позначали імена властивостей, а елементи рядків містили значення властивостей. Рядок таблиці у термінах машинного навчання є *прикладом*, який позначають через u , а множину усіх прикладів – U . Стовпці таблиці називають *атрибутами* a , тоді A – множина всіх атрибутів. Якщо таблиця містить *атрибут прийняття рішення* d , значення якого вказує на належність прикладу u до певного класу, то таку таблицю називають *таблицею прийняття рішень*.

Методологія наближених множин [9] є математичним інструментом для виявлення у даних прихованих закономірностей. Основний принцип алгоритму навчання на прикладах з використанням наближених множин полягає у виявленні надлишковості серед наявних ознак, що описують приклад. Так виявляють “сильні” ознаки, які впливають на класифікацію прикладу.

Надмірні, суперечливі, еквівалентні дані із таблиці вилучають. Після цього вилучають стовпці, атрибути яких не впливають на класифікацію. Надалі аналізуватимемо лише ті атрибути, від яких залежить класифікація прикладів таблиці. Множина атрибутів, що залишилися, називається *редуктом* – підмножиною усіх атрибутів таблиці A , які забезпечують той самий результат класифікації всіх прикладів таблиці, як і вся множина A .

В алгоритмі Джонсона [10] запропоновано спосіб побудови редукта. Нехай R – множина атрибутів, які утворюють редукт, S – набір підмножин s_i атрибутів a_m , за значеннями яких відрізняються два приклади u_i та u_j з U , $a_m \in A$, $s_i \in A$. Ці підмножини атрибутів відповідають кон'юнктам функції розрізнення, яку будують за логічного виведення. Тобто S є інакшим способом подання функції g_A . Для кожної підмножини s_i обчислюють коефіцієнт $w(s_i)$, який позначає вагу s_i у S . Алгоритм пошуку редукта складається з п'яти кроків.

Крок 1. Прийняти $R = \emptyset$.

Крок 2. Вибрати в S атрибут a , який максимізує значення $\sum w(s_i)$ для всіх s_i , що містять a .

Крок 3. Додати a до R .

Крок 4. Видалити із S всі підмножини s_i , що містять a .

Крок 5. Якщо $S = \emptyset$, то R – шуканий редукт, алгоритм завершено. Інакше – переходимо до Кроку 2.

3. Вибір релевантних характеристик гіперказуальної гри

Застосуємо вказані етапи аналізу даних для вибору релевантних характеристик гіперказуальних ігор (табл. 2). Структуру набору даних зображено на рис. 10.

Для більшої зручності введемо позначення (табл. 4).



Рис. 10. Структура таблиці даних

Таблиця 4

Позначення характеристик гри

Характеристика	Значення	Позначення
Віковий рейтинг	3+	A1
	7+	A2
	12+	A3
Тип реклами	жорстка	C1
	лагідна	C2
Мультиплеєр		MP
Вимір	2D	2D
	3D	3D
Графіка	Low Poly	LP
	High Poly	HP
	Pixel Art	PA
Основна механіка	slide	M1
	tap	M2
	hold	M3
Успішність		D

Використаємо введені позначення для подання перетвореної таблиці даних (табл. 5) для застосування алгоритму Джонсона. Конвертуємо табл. 5 відповідно до потрібного формату. Наприклад, гра Rolling Cube має піксельну графіку, тому ставимо значення “1” в стовпці PA, а у стовпцях LP та HP – значення “0”.

Таблиця 5

Перетворені дані для алгоритму Джонсона аналізу даних

Назва гри	A1	A2	A3	C1	C2	MP	2D	3D	LP	HP	PA	M1	M2	M3	D
Rolling Cube	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Fashion Queen Catwalk	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Hide and seek cat escape	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
Muscle rush smash running	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Roof rails	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Stack ball crash platforms	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Stack maker	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Killer body	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Mad smash	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0

Після застосування алгоритму Джонсона отримано результат, який зручно подати табл. 6.

Таблиця 6

Результат виконання алгоритму Джонсона аналізу даних

1	2	3	1	2	P	D	D	P	P	A	1	2	3

Результати застосування алгоритму Джонсона знаходження редукту показують, що на успішність проаналізованих ігор впливають дві характеристики: вимір графіки – 3D й основний функціонал – slide. Ці результати буде враховано у розробленні гри. Власне, вказані характеристики – вимір графіки і основний функціонал – можемо назвати критеріями оцінювання гри.

4. Вибір засобів реалізації гри

На популярність гіперказуальних ігор серед розробників впливає, зокрема, можливість використовувати різні безплатні та платні ігрові рушії. Доступно чимало ігрових рушіїв, але всі вони різняться: деякі з них вузькоспрямовані (наприклад, для використання у поєднанні з певною платформою), інші – ширшого профілю, що допомагає розробникам створювати кросплатформні ігри, не виділяючи ресурсів на розроблення власних рішень [11].

Важлива частина кожної гри – її візуальна складова. Є різні варіанти вирішення формування візуального контенту гри – наприклад, придбання вже готових моделей або створення власних. Проаналізуємо доступні ігрові рушії та виберемо такий, що відповідатиме вимогам, встановленим раніше. Ігровий рушій – це готова архітектура, яку розробники використовують для запуску гри. Програмою будь-якої гри є ігровий рушій, із прописаною логікою, наприклад, для виведення зображення. Зазвичай ігровий рушій дає змогу розробникам додавати такі попередньо реалізовані інструменти [12]:

- фізика елементів;
- керування;
- рендеринг;
- необхідні скрипти;
- виявлення колізій;
- штучний інтелект тощо.

Ігрові рушії є багаторазовими компонентами, які розробники використовують для побудови фундаменту гри. Доцільно використовувати інструменти та специфікації DirectX, OpenGL, Vulkan,

XNA. Крім того, можливо використовувати комерційні та відкриті джерела бібліотек, що містять графічні сцени, фізику елементів та бібліотеки графічного інтерфейсу.

Існують десятки різноманітних рушіїв для розроблення відеоігор, кожен із них має переваги та недоліки: лише для мобільних платформ з використанням 2D-графіки; для розроблення браузерних ігор тощо. Популярні серед ігрових рушіїв Unity, Unreal Engine, GameMaker, Godot та ін. Попри подібність базового функціоналу, такі рушії мають певні відмінності, що може стати визначальним під час вибору рушія для реалізації гіперказуальної гри. Розглянемо особливості вказаних рушіїв.

4.1. Особливості ігрових рушіїв

Unity

Unity – багатоплатформний ігровий рушій, який дає змогу легко створювати інтерактивний 2D- та 3D-контент. Розробники орієнтували його тільки на одну платформу, а вже під час подальшого розроблення почали розвивати та масштабувати [13].

Основною мовою програмування вибрано C#, яка постійно розвивається та підтримується Microsoft. Мова програмування має середній поріг входження, велику спільноту однодумців та відкриту документацію, що полегшує знаходження потрібної функції або методу. Unity підтримує розширення екрана всіх смартфонів та всі операційні систем мобільних пристроїв.

Відомі ігри, створені з використанням Unity, – Lara Croft Go, Her Story, Pillars of Eternity та Kerbal Space Program. Unity сумісний з іншими програмами, такими як Maya, 3DMax, Blender, Zbrush. Ці програми дають змогу моделювати та використовувати власні моделі ігрових об'єктів. Якщо ж розробник не має достатньо досвіду створення 3D-моделей, може скористатися сервісом “Unity Store”. У цьому маркеті можна знайти вже готові моделі для своєї гри, готовий розроблений функціонал певних механік та багато іншого.

Unreal Engine

Unreal Engine – ігровий рушій, розроблений компанією Epic Games [14]. Мовою програмування вибрано C++. Unreal Engine отримав кілька нагород, серед інших – рекорд Гіннеса як “найуспішніший рушій для створення відеоігор” у 2014 р.

Майже щомісяця з'являються оновлення до актуальної версії ігрового рушія [15]. Переваги Unreal Engine – наявність якісного інструменту для роботи з різними видами графіки, а також удосконалювана система Blueprints, що допоможе в роботі через візуальний інтерфейс без критичної потреби у глибоких знаннях мови програмування C++. До недоліків можна зарахувати необхідність: ліцензованої копії для роботи; сплати відсотка з прибутку від розробленої гри після того, як вона стане прибутковою; наявності команди розробників.

Найвідоміші ігри, створені на рушії Unreal Engine, – серія Gears of War, серія Mass Effect, серія Bioshock та серія Batman: Arkham.

GameMaker

GameMaker – багатоплатформний рушій-конструктор для створення 2D-ігор. Має простий і зрозумілий інтерфейс, вичерпну документацію, відеоуроки та форуми щодо його роботи та створення ігор [16].

Редактор GameMaker Studio дає можливість не лише створювати 2D-ігри, а й застосовувати 3D-графіку [17]. Рушій дає змогу створювати 2D-ігри із застосуванням власних графічних об'єктів, звуків та анімації, які також можна створити та редагувати у GameMaker Studio.

На відміну від більшості інших ігрових рушіїв, GameMaker Studio не потребує вміння програмувати. Користувачі можуть “вибирати та клацати” для створення гри, а це простіше та швидше, ніж кодування. Разом із тим, це обмежує функціонал доступних елементів. Ширші функції GameMaker передбачають використання платної версії рушія.

Відомі ігри, розроблені за допомогою GameMaker, – Spelunky, Hotline Miami, Super Crate.

Godot

Godot – відкритий багатоплатформний 2D- та 3D-ігровий рушій за ліцензією MIT [18]. Рушій пропонує значний набір поширених інструментів [12], має відкритий код, тобто відсутні роялті, передплати, приховані виплати тощо. У Godot є спільнота, яка постійно виправляє помилки у роботі рушія та розробляє нові функції.

4.2. Вибір рушія

Кожен із розглянутих рушіїв має переваги та недоліки, для обґрунтованішого вибору застосуємо метод аналізу ієрархій для прийняття рішень.

4.3. Побудова ієрархії прийняття рішень

Оцінюватимемо згадані вище рушії за характеристиками, важливими для розробників гіперказуальних ігор. Для досягнення основної мети – розроблення ігрового проєкту (гіперказуальної гри) важливо досягти двох цілей: мінімізації затрат на розробку та зменшення часу розроблення проєкту. На рис. 11 вказано також критерії, за якими оцінюватимемо досягнення відповідної мети.

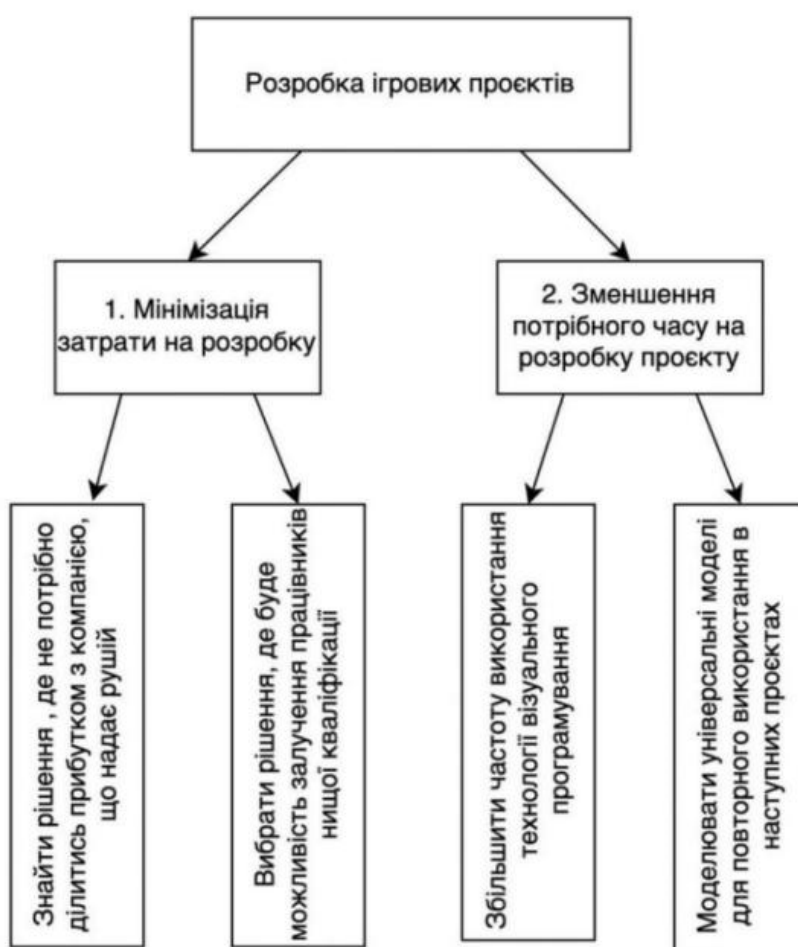


Рис. 11. Цілі розроблення гіперказуальної гри

Альтернативні ігрові рушії порівнюватимемо за вказаними критеріями, які співвідносяться з основною метою.

Нехай $C = \{C_i \mid i = 1, \dots, 4\}$ – це набір із чотирьох критеріїв (табл. 7), а $T = \{T_j \mid j = 1, \dots, 4\}$ – це сукупність альтернативних ігрових рушіїв (табл. 8), якими можна скористатися для розроблення гри. Ієрархію рішень наведено на рис. 12.

Таблиця 7

Критерії вибору ігрового рушія

Позначення	Критерій
C_1	Відсутність роялті
C_2	Низький поріг входження
C_3	Наявність технології візуального програмування
C_4	Доступність 3D-графіки

Таблиця 8

Альтернативні ігрові рушії

Позначення	Альтернативи
T_1	Unity
T_2	Unreal Engine
T_3	GameMaker
T_4	Godot

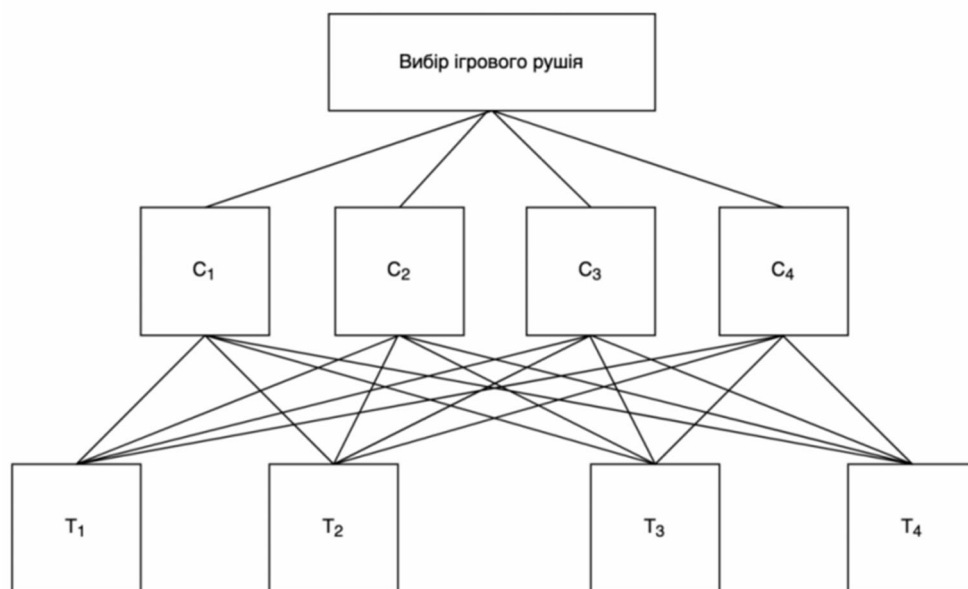


Рис. 12. Ієрархія рішень у МАІ щодо експертного оцінювання ігрових рушіїв

4.4. Порівняння альтернатив за критеріями

Для оцінювання альтернатив порівнюємо кожні дві альтернативи з урахуванням кожного критерію. На основі експертної оцінки формується матриця парних порівнянь A розміром 4×4 – матриця парних порівнянь, $A = (a_{ij})$, де $a_{ij} > 0$, $a_{ji} > 1/a_{ij}$, $a_{ii} = 1$, де $i = 1, \dots, 4$, $j = 1, \dots, 4$, де a_{ij} – співвідношення важливості однієї альтернативи порівняно з іншою (наприклад, на рис. 13 наведено матрицю суджень експерта щодо критерію “Відсутність роялті”).

	T1	T2	T3	T4
T1	1	5	1	1
T2	0,2	1	0,2	0,33
T3	1	5	1	1
T4	1	3	1	1

Рис. 13. Матриця порівняння за критерієм “Відсутність роялті”

З оцінок за чотирма критеріями формуються чотири матриці парних порівнянь. Для кожної

матриці будують відповідну нормовану, сума елементів кожного рядка ділиться на 4, а отриманий вектор є вектором локального пріоритету (рис. 13). Також на рис. 4 подано обчислення, необхідні для визначення узгодженості думок експертів – значення L . Для його пошуку потрібно підсумувати елементи кожного стовпця матриці A , а L можна одержати, помноживши знайдений вектор сум на w . Щоб визначити індекс узгодженості CI , L треба зменшити на кількість альтернатив і розділити на (кількість альтернатив – 1). Коефіцієнт узгодженості CR використовує випадковий індекс узгодженості RI (табл. 9) $CR = CI/RI$. Коефіцієнт узгодженості, менший за 0,1, свідчить, що матриця відповідає стандартам узгодженості (рис. 14).

Таблиця 9

Випадковий індекс узгодженості (M – порядок матриці A)

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Вектори пріоритетів зведено в табл. 10. Кожен із критеріїв вважатимемо однаково важливим.

Таблиця 10

Порівняння характеристик ігрових рушіїв

	C_1	C_2	C_3	C_4	Відносний пріоритет
T_1	0,334	0,332	0,320	0,336	0,331
T_2	0,133	0,291	0,074	0,346	0,211
T_3	0,459	0,291	0,320	0,096	0,291
T_4	0,073	0,086	0,285	0,223	0,167

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc} & T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \\ \begin{array}{c} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1 & 1 \\ 0.2 & 1 & 0.2 & 0.33 \\ 1 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} w \\ 0.320 \\ 0.074 \\ 0.320 \\ 0.285 \end{array} \end{array} \\
 L = 4.03 \quad CI = 0.01 \quad CR = 0.013 \\
 \begin{array}{ccccc} & T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \\ \begin{array}{c} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 0.2 & 0.33 & 0.33 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} w \\ 0.332 \\ 0.291 \\ 0.291 \\ 0.086 \end{array} \end{array} \\
 L = 4.04 \quad CI = 0.01 \quad CR = 0.014
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc} & T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \\ \begin{array}{c} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 3 \\ 0.3 & 1 & 0.2 & 3 \\ 1 & 5 & 1 & 7 \\ 0.3 & 0.3 & 1 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} w \\ 0.334 \\ 0.133 \\ 0.459 \\ 0.073 \end{array} \end{array} \\
 L = 4.23 \quad CI = 0.08 \quad CR = 0.087 \\
 \begin{array}{ccccc} & T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \\ \begin{array}{c} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 2 \\ 0.2 & 0.3 & 1 & 0.5 \\ 1 & 0.5 & 2 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} w \\ 0.336 \\ 0.346 \\ 0.096 \\ 0.223 \end{array} \end{array} \\
 L = 4.11 \quad CI = 0.04 \quad CR = 0.040
 \end{array}$$

Рис. 14. Обчислення у методі аналізу ієрархій

Вектор відносного пріоритету містить загальну оцінку альтернатив (обчислюється як середнє для кожної альтернативи). Альтернатива, що відповідає найбільшому значенню, і є найкращою.

Відповідно до вектора відносного пріоритету (табл. 10), найактуальнішим ігровим рушієм є Unity. Тому подальше розроблення відбувається з використанням саме цього рушія.

4.5. Розроблення гіперказуальної гри з вибраними релевантними характеристиками

Основним сюжетом гри вибрано оборону замку від ворогів. Були створені чорнові варіанти елементів меню та 3D-об'єктів гри (рис. 15).

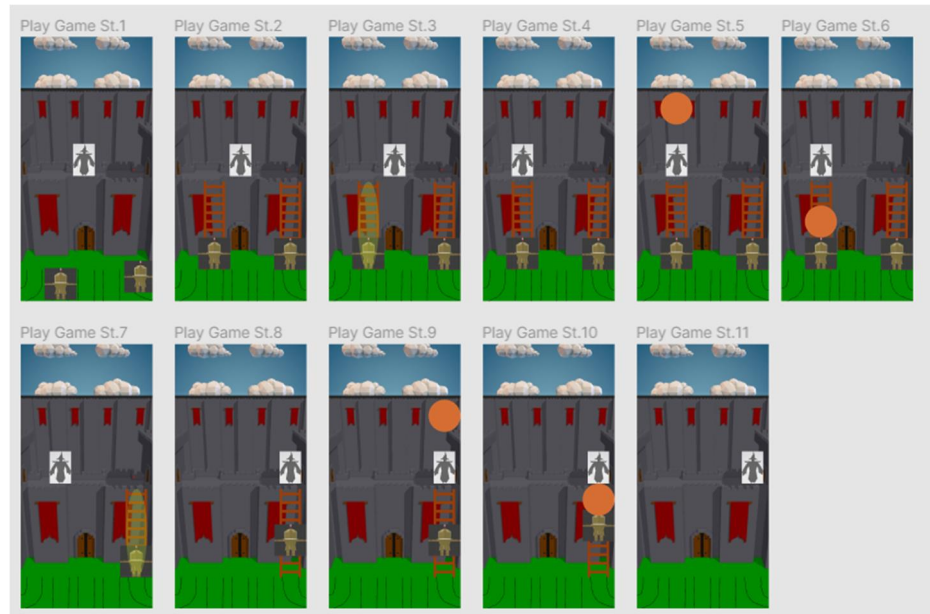


Рис. 15. Концепт gameplay

Оскільки основна механіка розроблюваної гіперказуальної гри, відповідно до результатів аналізу даних, – *slide*, то її враховано та реалізовано у пересуванні головного персонажа (див. архітектуру відповідного модуля на рис. 16) та “кастуванні” магічних сфер (рис. 17). Тобто для переміщення персонажа гравцеві потрібно один раз натиснути на певній області. Повторне натискання у тій самій ігровій області ініціює опрацювання події Shooting Module – для користувача це виглядатиме як створення великої сфери над головним персонажем та подальший рух кулі в напрямку ворога.

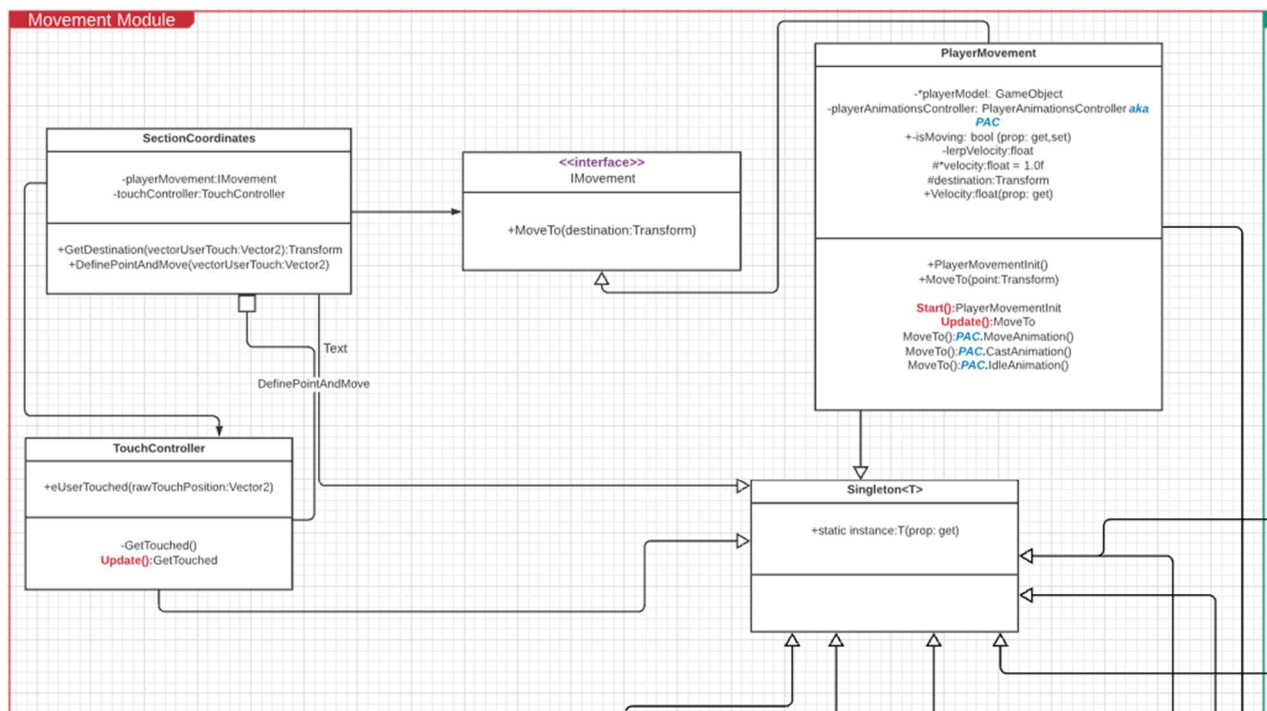


Рис. 16. Архітектура Movement Module

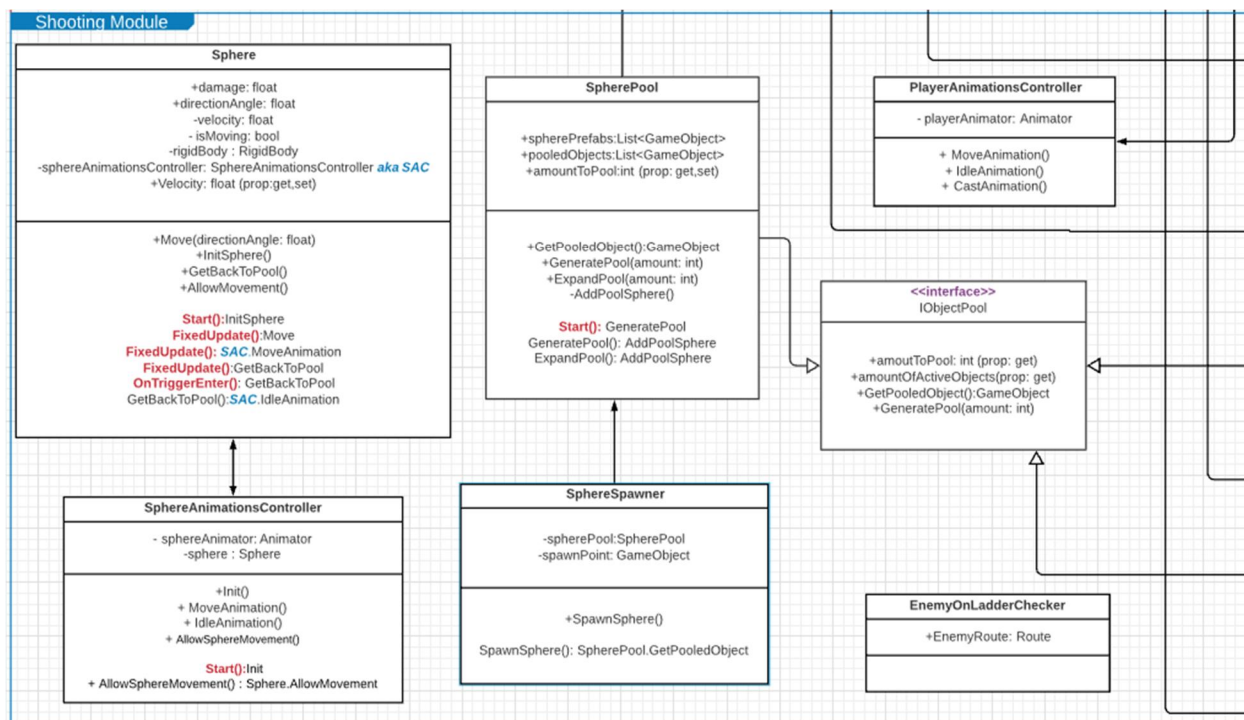


Рис. 17. Архітектура Shooting Module

Після мануального тестування якості 3D-моделей такі моделі було удосконалено до більш високополігональних (рис. 18). Роботу виконано в середовищах Figma, Paint, MagicaVoxel, Photoshop.

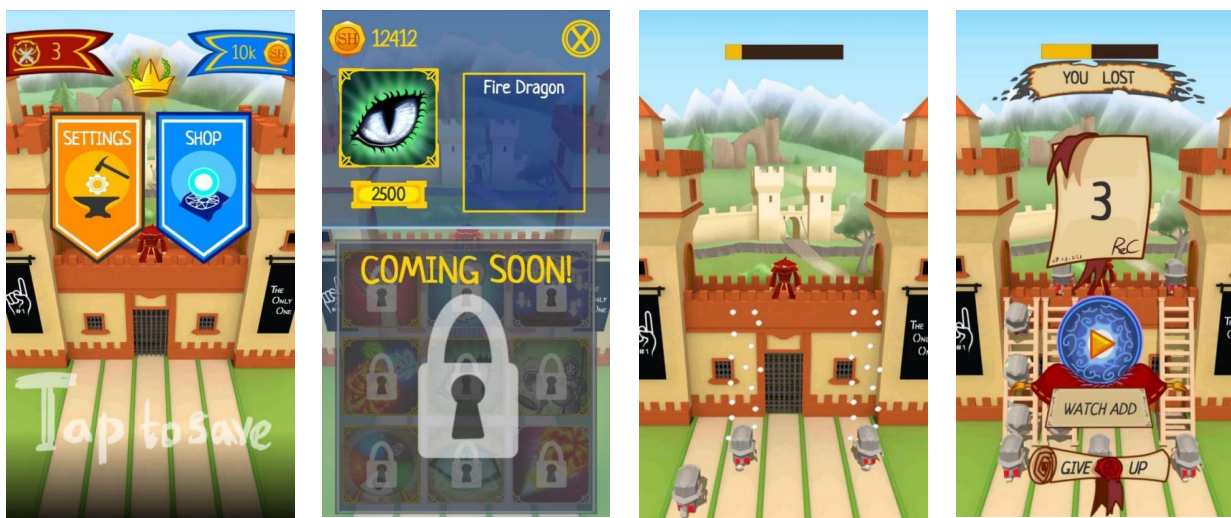


Рис. 18. Вікна гри

Для реалізації гри вибрано 3D-графіку як релевантний критерій успішності гіперказуальної гри.

Для оцінювання результатів прийнятого рішення про реалізацію релевантних характеристик у гіперказуальній грі доцільно скористатись API FacebookAds та GameAnalytics. Ці API накопичують дані про кількість користувачів, залучених за допомогою реклами, час перебування у грі, а також відтік користувачів. На рис. 19 подано статистику від Facebook Analytics на часовому проміжку 24 год.

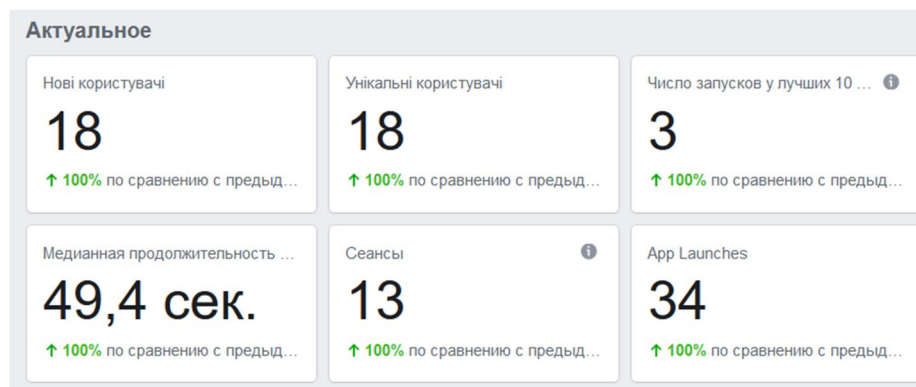


Рис. 19. Зібрані дані з Facebook Analytics

Висновки

Дослідження полягало у розробленні та реалізації концепції створення гри з характеристиками, притаманними найпопулярнішим аналогам. З цією метою було розглянуто поняття ігрової індустрії, місце гіперказуальних ігор у ній та особливості такого жанру.

Розроблено систему характеристик, що описують гіперказуальну гру, згідно із якою сформовано “портрети” успішних ігор. Особливістю власне гіперказуальних ігор є їх невеликий термін “життя”, тому для аналізу відібрано актуальні успішні ігри. Структуровані дані проаналізовано та визначено відповідні релевантні характеристики – механізм управління в грі та 3D-дизайн. Вказані характеристики реалізовано у грі.

Для вибору рушія, на якому розроблялась гіперказуальна гра, застосовано метод аналізу ієрархій – за критеріями “відсутність роялті”, “висота порога входження”, “наявність технологій візуального програмування” та “наявність інструментів роботи із 3D-графікою”. За результатами застосування методу вибрано ігровий рушій Unity для реалізації гри.

Facebook Analytics використано для збирання даних щодо успішності розробленої гри.

У подальших дослідженнях буде розглянуто особливості поширення концепції визначення релевантних характеристик інформаційних технологій для поєднання їх у єдину систему.

Список літератури

1. *Ігрова індустрія, історії перспективи. Як стати розробником ігор?* Logos IT academy. <https://lviv.logos-academy.com/igrova-industriya-istoriyi-perspektyvy-yak-staty-rozrobnykom-igor>.
2. *Why Are Hypercasual Games so Popular?* MPL. <https://www.mpl.live/blog/why-are-hypercasual-games-so-popular/>.
3. Gregory J. (2018). *Game Engine Architecture*. CRC Press.
4. Yang Z., Sun B. (2020). Hyper-Casual Endless Game Based Dynamic Difficulty Adjustment System for Players Replay Ability. *2020 IEEE Intl Conf on Parallel & Distributed Processing with Applications, Big Data & Cloud Computing, Sustainable Computing & Communications, Social Computing & Networking (ISPA/BDCLOUD/SocialCom/SustainCom)*, 860–866. <https://doi.org/10.1109/ISPA-BDCLOUD-SocialCom-SustainCom51426.2020.00133>.
5. Luton W. (2013). *Free-to-Play: Making Money from Games You Give Away*. New Riders.
6. *Сховище даних та аналітичний інструмент ігрової індустрії*. SensorTower. <https://app.sensortower.com/>.
7. Charoenpruksachai A., Longani P. (2021). Comparative Study of Usability Evaluation Methods on a Hyper Casual Game. *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering*, 153–156. DOI: 10.1109/ECTIDAMTNCN51128.2021.9425717.
8. Нестеренко О. В., Савенков О. І., Фаловський О. О. (2016) *Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень*. Національна академія управління
9. Garbulowski M., Diamanti K., Smolińska K. et al. (2021) *R.ROSETTA: an interpretable machine learning*

framework. BMC Bioinformatics 22, 110. <https://doi.org/10.1186/s12859-021-04049-z>.

10. Завалій Т. І., Нікольський Ю. В., Шестакевич Т. В. (2008) Інтелектуальний аналіз результатів психологічного тестування. *Вісник Інформаційних систем та мереж*, 631, 113–138.

11. *Власний Game Engine: як і навіщо створювати ігровий рушій*. GamedevDOU. <https://gamedev.dou.ua/blogs/how-and-why-to-create-a-game-engine/>.

12. *10 найкращих ігрових рушіїв*. Ulab. <https://ulab.sumdu.edu.ua/uk/10-najkrashhih-igrovih-rushiiv>.

13. *The world's leading platform for real-time content*. Unity. <https://unity.com/>.

14. *Огляд нереального движуна: плюси, мінуси та придатність*. Newgenapps. <https://www.newgenapps.com/uk/blogs/unreal-engine-review-pros-cons-and-suitability/>.

15. *Unreal Engine 5 Documentation*. UnrealEngine.com. <https://docs.unrealengine.com/en-us/>.

16. *GameMaker Studio огляд програми*. Public-PC. <https://public-pc.com/game-maker-studio-obzor-programmy/>.

17. *Everything you need to start making games*. GameMaker. <https://gamemaker.io/en/gamemaker>.

18. *Огляд руху в 2D просторі*. Godot. https://docs.godotengine.org/uk/stable/tutorials/2d/2d_movement.html.

References

1. *Gaming industry, stories perspectives. How to become a game developer?* Logos IT academy. <https://lviv.logos-academy.com/igrova-industriya-istoriyi-perspektyvy-yak-statyi-rozrobnykom-igor>.

2. *Why Are Hypercasual Games so Popular?* MPL. <https://www.mpl.live/blog/why-are-hypercasual-games-so-popular/>.

3. Gregory J. (2018). *Game Engine Architecture*. CRC Press.

4. Yang Z., Sun B. (2020). Hyper-Casual Endless Game Based Dynamic Difficulty Adjustment System for Players Replay Ability. *2020 IEEE Intl Conf on Parallel & Distributed Processing with Applications, Big Data & Cloud Computing, Sustainable Computing & Communications, Social Computing & Networking (ISPA/BDCLOUD/SocialCom/SustainCom)*, 860–866. <https://doi.org/10.1109/ISPA-BDCLOUD-SocialCom-SustainCom51426.2020.00133>.

5. Luton W. (2013). *Free-to-Play: Making Money from Games You Give Away*. New Riders.

6. *Data warehouse and political instruction of the gaming industry*. SensorTower. <https://app.sensortower.com/>.

7. Charoenpruksachet A., Longani P. (2021). Comparative Study of Usability Evaluation Methods on a Hyper-Casual Game. *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering*, 153–156. doi: 10.1109/ECTIDAMTNCN51128.2021.9425717.

8. Nesterenko O.V., Savenkov O.I., Falovskyy O.O. (2016) *Intelligent decision support systems*. National Academy of Management.

9. Garbulowski M., Diamanti K., Smolińska K. et al. (2021) *R.ROSETTA: an interpretable machine learning framework*. BMC Bioinformatics 22, 110. <https://doi.org/10.1186/s12859-021-04049-z>.

10. Zavalii T.I., Nikolsky Yu.V., Shestakevych T.V. (2008) Intellectual analysis of psychological testing results. *Bulletin of Information Systems and Networks*, 631, 113–138.

11. *Own Game Engine: how and why to create a game engine*. GamedevDOU. <https://gamedev.dou.ua/blogs/how-and-why-to-create-a-game-engine/>.

12. *Top 10 game engines*. Ulab. <https://ulab.sumdu.edu.ua/uk/10-najkrashhih-igrovih-rushiiv>.

13. *The world's leading platform for real-time content*. Unity. <https://unity.com/>.

14. *Overview of the unreal engine: pros, cons and suitability*. Newgenapps. <https://www.newgenapps.com/uk/blogs/unreal-engine-review-pros-cons-and-suitability/>.

15. *Unreal Engine 5 Documentation*. UnrealEngine.com. <https://docs.unrealengine.com/en-us/>.

16. *GameMaker Studio app overview*. Public-PC. <https://public-pc.com/game-maker-studio-obzor-programmy/>.

17. *Everything you need to start making games*. GameMaker. <https://gamemaker.io/en/gamemaker>.

18. *Overview of movement in 2D space*. Godot. https://docs.godotengine.org/uk/stable/tutorials/2d/2d_movement.html.

IDENTIFYING RELEVANT CHARACTERISTICS FOR THE DEVELOPMENT OF A HYPER-CASUAL GAME

Taras Voloshko¹, Tetiana Shestakevych²^{1, 2} Lviv Polytechnic National University,¹ taras.voloshko.itis.2018@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-2040-7732² tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-4898-6927

© Voloshko T., Shestakevych T., 2023

The game industry works to meet the needs of millions of users, so developers are actively improving existing games and developing a new one. Hyper-casual is a game with a simple plot, simple mechanics, and a primitive user interface. Despite the seeming simplicity, such games are popular and bring significant profits to developers. The life cycle of a hypercasual game can be quite short – a few weeks, or months, which also involves a limited time to develop such a game. It is advisable to have a tool to identify, evaluate and consider the characteristics of successful hyper-casual games. Therefore, the actual task is to develop a structure for describing a hyper-casual game so that, based on such structured data, a decision can be made regarding the relevant characteristics of a successful game.

Hyper-casual games in the entertainment industry are one of the genres of games for mobile platforms. To determine the relevant characteristics of such a game, it is necessary to accumulate data on successful games, determine the general characteristics common to all hyper-casual games, to structure the obtained data, and select the characteristics that affect the success of the game. To decide on the relevance of characteristics, it is worth analyzing the structured data describing the game. The selected characteristics will be implemented in the hyper-casual game.

The relevant characteristics of the game are a significant criterion for choosing a game engine for game development. According to such criteria, it is worth evaluating popular game engines – GameMaker, Godot, Unreal Engine, and Unity. To decide on the best engine, it is advisable to use the analytic hierarchy method. *Facebook Analytics* will be used to accumulate data on the success of the developed game.

The proposed concept of determining the relevant characteristics of various information technologies will allow combining such technologies into a single system.

Key words: hyper-casual game; reduct; analytic hierarchy method; game engine.