

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Магістерська кваліфікаційна робота**  
на тему: «Розробка методів інтерактивного вибору стратегії  
гри  
та мультимедійних компонентів»

Виконав:

студент групи ІІІ-19м Восьмушко О.В.

Науковий керівник:

к.т.н., доцент кафедри ПЗ Романюк О.В.

►  
**Мета дослідження.** Метою роботи є підвищення частоти переможних стратегій при інтерактивному їх виборі в системі багатокористувацької карткової онлайн гри.

**Об'єкт дослідження** – процес інтерактивного вибору стратегії гри.

**Предмет дослідження** – методи та засоби інтерактивного вибору стратегії гри.

## Завдання дослідження:

- проведення аналізу існуючих методів інтерактивного вибору стратегії гри;
- розробка методу інтерактивного вибору стратегії гри;
- розробка алгоритму роботи модуля, що відповідає за інтерактивний вибір стратегії гри;
- розробка API сервісу;
- розробка сервісу пошуку гри;
- розробка сервісу онлайн гри;
- розробка сервісу для чату;
- розробка клієнтського застосунку з використанням запропонованого методу вибору стратегії гри;
- проведення тестування системи тестування системи.

В результаті виконання перелічених завдань отримано систему, яка в повному обсязі демонструє метод вибору стратегії гри.

## Аналіз стану питання

- ▶ Наразі карткові ігри є дуже популярними, про це свідчить те статистика, що популярність таких ігор щороку зростає приблизно на 7%.
- ▶ В основі будь-якої хорошої карткової гри стоїть стратегія гравця або комп'ютера, тому подібні ігри, в тому числі і гра «Деберц», сприяють розвитку мислення, логіки та пам'яті .
- ▶ Розглянемо класифікацію гри «Деберц», яка буде реалізована в роботі. Деберц є грою з неповною інформацією та ненульовою сумою. Ця гра є стратегічною, оскільки гравець сам обирає ходи. В грі може брати участь від 2 до 4 гравців. Ця гра може бути як безкоаліційною так і коаліційною (при грі на пару). За кількістю стратегій гра є скінченною
- ▶ Відомий підхід до реалізації подібних задач - це використання методу мінімаксу, який запропонували Джон фон Нейман та Оскар Морґенштерн. Але загальна кількість стратегій для даної гри може бути занадто великою, саме тому даний підхід потрібно модифікувати, для застосування на практиці в програмній реалізації.

# Порівняння аналогів

Критерій	onlineigry.com	Debertz	Project D (Власна розробка)
Локальна гра з ботом та онлайн гра	-	+	+
Кросплатформенність	-	-	+
Система рейтингу	+	-	+
Можливість зберегти локальну сесію гри	-	+	+
Створення кімнати для гри з друзями	+	-	+
Можливість задати кількість гравців та умову виграшу для онлайн гри	+	-	+
Сума	3	2	6

# Розробка методу інтерактивного вибору стратегії гри

Мінімакс - це метод прийняття рішення, зазвичай використовується в покрокових іграх двох гравців. Ціль алгоритму знайти оптимальний хід.

Введемо деякі поняття:

- ▶ Стан - вершина дерева рішень, містить в собі такі дані, як поточні карти гравців, черга ходу та при виході з вершини, значення оціночної функції;
- ▶  $V_i$  - стан з індексом  $i$ ;
- ▶  $V_{ik}$  - стан, в який можна потрапити зі стану  $V_i$  за один крок;
- ▶  $f(V_i)$  - оціночна функція для стану  $V_i$ ;
- ▶  $d(V_i)$  - відстань вершини до кореня дерева.

Тепер необхідно знайти значення оціночної функції. Для гри двох гравців порахуємо функцію наступним чином:

$$f(V_i) = \begin{cases} \max(f(V_{i1}), & f(V_{i2}) \dots f(V_{ik})), \text{ при } d(V_i) \text{ непарне} \\ \min(f(V_{i1}), & f(V_{i2}) \dots f(V_{ik})), \text{ при } d(V_i) \text{ парне} \end{cases}$$

Таким чином, отримавши максимальне значення оціночної функції для корня дерева рішень, компютер робить вибір ходу.

# Розробка методу інтерактивного вибору стратегії гри

Проте дерево рішень може мати занадто багато вершин, оскільки в найгіршому випадку, коли кожен гравець на будь-якому ході може походити будь-якою картою, кількість стратегій буде дорівнювати:

$$x = \prod_{i=1}^n C_i!$$

де  $x$  - загальна кількість стратегій;

$n$  - кількість гравців;

$C_i$  - кількість карт у кожного з гравців.

Тоді при грі двох суперників отримаємо:

$$\prod_{i=1}^n C_i! = \prod_{i=1}^2 9! = 131,681,894,400$$

# Розробка методу інтерактивного вибору стратегії гри

Оскільки, загальна кількість стратегій може бути занадто велика, пропонується ввести глибину обходу, використати метод альфа-бета відсічення, а також, додаткову оціночну функцію  $g(V_i)$ , яка буде використовуватись коли глибина обходу досягнула заданої при виклику функції і гра ще не завершена.

Визначимо функцію  $g(V_i)$ , як суму оцінки кожної карти гравця. Тобто, в даному випадку коли гравець намагається залишитись з найбільш вигідними картами в кінці гри:

$$g(V_i) = \sum_{i=1}^C T_i$$

де  $C$  - кількість карт у поточного гравця;

$T_i$  - старшинство поточної карти гравця.

Відповідно функція  $f(V_i)$  приймає вигляд:

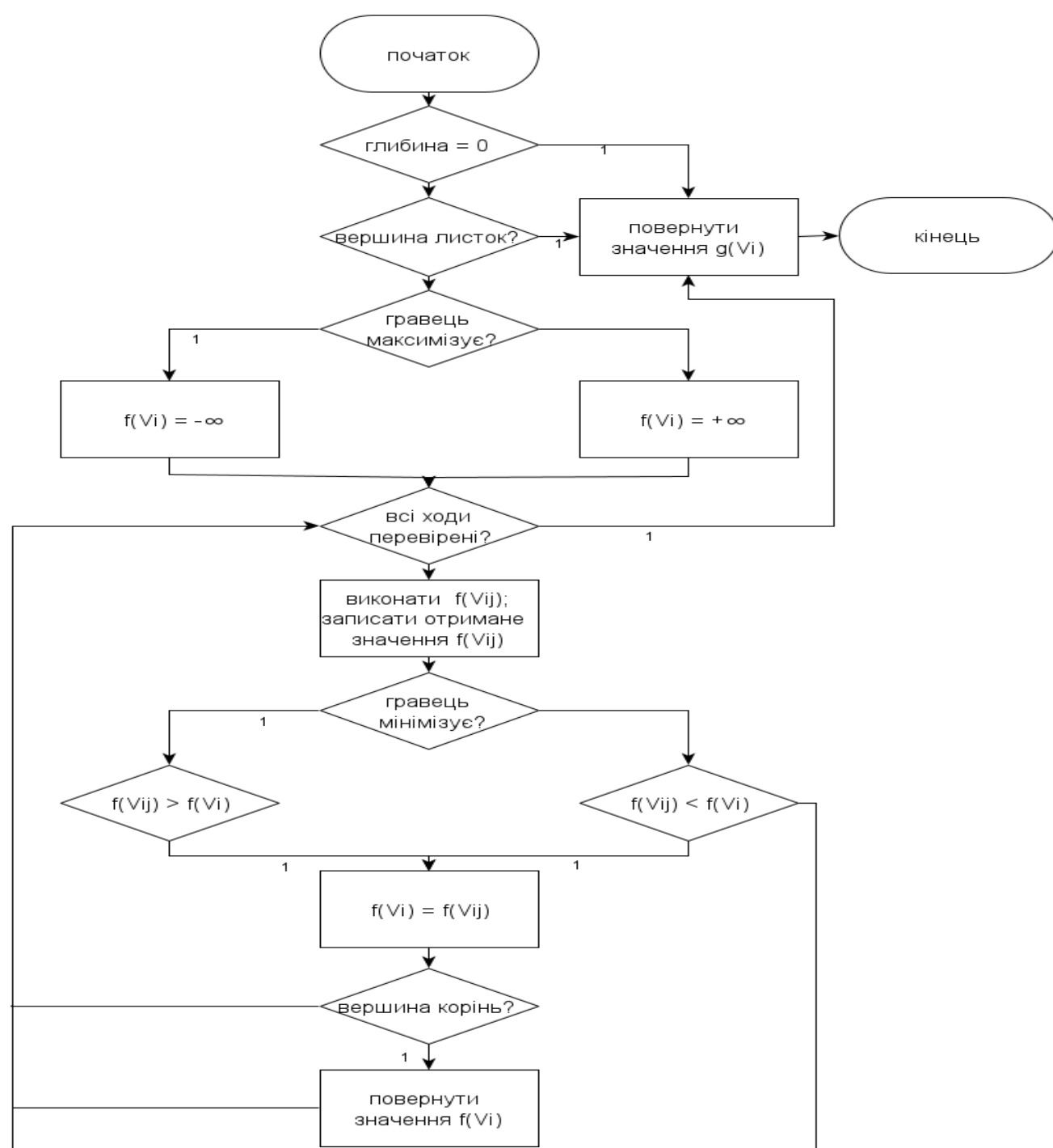
$$f(V_i) = \begin{cases} \max(f(V_{i1}), f(V_{i2}) \dots f(V_{ik})), & \text{при } d(V_i) \text{ непарне} \\ \min(f(V_{i1}), f(V_{i2}) \dots f(V_{ik})), & \text{при } d(V_i) \text{ парне} \\ g(V_i), & \text{при } d(V_i) = \text{maxd} \end{cases}$$

де  $\text{maxd}$  - задане значення глибини обходу.

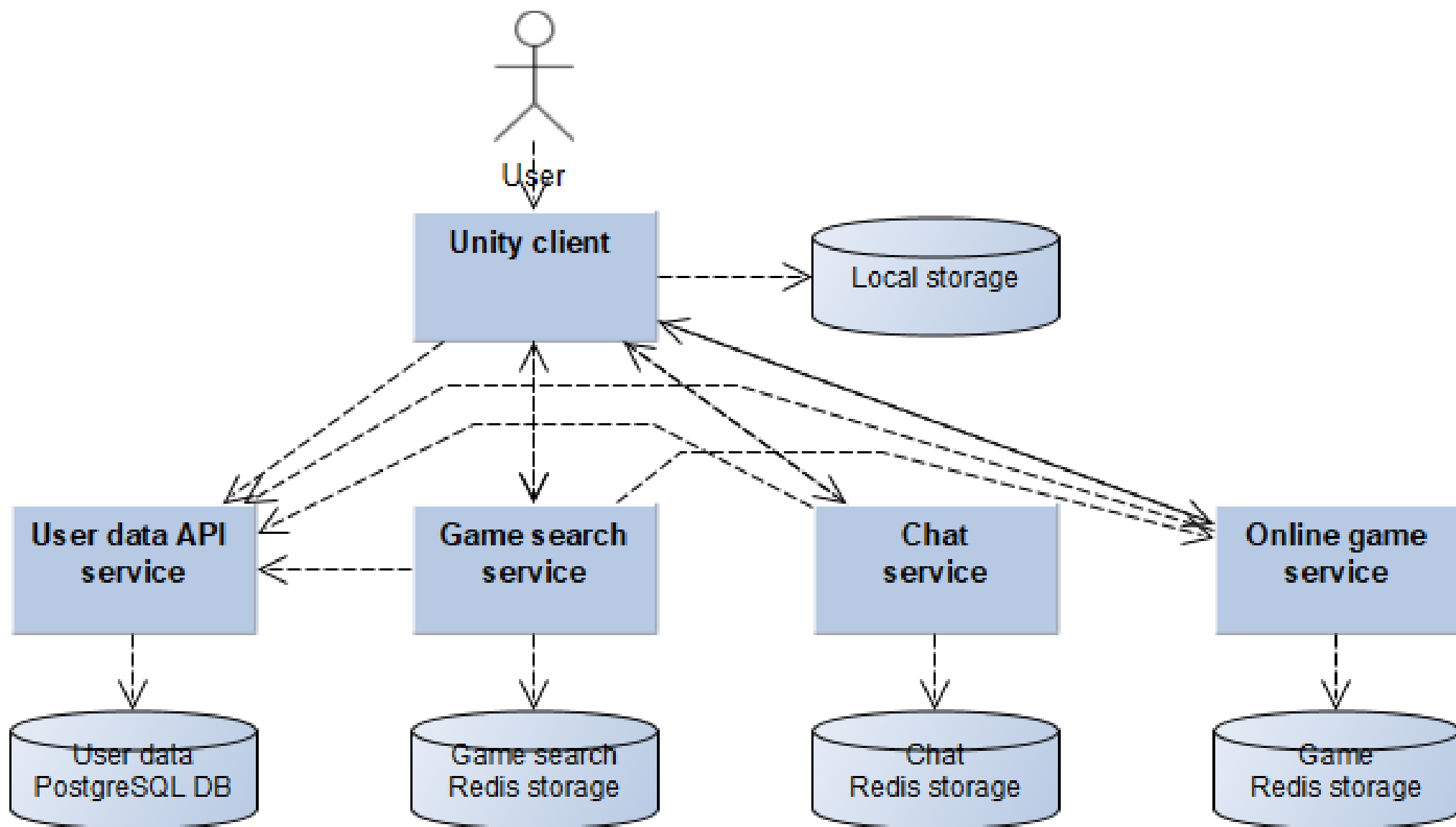


# Схема алгоритму роботи

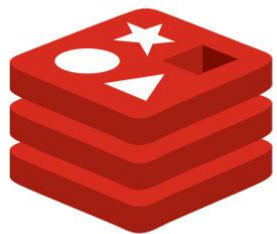
Проведено тест, в ході якого емпіричним методом перевірено доцільність використання даної функції  $g(V_i)$ . В ході дослідження було 1000 разів змодельовано гру 2 суперників на випадковому наборі вхідних даних. Одержано наступні результати: перший гравець, який використовував функцію  $g(V_i)$  отримав 519 перемог, а другий гравець, який не використовував даний метод, отримав відповідно 481 перемогу, тобто перший гравець переміг на 8% більше разів.



# Архітектура системи



# Використані технології при розробці системи



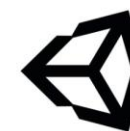
redis



PostgreSQL



docker



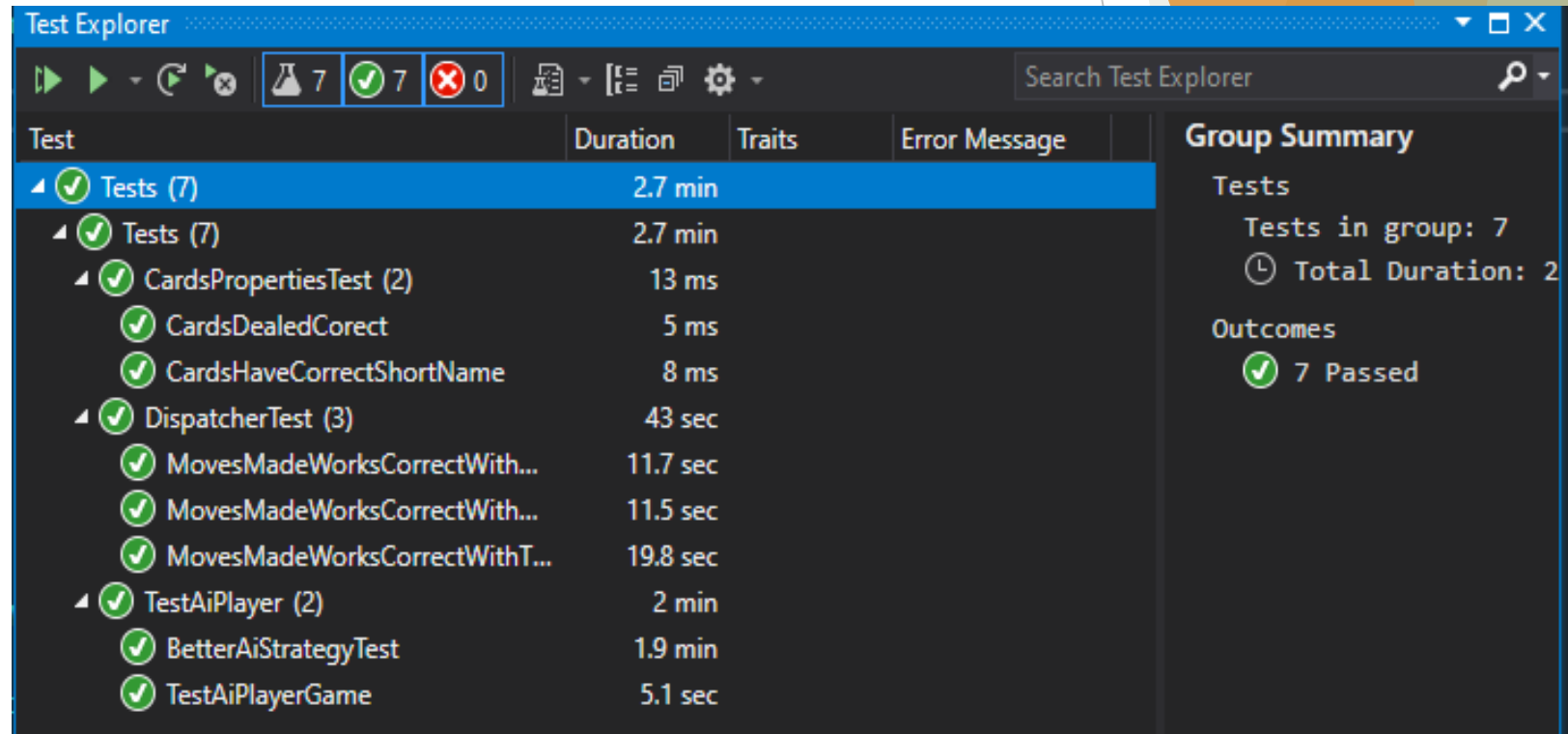
unity



SignalR

# Тестування системи

- Розроблено модульні тести для модуля для синхронізації дій гравця та ходу гри на сервері, модуля для вибору ходу комп'ютером, який в тому числі містить логіку для вибору стратегії гри, модуля для представлення стану карти, модуля для випадкової генерації колоди.
- Проведено функціональне системи тестування методом чорної скриньки.



The screenshot shows the Test Explorer window with a toolbar at the top indicating 7 passed tests and 0 failed tests. The main area displays a tree view of test results, and the right-hand pane shows a 'Group Summary' for the tests.

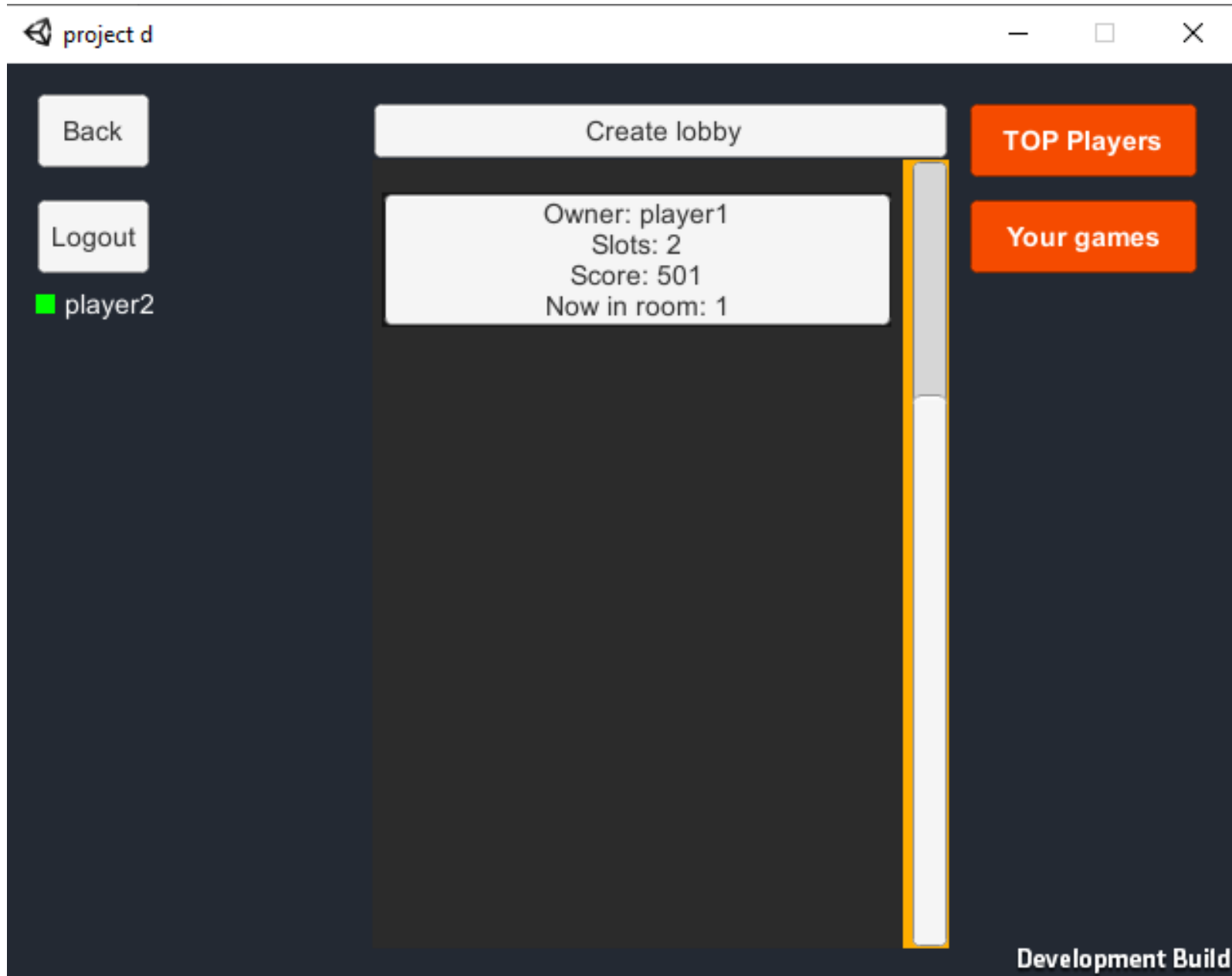
Test	Duration	Traits	Error Message
Tests (7)	2.7 min		
Tests (7)	2.7 min		
CardsPropertiesTest (2)	13 ms		
CardsDealedCorect	5 ms		
CardsHaveCorrectShortName	8 ms		
DispatcherTest (3)	43 sec		
MovesMadeWorksCorrectWith...	11.7 sec		
MovesMadeWorksCorrectWith...	11.5 sec		
MovesMadeWorksCorrectWithT...	19.8 sec		
TestAiPlayer (2)	2 min		
BetterAiStrategyTest	1.9 min		
TestAiPlayerGame	5.1 sec		

**Group Summary**

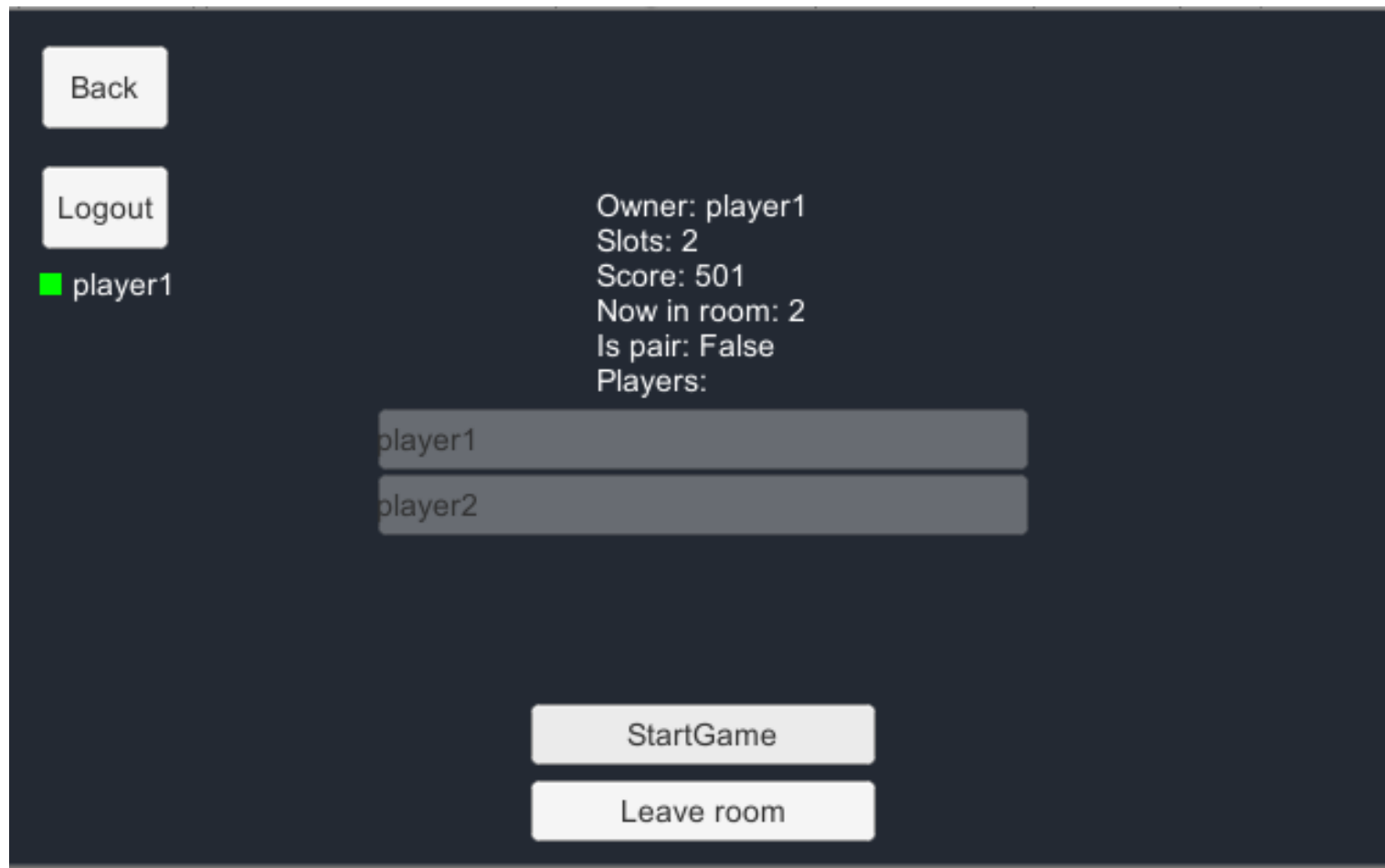
Tests  
Tests in group: 7  
⌚ Total Duration: 2

Outcomes  
✔ 7 Passed

# Інтерфейс додатку



# Інтерфейс додатку



# Інтерфейс додатку



# Економічне обґрунтування

Під час виконання економічної частини магітерської кваліфікаційної роботи на основі розрахунків було показано, що розробка алгоритмів та програмних засобів для підвищення частоти інтерактивного вибору переможних стратегій в багатокристувацькій грі є доцільною.

На основі розрахунків отримано:

- ▶ Витрати на розробку та впровадження: 43700 грн
- ▶ Відносна дохідність: 86%
- ▶ Термін окупності: 1.16 року
- ▶ Вартість чистого прибутку 282034 грн
- ▶ Абсолютна ефективність вкладених інвестицій 238334 грн, що більше нуля, а отже розробка є доцільною.



## Наукова новизна одержаних результатів.

- Подальшого розвитку отримав метод мінімакс, в якому, на відміну від класичного методу, використано додаткову оцінювальну функцію при побудові дерева рішень на задану глибину, що дозволило підвищити частоту отримання переможної стратегії на 8%.
- Подальшого розвитку отримав метод мережевого програмного захисту даних в ігрових системах, який на відміну від існуючих зберігає весь стан гри, а також проводить верифікацію всіх ходів і токени авторизації користувача на сервері, що унеможлиблює виконання несакціонованих дій користувачем.

### ► **Практична цінність отриманих результатів.**

Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі отриманих в магістерській кваліфікаційній роботі теоретичних положень запропоновано алгоритм та програмні засоби для підвищення частоти інтерактивного вибору переможних стратегій в багатокристувацькій грі.

### ► **Апробація матеріалів магістерської кваліфікаційної роботи.**

Результати роботи доповідалися на науково-технічній конференції: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Інформаційні технології в науці і промисловості» – Івано-Франківськ, 2020, Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ» – Вінниця, 2020.

### ► **Публікації.**

Основні результати досліджень опубліковано в 2 наукових працях, у матеріалах конференцій.

Дякую за увагу!