

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

Розробка методу та
програмного засобу для
імітації дій гравця в RTS-іграх

Роботу виконав:

Студент групи ІПІ-19м
Зубко Антон Васильович

Науковий керівник:
к.т.н, ст. викладач каф ПЗ
Майданюк Володимир
Павлович

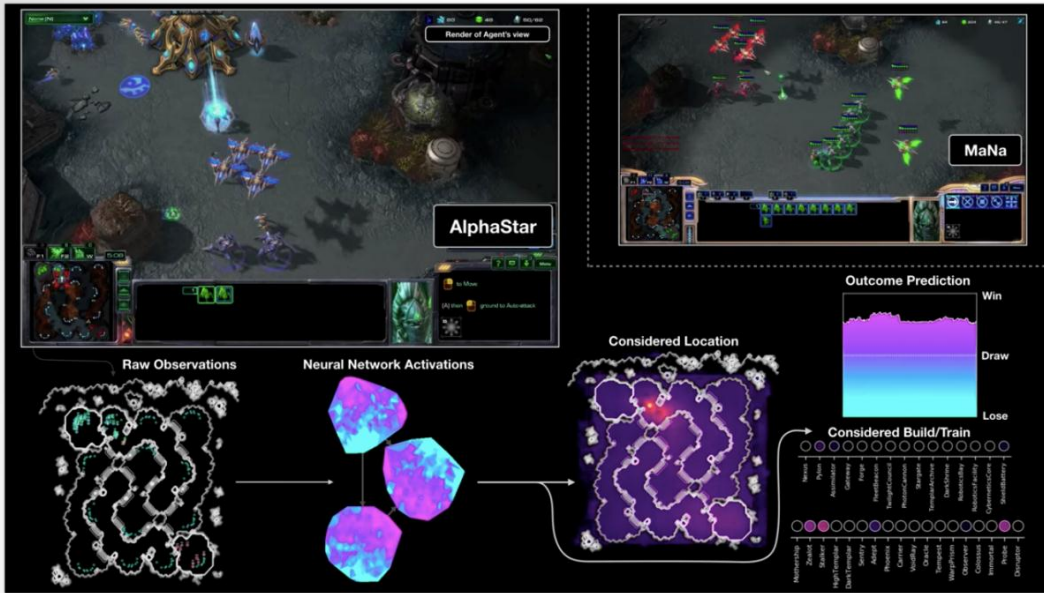
Загальна характеристика роботи

- **Мета** – підвищення ефективності вирішення тактичних та стратегічних рішень відеоігровим штучним інтелектом, а також реалістичності моделювання та імітації ігрових ситуацій.
- **Об’єкт** – процес моделювання ігрових взаємодій з використанням штучного інтелекту.
- **Предмет дослідження** – методи та засоби розробки ігрового штучного інтелекту.

Завдання дослідження

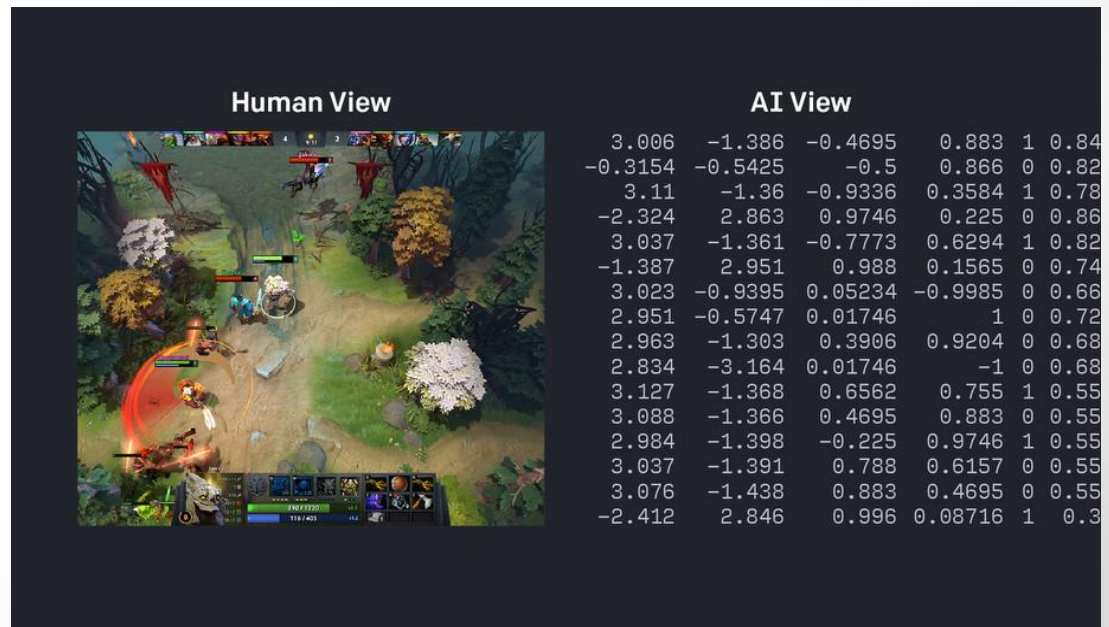
- аналіз та розробка архітектури системи;
- розробка методів та алгоритмів системи;
- розробка програмного засобу;
- тестування програмного засобу;
- формування інструкції користувача.

Порівняльний аналіз аналогів

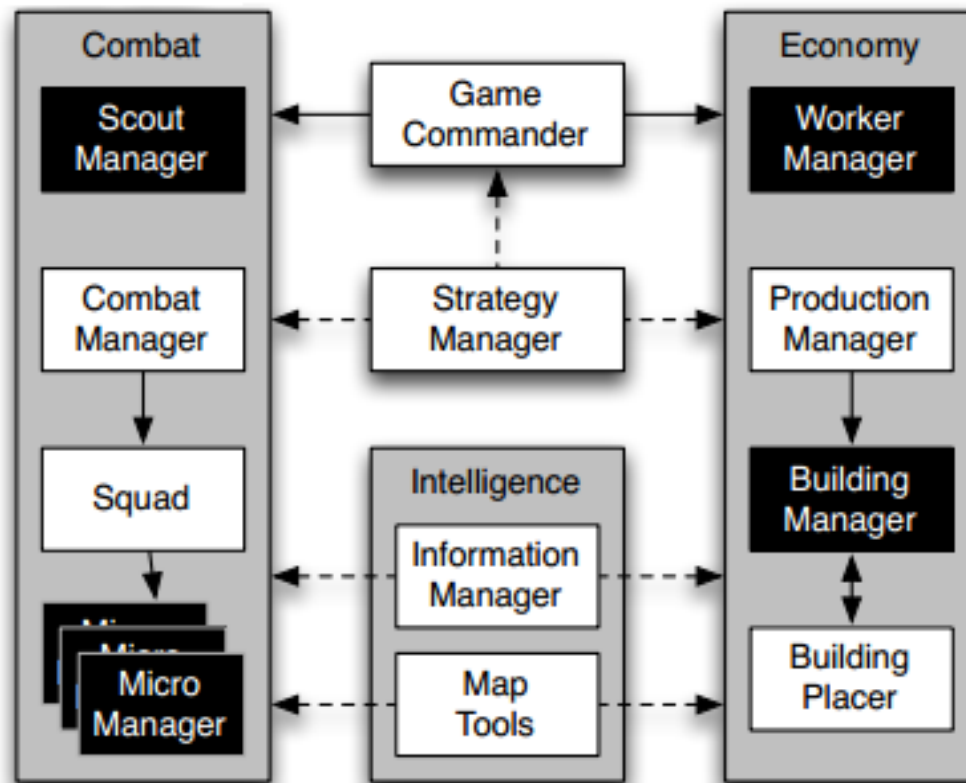


- AlphaStar

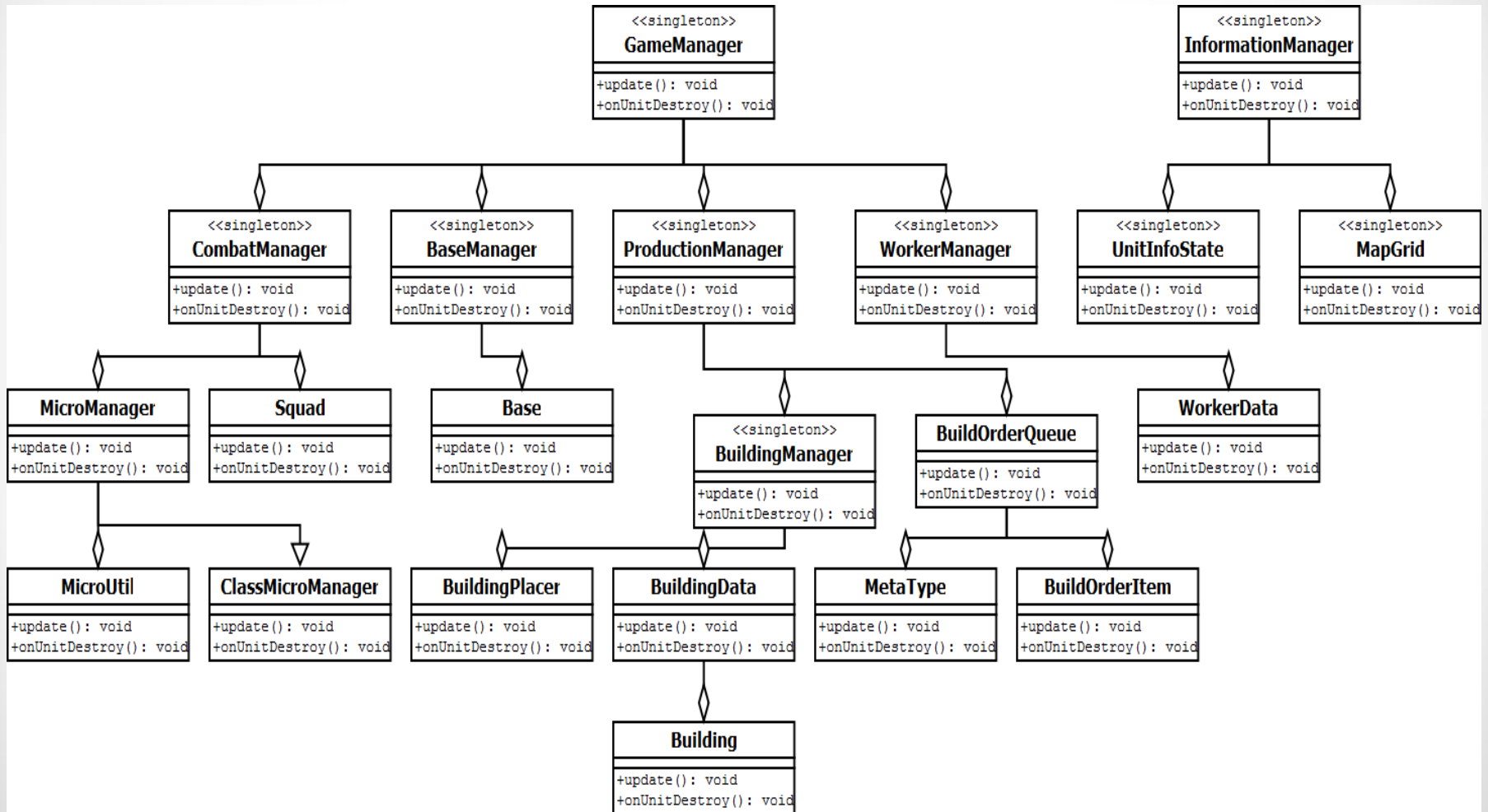
- OpenAI Five



Ієрархічна та модульна модель системи



Діаграма класів системи



Псевдокод алгоритму планування білд-ордерів

Require: goal G , state S , time limit t , bound b

```
1: procedure DFBB( $S$ )
2:   if TimeElapsed  $\geq t$  then
3:     return
4:   end if
5:   if  $S$  satisfies  $G$  then
6:      $b \leftarrow \min(b, S_f)$  ▷ update bound
7:     bestSolution  $\leftarrow$  solutionPath( $S$ )
8:   else
9:     while  $S$  has more children do
10:       $S' \leftarrow S$ .nextChild
11:       $S'$ .parent  $\leftarrow S$ 
12:       $h \leftarrow eval(S')$  ▷ heuristic evaluation
13:      if  $S'_f + h < b$  then
14:        DFBB( $S'$ )
15:      end if
16:    end while
17:   end if
18: end procedure
```

пошукурішень у сценаріях бойових дій

```
1: procedure ABCD( $s, d, m_0, \alpha, \beta$ )
2:   if computationTime.elapsed then return timeout
3:   else if terminal( $s, d$ ) then return eval( $s$ )
4:   toMove  $\leftarrow$  s.playerToMove(policy)
5:   while  $m \leftarrow$  s.nextMove(toMove) do
6:     if s.bothCanMove and  $m_0 = \emptyset$  and  $d \neq 1$  then
7:        $val \leftarrow$  ABCD( $s, d - 1, m, \alpha, \beta$ )
8:     else
9:        $s' \leftarrow$  copy( $s$ )
10:      if  $m_0 \neq \emptyset$  then  $s'.doMove(m_0)$ 
11:       $s'.doMove(m)$ 
12:       $v \leftarrow$  ABCD( $s', d - 1, \emptyset, \alpha, \beta$ )
13:      if toMove = MAX and ( $v > \alpha$ ) then  $\alpha \leftarrow v$ 
14:      if toMove = MIN and ( $v < \beta$ ) then  $\beta \leftarrow v$ 
15:      if  $\alpha \geq \beta$  then break
16:   return toMove = MAX ?  $\alpha$  :  $\beta$ 
```


Порівняльний аналіз мов програмування

Характеристики	Мова програмування		
	C++	C#	Java
Об'єктно-орієнтована	+	+	+
Створення багатовимірних масивів	+	+	-
Узагальнене програмування	+	+	+
Створення анонімних функцій	+	-	-
Створення динамічних масивів	+	+	+
Розробка програмного інтерфейсу	+	+	+

Порівняльний аналіз середовищ розробки

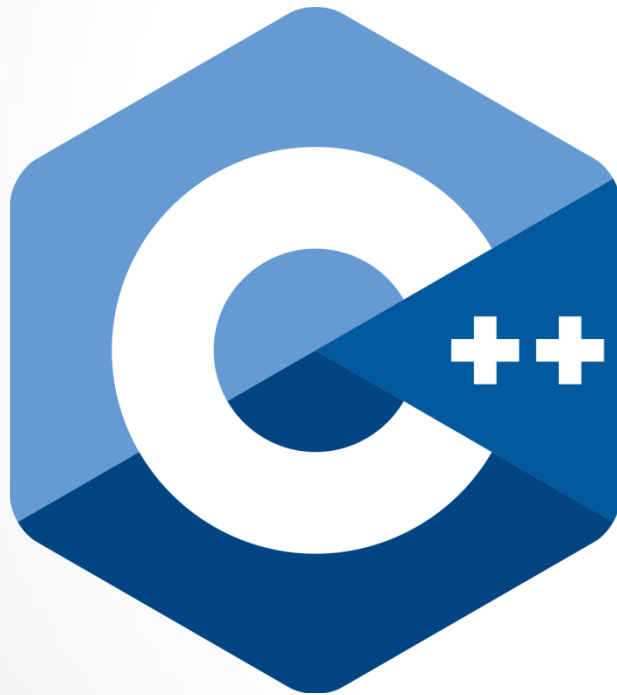
Функції	Середовище програмування		
	C++ Builder	Dev-C++	Microsoft Visual Studio
Підтримка git	-	-	+
Режим відлагодження	+/-	+/-	+
Кросплатформеність	-	-	+
Функція авто заповнення	+/-	-	+

Стек технологій



BWAPI 4.2.0

An API for interacting with Starcraft: Broodwar (1.16.1)



 **Visual Studio**
Community 2017



Chaoslauncher

Наукова новизна

- Подальшого розвитку отримав метод прийняття рішень на основі алгоритму alpha-beta search у сценаріях бойових дій в реальному часі, який відрізняється від відомого використанням оцінювальної функції LTD2 та евристичної оптимізації з використанням скриптованих сценаріїв дій при пошукових запитах на фіксовану глибину, що дозволило покращити процес пошуку виграшних стратегій.
- Подальшого розвитку отримав метод планування стратегій «білд-ордерів» на основі алгоритму depth-first branch-and-bound, який відрізняється від відомого використанням евристичних підходів для визначення нижніх і верхніх границь пошуку, що дозволило оптимізувати процес визначення доступних білд-ордерів на заданому часовому проміжку.

Практична цінність

- Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі отриманих в магістерській кваліфікаційній роботі теоретичних положень запропоновано алгоритми та розроблено програмні засоби імітації дій гравця в стратегіях реального часу.

Висновки

- У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено систему ігрового штучного інтелекту для імітації дій гравця та моделювання ігрових ситуацій в RTS-іграх. Основні результати отримані при виконанні даної магістерської кваліфікаційної роботи такі:
- Аналіз проблем ігрового штучного інтелекту показав, що існуючі реалізації ґрунтуються на використанні наступних методів: системи на основі правил (продукційні системи), машини станів, адаптивний штучний інтелект. Найбільш перспективним є застосування комбінованих підходів до реалізації ігрового штучного інтелекту, а саме, комбінації продукційних систем з нейронними мережами, що підвищує ефективність пошуку оптимальних стратегій.
- Огляд аналогів, зокрема, таких як AlphaStar, AlphaGo, OpenAI Five, Left4Dead, Black & White показав доцільність розробки власного ігрового штучного інтелекту, оскільки більшість з цих аналогів не забезпечують необхідний функціонал в реальному часі.
- Запропоновано ієрархічну та модульну модель архітектури системи, що спрощує налагодження та тестування програмного продукту.
- Визначено базові аспекти роботи ігрового штучного інтелекту. Зокрема, розроблено модель ігрового ШІ з використанням динамічного штучного інтелекту та прийняття рішень на основі правил.
- Встановлено необхідність виконання пошукових дій на множині варіантів-кандидатів, в результаті чого розроблено основні алгоритми, які забезпечуватимуть ефективний пошук білд-ордерів та дій в бойових ситуаціях.
- Подальшого розвитку отримав метод прийняття рішень на основі алгоритму alpha-beta search у сценаріях бойових дій в реальному часі, який відрізняється від відомого використанням оцінювальної функції LTD2 та евристичної оптимізації з використанням скриптованих сценаріїв дій при пошукових запитах на фіксовану глибину, що дозволило покращити процес пошуку виграшних стратегій на 20%.

- Подальшого розвитку отримав метод планування стратегій «білд-ордерів» на основі алгоритму depth-first branch-and-bound, який відрізняється від відомого використанням евристичних підходів для визначення нижніх і верхніх границь пошуку, що дозволило оптимізувати процес визначення доступних білд-ордерів на заданому часовому проміжку.
- Аналіз середовищ розробки ігрових застосувань показав, що для розробки ігрового штучного інтелекту доцільним є використання середовища розробки Microsoft Visual Studio в якості IDE, оскільки дане середовище розробки містить розвинені сервісні функції, які пришвидшують розробку.
- У якості мови програмування обрано мову C++, оскільки мова C++ є об'єктно-орієнтованою та забезпечує високу швидкість програмного додатку, оскільки дозволяє напряду взаємодіяти з системними функціями без додаткових обгорток. Для взаємодії з грою обрано бібліотеку BWAPl та утиліту Chaoslauncher для інжекції бібліотеки в гру.
- Розроблено код модулів та реалізована ієрархія класів у відповідності до визначеної архітектури та моделей ігрового штучного інтелекту.
- Тестування розробленої системи ігрового штучного інтелекту методом «чорної скриньки» показало повну працездатність програмного продукту та відповідність завданню на роботу.
- Розроблено інструкцію користувача, яка містить вичерпну інформацію необхідну для запуску та роботи з програмною системою.
- В результаті оцінки комерційного потенціалу розробки можна однозначно стверджувати, що розробка має високий рівень комерційного потенціалу. Терміну окупності розробки складає 1,02 року, що вказує на доцільність фінансування такої наукової розробки.

Апробації та публікації

- **Апробація матеріалів магістерської кваліфікаційної роботи.** Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися на XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2020» – Одеса: ОНАХТ, 2020р, Міжнародній науково-практичній конференції «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ» (Вінниця, 2020).
- **Публікації.** Основні результати досліджень опубліковано в збірниках тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2020» (Одеса, 2020) та Міжнародної науково-практичної конференції «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ» (Вінниця, 2020).