

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки

Модель штучної імунної мережі для керування персонажами у комп'ютерній грі

Виконав:
магістрант групи СПм-21-2 Бурцев В.С.

Науковий керівник:
ст. викл. каф. ЕОМ Фомічов О.О.



Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ЕОМ

Існуючі рішення

Найбільш поширеними системами керування персонажами в іграх є:

- Бінарні дерева прийняття рішень
- Алгоритми рою
- Штучні нейронні мережі

Найбільш поширеними імунними моделями є:

- Модель відбору клонів
- Модель штучної імунної мережі

2

Постановка задачі

- Розробка імунного методу керування поведінкою персонажів комп'ютерної гри
- Використати імунний метод aiNET як основу для нового методу керування поведінкою ігрових персонажів
- Використати технологію Unity та патерн MVI при розробці гри для використання імунного методу керування персонажами
- Дослідити особливості роботи запропонованого імунного методу керування поведінкою ігрових персонажів

3

Використані технології

- Платформа .NET 4.5
- Архітектурний паттерн MVI
- Мова програмування C#
- Середовище розробки MonoDevelop
- Технологія Unity3D

4

Поширені імунні моделі

- Модель клонального відбору
- Модель штучної імунної мережі
- Модель негативного відбору
- Модель позитивного відбору
- Модель активації сигналів небезпеки

5

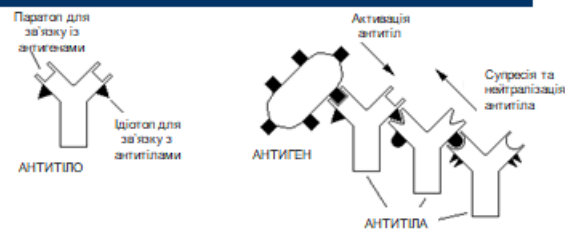
Модель клонального відбору, алгоритм Clonalg

- Використовує афінність між антитілами та антигенами як міру подібності об'єктів
- Використовує популяцію антигенів у якості навчальної вибірки
- Використовує оператори відбору клонів та старіння антитіл задля редагування популяції антитіл
- Припиняє роботу у випадку коли всі антитіла відтворили ознаки антигенів



6

Модель штучної імунної мережі, алгоритм aiNET



- Використовує афінність як міру подібності імунних об'єктів
- Досліджує не тільки зовнішні зв'язки між антитілами та антигенами, а і внутрішні зв'язки між антитілами
- Зупиняється коли всі антитіла відтворили ознаки антигенів

7

Недоліки існуючих імунних Моделей та методів

- Довгий етап формуванні специфічної імунної відповіді мережею у відповідь на появу антигенів
- Велика кількість помилок групування антитіл у випадку недосягнення стану повної специфічності антигену
- Виконання надмірних обчислень під час мутації відбору клонів та супресії мережі антитіл
- Умвна схожимість алгоритмів

8

Особливості дизайну ігрового проекту

- Карта ігрового світу має обмежену кількість баз, де відбувається обмін ресурсами та з'являються гравець та інші ігрові персонажі
- Гравець та ігрові персонажі керують своїми космічними кораблями, які переміщуються по карті ігрового світу, збирають ресурси, обмінюються ними, воюють між собою
- Гра передбачає 5 видів ресурсів: енергію, крипто-валюту, руду, метал, кристали
- Гравець та ігрові персонажі можуть розвивати свій космічний корабель, підвищуючи рівень того чи іншого модуля за крипто-валюту

9

Особливості дизайну ігрового проекту

- Поведінка ігрових персонажів залежить від рис їх характерів, які визначаються під час додавання корабля разом з пілотом-персонажем на карту ігрового світу
- Гра передбачає можливість динамічної періодичної зміни поведінки будь-якого ігрового персонажу
- Поведінка персонажу визначається класом поведінки:
 - грабіжник; - розвідник;
 - захисник; - торговець;
 - робітник; - інженер.

10

Особливості дизайну ігрового проекту

- Рисы характерів ігрових персонажів у діапазоні (0; 100] , на основі яких обирається клас поведінки:
 - агресивність;
 - жадібність;
 - законослухняність;
 - переможність;
 - комунікація;
 - видобування;
 - дослідження;
 - обмін;
 - ідеалізм.

11

Класи поведінки та риси характеру

Риса	Грабіжник	Захисник	Робітник	Розвідник	Торговець	Інженер
Агресивність	90	80	20	20	10	20
Жадібність	80	20	40	70	70	20
Законослухняність	10	80	70	70	30	40
Переможність	80	50	20	30	10	20
Комунікація	40	40	70	20	70	40
Видобування	20	20	80	40	20	70
Дослідження	30	20	40	80	20	80
Обмін	40	10	30	20	90	30
Ідеалізм	30	70	20	20	20	70

12

Особливості методу behavioral-aiNET

$$b - aiNET = \begin{bmatrix} \text{Presentation}(AB, AG) \rightarrow \\ \text{Cloning}(AB, CL) \rightarrow \\ \text{Mutation}(AB, CL) \rightarrow \\ \text{Supression}(AB, CL) \rightarrow \\ \text{Termination}(AB, AG) \end{bmatrix}^{aiNET}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} \text{Selection}(AB, AB', AB'') \rightarrow \\ \text{Specification}(AB', AB'') \end{bmatrix}^{Act}$$

- Антигени описують класи поведінки
- Антитіла представляють риси ігрових персонажів

13

Особливості методу behavioral-aiNET

- Оператор презентації – визначає афінності типу антитіло-антиген
- Оператор клонування – статичний, 20 клонів
- Оператор мутації – статичний для антитіла (коефіцієнт = 1), зворотно-пропорційний для клонів
- Оператор супресії – елітарний на основі афінності до антигенів
- Оператор зупинки мережі – статичний, 1 популяція
- Оператор вибору антитіл – на основі афінності до антитіл за їх координатами у просторі
- Оператор вибору взаємодії з антитілами – на основі афінності

14

Особливості роботи імунних операторів baiNET

- Оператор презентації – визначає афінності типу антитіло-антиген

$$aff_{ij} = (1 + d_{ij})^{-1} - \text{афінність між імунними об'єктами}$$

Евклідова відстань між об'єктами, де p – значення риси характеру ігрового персонажу

$$d_{ij} = \sqrt{(p_{1i} - p_{1j})^2 + (p_{2i} - p_{2j})^2 + \dots + (p_{ni} - p_{nj})^2}$$

15

Особливості роботи імунних операторів baiNET

- Статичний оператор мутації для антитіла (коефіцієнт = 1)

Antibody
$p1 = p1 \pm 1$
$p2 = p2 \pm 1$
...
$pn = pn \pm 1$

- Оператор мутації для клонів - зворотно-пропорційний з обмеженням мінімального значення для клонів

$$\mu = \text{rand} [0,25 \times (1 - \text{aff}_{ij}); 1 - \text{aff}_{ij}]$$

16

Особливості роботи імунних операторів baiNET

- Оператор вибору антитіл – на основі афінності до антитіл за їх координатами в просторі

$$\text{aff}_{ij} = \left(1 + \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}\right)^{-1}$$

- Афінності визначаються тільки між антитілами для відбору 10 антитіл / ігрових персонажів, з якими буде взаємодіяти антитіло

17

Особливості роботи імунних операторів baiNET

- Оператор вибору взаємодії з антитілами – на основі афінності до рис характеру ігрових персонажів

$$\text{aff}_{ij} = \left(1 + \sqrt{k_1(p_{1i} - p_{1j})^2 + k_2(p_{2i} - p_{2j})^2 + \dots + k_n(p_{ni} - p_{nj})^2}\right)^{-1}$$

Риса	к	Риса	к
Агресивність	-4	Видобування	1,5
Жадібність	1	Дослідження	30
Законсервність	1,5	Обмін	1,5
Переможність	-4	Ідеалізм	1
Комунікація	1,5		

18

Ігровий проект для моделювання роботи методу baiNET



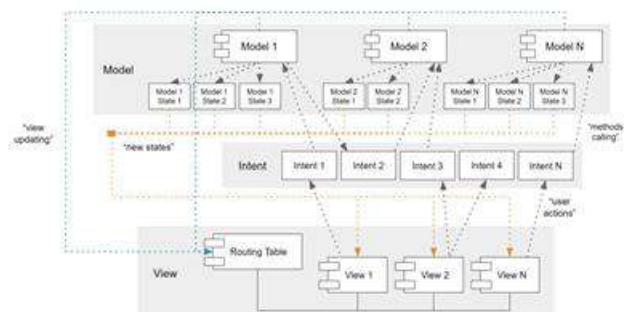
19

Ігровий проект для моделювання роботи методу baiNET



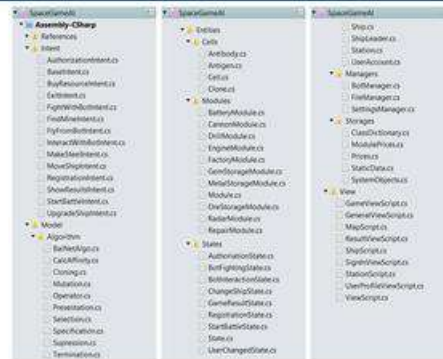
20

MVI-Архітектура ігрового проекту



21

MVI-Архітектура ігрового проекту



22

Результати випробувань, Карти ігрового світу

Ідентифікатор	Кількість			Об'єм рудовищ	Імовірність видобутку кристалів
	Персонажів	Точок обміну	Рудовищ		
Карта 1	50	2	10	100	10%
Карта 2	100	3	5	50	1%
Карта 3	100	3	25	200	20%
Карта 4	200	4	10	50	1%
Карта 5	200	4	50	300	10%

23

Результати випробувань, Реалізація класів поведінки на картах

Ідентифікатор	Карта 1	Карта 2	Карта 3	Карта 4	Карта 5
Грабжник	78%	93%	73%	95%	65%
Захисник	50%	56%	65%	60%	77%
Робітник	90%	80%	95%	80%	95%
Розвідник	90%	90%	95%	85%	95%
Торговець	80%	75%	90%	70%	70%
Інженер	35%	20%	50%	18%	48%

24

Апробація

- Фомічов О. О., Бурцев В. С.
Дослідження імунних операторів в моделі штучної імунної мережі, Системи управління, навігації та зв'язку, Випуск 2 (72), 2023, С 143-150.

25

Висновки

- Проведено аналіз найбільш поширених класичних методів та моделей штучних імунних систем
- Виділено набір універсальних імунних операторів та проаналізовано можливості їх модифікації
- Модифіковано модель штучної імунної мережі та метод baiNet для керування поведінкою ігрових персонажів
- Розроблено комп'ютерну гру на основі технології Unity та архітектурного шаблону Model-View-Intent
- Проаналізовано роботу baiNET при керуванні ігровими персонажами у комп'ютерній грі

26