

**Романюк Оксана Володимирівна**

*к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення,*

*Вінницький національний технічний університет, Україна,*

**Любовий Богдан Олександрович,**

*студент групи ІПІ-18м,*

*факультет інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії,*

*Вінницький національний технічний університет, Україна*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ «FLOCKING AI» В СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КАРТИ НЕБЕЗПЕК**

**Анотація:** *Запропоновано удосконалений метод керування поведінкою ворогів «flocking AI» в стратегічних іграх з використанням карти небезпек, який дозволяє підвищити реалістичність поведінки ворогів та зацікавленість гравців.*

**Ключові слова:** тактична рольова гра, метод «flocking AI», штучний інтелект.

**Abstract:** *An advanced method "flocking AI" of controlling the behavior of enemies in strategy games using a hazard map is proposed, which increases the realistic behavior of enemies and the interest of players.*

**Keywords:** tactical role-playing game, flocking AI method, artificial intelligence.

### **Вступ**

Тактична рольова гра (англ. tactical role-playing game) – жанр відеоігор, що поєднує елементи рольових і стратегічних відеоігор [1]. Основний акцент ігрового процесу в тактичних рольових іграх робиться на прийнятті

тактичних рішень під час бою. Жанр позбавлений чітких рамок, і багато ігор, які належать до нього, можуть бути віднесені до комп'ютерних рольових ігор або покрокових стратегій.

Одним із найбільш важливих аспектів стратегічної гри, який має сильний вплив на гравця є штучний інтелект ворогів. Саме він, в поєднанні з алгоритмами знаходження шляху впливає на рівень задоволеності гравця та складність гри. Вороги повинні бути швидкими і хижими, або налаштованими і добре захищеними, щоб гравець справді відчув складність гри та мав шанс перевірити свої навички і навчитись чомусь [2].

Відомі методи керування поведінкою ворогів не передбачають можливості маневрування ворожого війська місцевістю [3]. Як правило, ворожі війська діють за правилом прямої атаки, а тому приречені на поразку, адже досить швидко потрапляють в зону видимості війська гравця. Швидка перемога знижує рівень зацікавленості гравців, тому підвищення рівня інтелектуальної поведінки ворогів є досить актуальною задачею.

### **Удосконалений метод керування поведінкою ворогів «flocking AI» з використанням карти небезпек**

Крейг Рейнольдс запропонував термін «*flocking AI*» для опису поведінки ворожого війська як зграї, а не кожного окремого бійця, подібно до зграї риб чи рою бджіл [4]. Всі особини зграї можуть синхронно змінювати напрямок руху в одну мить, і коли наступного моменту особини, що знаходяться попереду зграї, повернуть, решта зграї піде за ними і хвиля повороту пошириться через усю зграю. Реалізація Рейнольдса не передбачає наявності лідера у зграї, натомість уся зграя сприймається як єдиний організм, що має власний інтелект. Така поведінка реалізовується на основі трьох правил:

1. Згуртованість: кожна особина зграї повинна орієнтуватися на середнє положення своїх сусідів.

2. Вирівнювання: кожна особина зграї повинна спрямовуватись відповідно до середнього напрямку руху сусідів.

3. Розмежування: потрібно уникати скупчення сусідів, щоб не штовхати один одного.

Застосовуючи такий підхід, зона видимості бійця (юніта) матиме вигляд як на рис. 1.

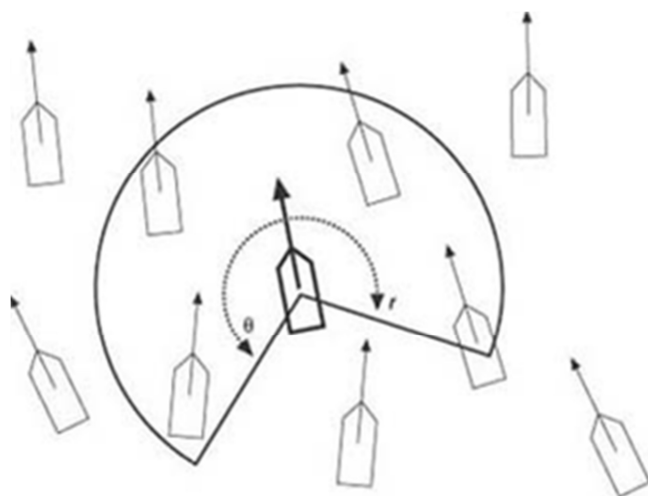


Рисунок 1 – Зона видимості бійця за методом «flocking AI»

За допомогою цих трьох простих правил військо може рухатись надзвичайно реалістично, створюючи складний рух та взаємодію, які було б надзвичайно важко створити інакше.

На рисунку 1 умовно зображено бійця (в середині рисунка) з дугою видимості радіусом  $r$  навколо нього та кутом огляду  $\theta$ . Кожен боєць може бачити лише тих бійців, які потрапляють у сформований сектор. Видимі бійці використовуються при застосуванні правил стікання; решта бійців ігнорується.

Сектор видимості визначається двома параметрами – радіусом дуги  $r$  та кутом огляду  $\theta$ . Обидва параметри впливають на результат руху стікання і можуть бути налаштовані в залежності від конкретних потреб.

Звичайний алгоритм знаходження шляху буде знаходити такий маршрут військової групи, який має мінімальну відстань, або найкоротший час проходження. Приклад результату такого простого алгоритму показано на рис. 2.

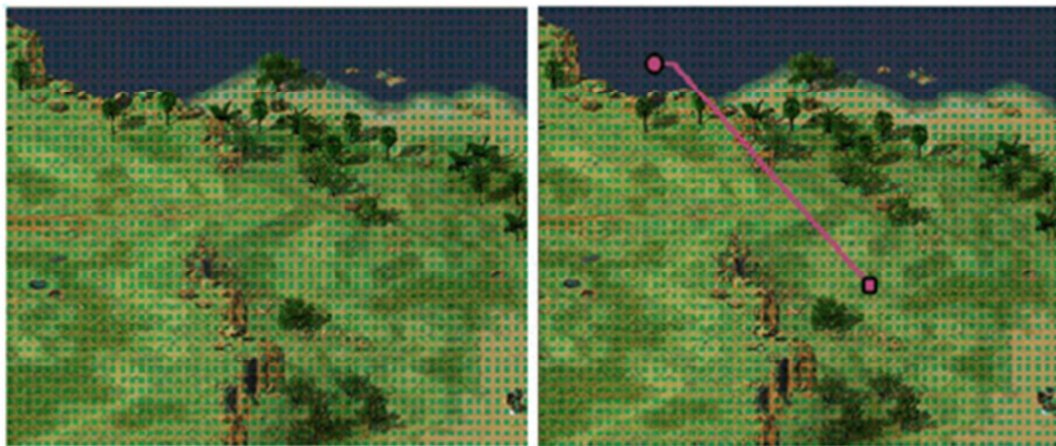


Рисунок 2 – Демонстрація маршруту, розрахованого за звичайним алгоритмом

Метод підвищення реалістичності та інтелектуальності поведінки ворожого війська полягає у використанні матриці небезпеки – додаткового інформаційного шару для відображення тактичної ситуації на бойовій мапі, та області підвищеної небезпеки.

Для відображення небезпеки в певних обставинах було створено поле видимості/активності юніта. В середині цього поля ворожі юніти можуть помічати юнітів гравця і атакувати. Також це поле відображає зону, в якій юніт може використовувати свої спеціальні уміння. Схематичне зображення цього поля наведено на рисунку 3.



Рисунок 3 – Поле видимості юніту

Це поле розглядається як важко прохідна та небезпечна місцевість і додається до матриці небезпеки. Цей шар динамічно змінюється з рухом та поворотом юнітів гравця. Це буде сприяти тому, що ворожі війська будуть намагатись не потрапляти в зону видимості юнітів гравця і фланкувати їх зі сторін для отримання тактичної переваги і уникнення ліній вогню. Далі, на рисунку 4 показано можливий сценарій переміщення зграї ворожих юнітів через місцевість, де є декілька юнітів гравця.

На рисунку видно, що зграя буде вимушена розділитись на дві групи, щоб обійти юнітів гравця. Верхня група буде намагатись піти на прорив і маневрувати між юнітами гравця, тоді коли інша намагатиметься обійти їх стороною. В кінці маршруту, якщо перша група виживе, вони знову об'єднаються разом у одну зграю і продовжать шлях до цілі.

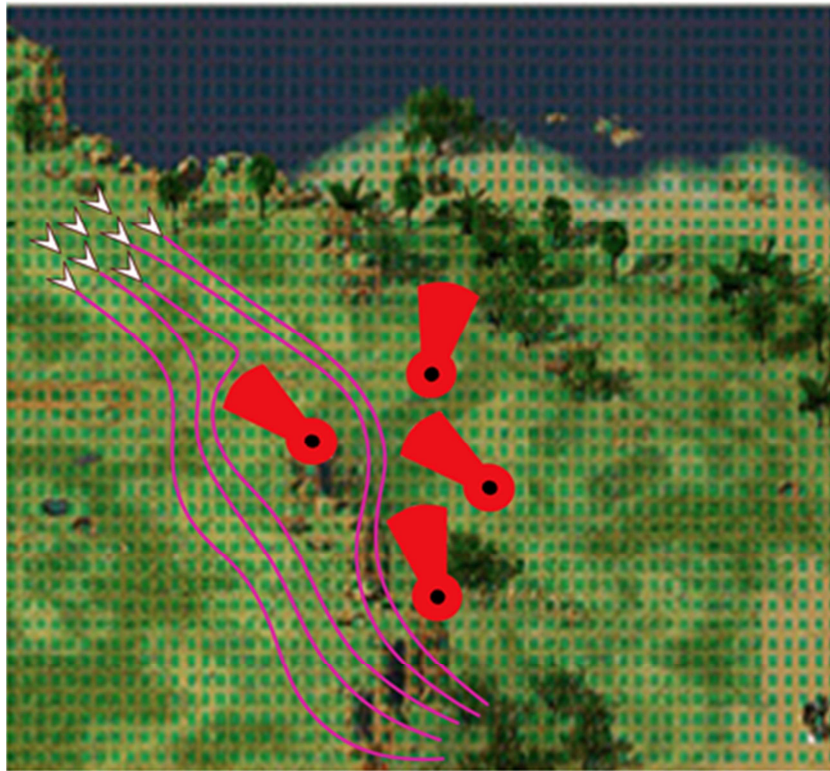


Рисунок 4 – Результат роботи алгоритму знаходження маршруту з матрицею небезпеки

Таким простим рішенням зі точки зору гейм дизайну можна досягти значних результатів і суттєво підвищити реалістичність поведінки ворогів та нетривіально підвищити складність гри для гравця. І хоча це рішення є простим в плані концепції, його реалізація на практиці буде потребувати серйозних змін у коді.

### **Висновок**

В результаті аналізу стратегічних ігор було виявлено, що на інтелектуальність поведінки ворожого війська впливає маршрут їх руху. Як правило, в стратегічних іграх використовується алгоритм «flocking AI», який дозволяє реалістично відтворити рух війська як єдиного організму, однак маршрут його руху, як правило, є прямолінійним в напрямку до війська гравця, а тому вороже військо може бути досить швидко ліквідоване.

Для підвищення реалістичності поведінки ворогів та, як наслідок, зацікавленості гравців, було запропоновано удосконалений метод керування поведінкою ворогів, який, на відміну від відомого, використовує матрицю небезпеки та дозволяє побудувати більш складний маршрут їх руху з елементами маневрування на місцевості.

### **Список використаної літератури**

1. Тактична рольова гра: матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://goo.gl/98NDWZ>
2. Short Term Decision Making with Fuzzy Logic And Long Term Decision Making with Neural Networks In Real-Time Strategy Games: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hevi.info/tag/artificial-intelligence-in-real-time-strategy-games>
3. Любивий Б. О. Аналіз методів керування поведінкою ворогів у сучасних стратегічних іграх [Текст] / Б. О. Любивий, О. В. Романюк // XII Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології і автоматизація – 2019", Одеса, 17-18 жовтня 2019 : збірник доповідей. Одеса, 2019. – Ч. 2. – С. 60-62.
4. Flocking - AI for Game Developers: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oreilly.com/library/view/ai-for-game/0596005555/ch04.html>

The background is a dark blue gradient with a complex digital pattern. It features a network of white lines and dots, resembling a data mesh or a globe's surface. Scattered throughout are binary digits (0s and 1s) in a light blue/white color, some appearing to float or be part of the network structure. The overall aesthetic is high-tech and digital.

# **ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ: СТВОРЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ, ДОСТУП**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції**

**Пам'яті А.М.Петуха**

**9-10 грудня 2019 р.**



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Національна академія Державної прикордонної  
служби України ім. Богдана Хмельницького  
Вінницький національний медичний  
університет ім. М.І. Пирогова  
Вінницька академія неперервної освіти  
КЗ Сумський обласний інститут післядипломної  
педагогічної освіти  
Люблінська політехніка (Польща)  
Новий університет Лісабону (Португалія)

**ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ:  
СТВОРЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ, ДОСТУП**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції  
Пам'яті А.М.Петуха**

**9-10 грудня 2019 р.**

**Суми/Вінниця  
НІКО/ВНТУ  
2019**

**УДК 004**  
**ББК 32.97**  
**Е50**

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 9 від 25.11.2019 р.)

**Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ:**  
Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет конференції.  
Пам'яті А.М.Петуха. – Суми/Вінниця : НІКО/ВНТУ, 2019. – 306 с.

ISBN 978-617-7422-11-1

Збірник містить матеріали Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ».

Матеріали збірника подано у авторській редакції. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних, власних імен та інших відомостей, Матеріали відтворюються зі збереженням змісту, орфографії та синтаксису текстів, наданих авторами.

**УДК 004**

ISBN 978-617-7422-11-1

© Вінницький національний  
технічний університет, 2019  
© Вид-во Суми, НІКО, 2019.



Перестало битися серце відомого вінницького науковця Анатолія Петуха, професора ВНТУ. У Вінницькому національному технічному університеті Анатолій Михайлович пропрацював майже 45 років.

Анатолій Михайлович народився в 1944 році. У 1965-му закінчив Львівський політехнічний інститут, де також навчався в аспірантурі з 1967 по 1970 роки. В 1972 році захистив кандидатську дисертацію на тему "Аналіз та розробка пристроїв лічильно-імпульсного вимірювання частот в слідкуючому режимі" (м. Львів).

Ступінь доктора технічних наук отримав у 1994 році в ВДТУ. Дисертацію захистив по темі: "Дослідження дискретно-фазових імпульсних потоків в інформаційно-вимірювальних системах".

Він є автором наукових праць у галузях:

- дослідження дискретно-фазових імпульсних послідовностей;
- формування та перетворення зображень;
- нові форми подання сигналів та величин;
- людина – машинна взаємодія;
- нові технології навчання на принципах колективної взаємодії.

А. Петух більше 25 років очолював кафедру програмного забезпечення ВНТУ, був членом Ученої ради ВНТУ, членом Учених рад ВНТУ по захисту кандидатських та докторських дисертацій, членом підкомісії з напрямку програмна інженерія науково-методичної комісії МОН України.

Мав 20 науково-дослідницьких розробок. В 1971 та 1984 роках нагороджений срібними медалями ВДНГ СРСР. Неодноразово нагороджувався на міжнародних виставках винаходів:

- "Наука та техніка СРСР на службі миру та прогресу", Бомбей, 1988р.
- EAST-WEST EURO INTELLECT", Софія, 1996р. – золоту медаль.
- "EURECA", Брюссель, 1996р. – золоту медаль.
- "INPEX", Пітсбург, 1997р. – бронзову медаль за експонат "Мистецтво подання величин".

За останні роки, можна виокремити науково-дослідну роботу «Національна освітня інфраструктура удосконалення інноваційної та підприємницької діяльності ІТ-студентів» в рамках міжнародного проекту Tempus. Завдяки цьому проекту, кафедра отримала доступ до найсучасніших європейських технологій та програм навчання студентів. Багато кращих студентів отримали можливість стажування в провідних європейських університетах.

Тяпкін О. А., Черноволик Г. О.

**РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА ЗАСОБІВ ОБРОБКИ  
МІЖКОРПОРАТИВНИХ ДАНИХ ..... 265**

Хошаба А.М.

**РАЗРАБОТКА МИКРОСЕРВИСНЫХ АРХИТЕКТУР НА  
ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ КЛАСТЕРА RabbitMQ ..... 271**

Черноволик Г. О., Гончарук Д. В.

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ VR 3D  
ВІДОБРАЖЕННЯ ІСТОРИЧНИХ ПАМ'ЯТОК ..... 278**

Черноволик Г. О., Мисько Ю. О.

**РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА ЗАСОБІВ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ  
КОРИСТУВАЧІВ ..... 283**

Ярема Н. П., Терех Т.М.

**СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ ВИПУСКНИКІВ  
КАФЕДРИКАРТОГРАФІЇ ТА ГЕОПРОСТОРОВОВОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ НУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» ..... 287**

Романюк О. Н., Майданюк В. П., Корягін І. С.

**РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕАКТИВНОГО ВИВЕДЕННЯ ДАНИХ.... 292**

Романюк О. В., Любивий Б. О.

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ  
ВОРОГІВ «FLOCKING AЬ» В СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ З  
ВИКОРИСТАННЯМ КАРТИ НЕБЕЗПЕК..... 296**

Романюк О. Н., Романюк О. В.

**ВИМОГИ ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ..... 303**

**ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ:  
СТВОРЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ, ДОСТУП:**  
Збірник матеріалів  
Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції.  
Пам'яті А.М.Петуха

Редактор Н.А. Ніколаєнко  
Комп'ютерне верстання М.С. Ніколаєнко

Підписано до друку 26.11.2019 Гарнітура Times New Roman  
Формат 60x84/16 Папір офсетний  
Друк цифровий Ум. друк. арк. 17,8  
Тираж 300 пр. Зам. № 9/19

Видавництво НІКО  
м.Суми, вул.Харківська, 54  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи України  
серія СМв № 044  
від 15.10.2012  
E-mail: [ms.niko@i.ua](mailto:ms.niko@i.ua)  
Телефон для замовлень: +38(066) 270-64-68