

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ
«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА

ХІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019

INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2019

Збірник доповідей

Частина II

Одеса,
17-18 жовтня 2019

Секція 2

Наукові напрямки:

**Сучасні методи і алгоритми управління
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи
управління технологічними процесами харчової
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих
технологій: технічна база, програмне
забезпечення, мережі.**

**Список
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDIN NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFТ	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnitsia National Technical University	Vinnitsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРЯ	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

Продовження таблиці 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

ЗМІСТ

DOROHAN O.I., USHKARENKO O.O. THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE (<i>NUOS, Ukraine</i>).....	8
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., KRUSHELNYTSKYI V.V. PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION (<i>NULESU, Ukraine</i>).....	11
BUHERA M.G. SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES (<i>CAFU, Ukraine</i>).....	13
YANAKOV V.P. INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY (<i>DMTSAU, Ukraine</i>).....	15
РОМАНЮК О.В., КАВКА О.О. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	18
БАБИЧ М.І., КАЦУБА Я.О. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	20
РИХЛИК Д.Ю., КОВАЛЕВСЬКИЙ В.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА (<i>НТУУ "КПІ", Україна</i>) ...	23
КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ (<i>SE Group International, ОНАПТ, Украина</i>).....	26
КАРАСЬОВА І.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ (<i>ОНАЗ, Україна</i>).....	28
ORLOVSKYI D.L., KOPP A.M., KONDRATIEV V.Y. USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	31
ІВАНОВА Л.В., КРАСНІЄНКО Н.В., СУЛІМА Ю.Є. ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ (<i>ОТК ОНАХТ, Україна</i>).....	34
МУРАТОВ В.Г. АВТОМАТИЗИРОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛІЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	37
БАБИЧ М.І., БІЛОШИЦЬКИЙ В.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	40
ФЕДЮК О.П., КРИЖАНОВСЬКИЙ Є.М. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	43
ГУРСЬКИЙ О.О., ГОНЧАРЕНКО О.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	46
СКАКОВСЬКИЙ Ю.М. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	48
БУРДЕЙНА О.В. ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	51
КОВАЛЬЧУК Д.А., МАЗУР О.В., ГУЦАН В.В. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	53
KOPP A.M., ORLOVSKYI D.L. BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	57
ЛЮБИВИЙ Б.О., РОМАНЮК О.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	60
КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.І. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	63

ПОВЕДЕНЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (<i>ЮНПУ, Україна</i>)	
САКАЛЮК О.Ю., ТРИШИН Ф.А. ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	66
КУРЛЕСЬ Ю.В. АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТЕКСТУ НА ВІДЕО (<i>ОНПУ, Україна</i>) ...	69
РОМАНЮК О.Н., ЧАН А.-Л. В., ПАНФІЛОВА Ю.О. ВИКОРИСТАННЯ ВІДБИВНИХ ВЛАСТИВОТЕЙ ШКІРИ ЛЮДИНИ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	71
KOTLYK S.V., SOKOLOVA O.P., KUPRIYANOV A.V. REVIEW OF THE APPLICATION OF MODERN OF 3D-PRINTERS (<i>ОНАФТ, Ukraine, ВНТУ, Belarus</i>)	75
О.Д.АЗАРОВ, О.І.ЧЕРНЯК, В.В.ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ АДАПТИВНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДИСТАНЦІЙНО-РОЗПОДІЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ З МОЖЛИВІСТЮ САМООРГАНІЗАЦІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	79
КОТОВ І.А. ФАЗИФІКАЦІЯ ПОДАННЯ ОНТОЛОГІЇ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЯК КОМПОНЕНТА ІНКОРПОРАЦІЇ ЗНАНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ (<i>ДВНЗ «КНУ», Україна</i>)	82
КИРИЧЕНКО В.І., ВОЛКОВ В.Е. ПРОБЛЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ У ВНЗ (<i>ОНАХТ, ОНУ, Україна</i>)	85
ЛОБОДА Ю.Г. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ (<i>ОНАХТ, Україна</i>) ...	87
IGOR MAZUROK, YEVHEN LEONCHUK, SERHI ORLOV. THE CRYPTOGRAPHIC PROOF-OF-REPLICATION PROTOCOL FOR DISTRIBUTED FILE STORAGE (<i>ОНУ, Ukraine</i>)	89
MALYHON H.V., OREKHOV S.V. METHOD OF SEARCH ENGINE OPTIMIZATION BASED ON SEMANTIC NETS (<i>NTU «KPI», Ukraine</i>)	92
ВОЛКОВ В.Э., МАКОЕД Н.А. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ КАК СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	93
ПАВЛОВИЧ Р.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	94
PROTSENKO YAROSLAV, PARAMONOV ANTON. AGENT COMMUNICATION METHOD IN COOPERATIVE ENVIRONMENT BASED ON THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (<i>ДНУ, Ukraine</i>)	97
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., LIASHKO A.P. DEVELOPMENT A GENERAL CRITERION FOR PID-CONTROLLER TUNING (<i>NULESU, Ukraine</i>)	99
О. МІШЧУК. NEURAL NETWORK METHOD OF FORECASTING THE AIR POLLUTION TREND BY CARBON MONOXIDE (<i>LPNUU, Ukraine</i>)	101
ВОЛКОВ В.Э., КОВАЛЕНКО А.В. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ДЕТОНАЦИОННООПАСНОГО ОБЪЕКТА (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	103
ГОТЬ М.Б., ЯКОВИНА В.С., КОРОТЄЄВА Т.О. СИСТЕМА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСКУРСІЙНОГО МАРШРУТУ (<i>НУ «ЛП», Україна</i>)	106
ФЕДОРОНЧУК Б.В. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ В ВЕБ-ЗАСТОСУВАННЯХ (<i>ОНПУ, Україна</i>)	110
РОМАНЮК О.В., ЛАПКО М.С. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФОРУМНИХ РОЛЬОВИХ ІГОР (<i>ВНТУ, Україна</i>)	113
ІВАНОВСЬКА К.А. ВИКОРИСТАННЯ «FACE ID» ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ	116
ВОЛКОВ В.Э., САВУШКИНА О.А. ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТОПОЧНОГО ГОРЕНИЯ (<i>ОНУ, ОНАПТ, Украина</i>)	117
ГУРСЬКИЙ О.О., ДУБНА С.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАСТРОЮВАННЯ СКЛАДНИХ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ КООРДИНУВАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	118
ЧЕРНОВОЛИК Г.О., КОВАЛЬ С.С. СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	120
САКАЛЮК О.Ю., ОЛЬШЕВСЬКА О.В. ПРОБЛЕМИ ТРАНСЛІТЕРАЦІЇ НАУКОВОГО	122

КОНТЕНТУ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>)	
КОМАРОВ В.О. О ДОЦІЛЬНОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ (<i>ЦНДІ ОБТ ЗС України</i>)	124
К.В.Мельник¹, N.V.Borysova¹, V.I.Melnyk.² AUTOMATION OF employee evaluation in educational institution (1 - NTU “KhPI”, <i>Ukraine</i> , 2 - KGES № 145 <i>Ukraine</i>)	126
КОВБАСЮК О.В., КОВАЛЕНКО О.О. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОЛОРИСТИЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>)	129

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ

У даній роботі проаналізовано методи керування поведінкою ворогів у тактично-стратегічних іграх. Запропоновано удосконалення методу знаходження шляху «flocking AI» за рахунок використання «карти небезпеки» з метою підвищення рівня інтелектуальної поведінки ворогів.

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. У тактичних рольових іграх гравець управляє групою персонажів, які володіють набором певних характеристик, обстежує ігровий світ, виконує завдання, вступає в бої з різного роду противниками [2].

Сьогодні жанр тактично-рольових ігор має значну популярність на ринку [3] (рис. 1), зокрема й через те, що дозволяє гравцю удосконалювати корисні навички, а саме аналізувати загальну ситуацію, що в цілому розвиває аналітичне мислення, а також приймати рішення в короткі терміни та в стресовій ситуації [4].

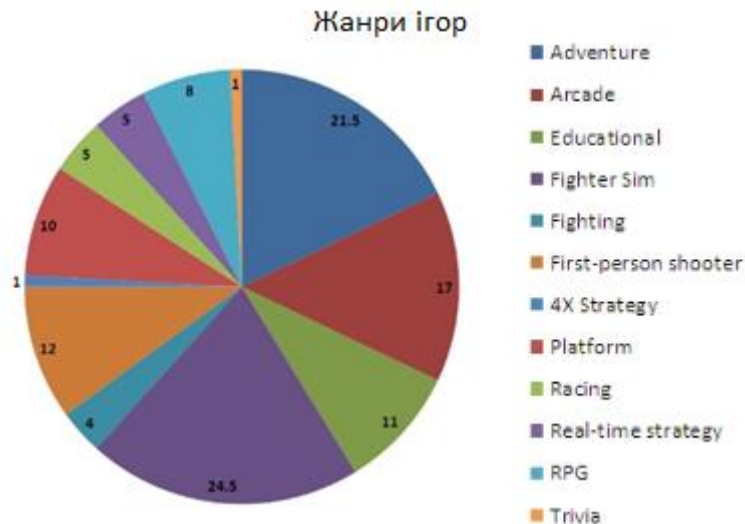


Рисунок 1 – Аналіз популярності жанрів

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.

Умовно «інтелект» ворога визначається двома частинами: що він робить і як він це робить. Згідно з цим методи керування поведінкою ворожими військами в стратегіях можна поділити на два основних види: механіки руху і взаємодії окремих юнітів (юніт – окрема бойова одиниця, складова частина війська) з іншими об'єктами у грі, та штучний інтелект, що стоїть за цими діями ворогів.

Механіки руху включають в себе алгоритми знаходження шляху, організації руху юнітів в групах, динамічної зміни руху при появі нових перешкод, при цьому використовуючи мінімально можливу кількість обчислювальних ресурсів комп'ютера.

Штучний інтелект натомість є нейронною мережею, що основана на нечіткій логіці і обраховує параметри конкретної ситуації в конкретний момент часу для прийняття оптимального рішення. Нейронні мережі зазвичай мають декілька шарів обчислювальних блоків-нейронів. Деякі з них приховані від користувача, щоб проводити потрібні обчислення, а деякі навпаки виводять свої результати прямо до користувача [5].

Такі мережі можуть приймати короткострокові рішення в бойових сутичках за допомогою відповідних формул. Наприклад, критично важливе рішення: «нападати чи відступати?». Для цього використовуються поняття відносної сили атаки та відносної швидкості (табл. 1).

Таблиця 1 – Опис комплексних атрибутів військ

Відносна сила атаки	$\frac{\sum_{i=1}^{i=k} OAS_i \times OAP_i}{EAr_1} \times 50$ $\frac{\sum_{j=1}^{j=m} EAS_j \times EAP_j}{OAr_1}$	<p>OAS – Власна швидкість атаки EAS – Швидкість атаки ворога $\sum_{i=1}^{i=k} OAS_i \times OAP_i$ – Сума повноважень військ, що атакують цільовий загін EAr₁ – Броня цільового війська $\sum_{j=1}^{j=m} EAS_j \times EAP_j$ – Сума повноважень військ противника, що атакують війська OAr₁ – Броня війська. Ця змінна нормалізується шляхом множення на 50. Результат 50 означає рівність.</p>
Відносна швидкість	$\frac{\sum_{i=1}^{i=k} OS_i}{k} \times 50$ $\frac{\sum_{j=1}^{j=l} ES_j}{l}$	<p>OS – Власна швидкість руху ES – Швидкість руху ворога $\frac{\sum_{i=1}^{i=k} OS_i}{k}$ – Середнє значення швидкості атакуючого війська до цільової частини. $\frac{\sum_{j=1}^{j=l} ES_j}{l}$ – Середня швидкість наступу військ противника, що нападають на війська. Ця змінна нормалізується шляхом множення на 50. Результат 50 означає рівність.</p>

В такому випадку кожна армія гравця чи ворога може мати різні стани, що будуть залежати від різної комбінації станів їх атрибутів. Варіанти останніх подані в табл. 2.

Таблиця 2 – Атрибути війська і різні їх стани

Власне здоров'я	Здоров'я ворога	Відносна сила атаки	Відносна швидкість
Майже мертві	Майже мертві	Менша	Повільніша
Травмовані	Травмовані	Рівна	Рівна
Нормальний стан	Нормальний стан	Більша	Швидша

В залежності від стану військ супротивників, штучний інтелект буде вирішувати чи продовжувати бій, чи потрібно відступити і оновити сили. Зазвичай, якщо військо не має важких поранень, воно повинно продовжувати атаку і не повинно тікати. Проблема з'являється в стані «Майже мертві», який необхідний як умова для всіх можливостей втечі. В такій ситуації, навіть якщо військо має важкі поранення, але повільніше ніж ворог, воно все рівно повинно атакувати, тому що можливості врятуватися втечею немає.

При цьому, у подібного алгоритму дій є свої недоліки. Одним із них є відсутність спроб отримати додаткову перевагу над противником, або зменшити небезпеку для своїх військ завдяки маневрам по місцевості. Таким чином, актуальною задачею є удосконалення алгоритмів вибору шляху руху з урахуванням фактору небезпеки.

У стандартному штучному інтелекті гри «Starcraft 2» використовується техніка знаходження шляху під назвою «flocking AI» або «рій», завдяки якій створюється ефект координованого руху як зі зграєю риб чи ключем птахів. Двигун використовує вдосконалений алгоритм, що знаходить найменшу кількість точок, дозволяючи групі юнітів проходити через вузькі проходи та обходити інші групи юнітів [6]. Запропоновано удосконалити поведінку ворожих військ на базі цього алгоритму з урахуванням додаткової матриці 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 видимості наведено на рис. 2.

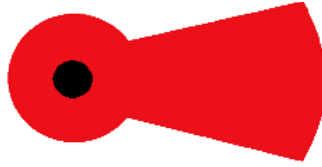


Рисунок 2 – Поле видимості юніту

Це поле враховується як важко прохідна та небезпечна місцевість, додаючи додатковий шар обчислень у алгоритм під назвою «матриця 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 та уникнення ліній вогню. На рис.3 наведено два сценарії обчислення шляху. Перший полягає в тому, що ворог знаходиться на лінії його шляху переміщення і тому юніт буде намагатись обійти його без особливих втрат часу. Другий – де ворог і є кінцевим пунктом руху. В такому випадку юніт буде намагатись обійти його зліва чи справа і атакувати збоку.

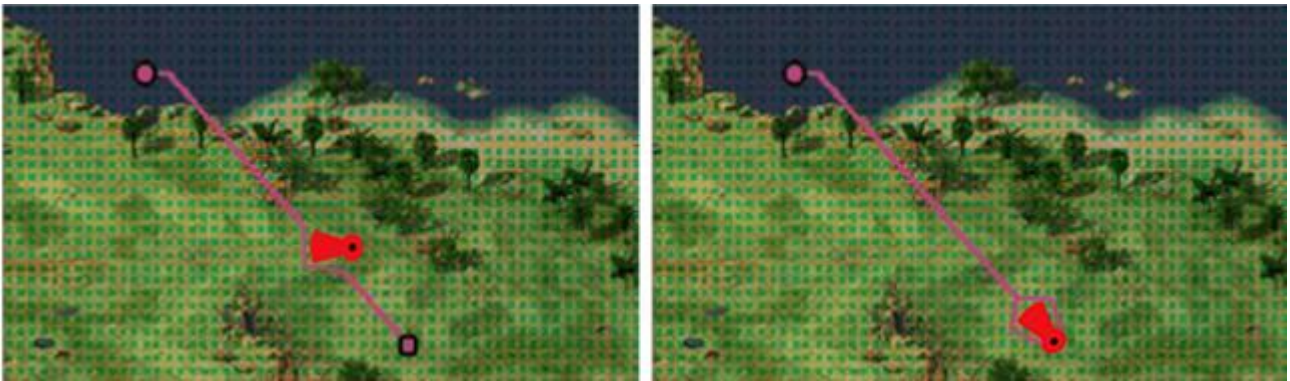


Рисунок 3 – Результат роботи алгоритму знаходження маршруту з матрицею небезпеки

Таким чином, було запропоноване удосконалення алгоритму розрахунку шляху «flocking AI», яке дозволило підвищити рівень інтелектуальної поведінки ворогів та складність гри для гравця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тактична рольова гра: матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://goo.gl/98NDWZ>
2. Тактическая ролевая игра: материал из Википедии – свободной энциклопедии: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://goo.gl/M4JHE1>
3. The Star Wars Dissection – Video Games [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eucantina.net/archives/12380>
4. Game Genre Map: The Cognitive Threshold in Strategy Games [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://quanticfoundry.com/2016/01/20/game-genre-map-the-cognitive-threshold-in-strategy-games/>
5. 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/>
6. Mechanics of Starcraft 2: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tl.net/forum/starcraft-2/132171-the-mechanics-of-sc2-part-1>.