

УДК 004.94; 517.9:519.6

СУЧАСНИЙ РОЙОВИЙ ІНТЕЛЕКТ В ІНЖЕНЕРНИХ ПРИКЛАДНИХ ЗАВДАННЯХ

Т. І. ЦЮПІЙ, к. фіз.-мат. н., доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ройовий інтелект в сучасній інженерії є потужним інструментом вирішення складних задач, що використовує колективні (ройові) стратегії, натхненні природними процесами у живих організмах (на основі біологічних і фізичних законів). Це концепція, заснована на вивченні поведінки групи простих агентів, які взаємодіють між собою і навколишнім середовищем, щоб досягти складної мети, яка формулюється у вигляді оптимізаційної задачі.

Очевидним є те, що для розробки і реалізації складних інженерних об'єктів і систем мають бути використані сучасні методи, моделі й засоби математичного і комп'ютерного моделювання. Зокрема, проектування автомобілів та їх компонент може здійснюватись за кількома критеріями при обмежених ресурсах. Завдання розроблення і реалізації складних систем зводиться до знаходження оптимальних параметрів роботи цих систем, за яких отримуються максимально ефективні режими їх роботи. Під поняттям «ефективність» можна розуміти, мінімальні енергетичні затрати, або максимальний коефіцієнт корисної дії тощо.

Усі ці алгоритми базуються на спостереженнях за природними процесами, від поведінки птахів і мурашок до біологічних еволюцій. Такі алгоритми активно використовуються у таких галузях, як робототехніка, оптимізація, пошук шляхів, логістика, а також у складних соціальних і економічних системах.

Слід зазначити, що до переваг таких алгоритмів слід віднести широку адаптивність, можливість розподіленого пошуку рішень, здатність працювати в динамічних та складних середовищах.

Переважну кількість оптимізаційних завдань можна звести до такого математичного формулюванні. Знайти глобальний екстремум:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min, \quad (1)$$

д
е

$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n, x \in X, X \subset \mathbb{R}^n$. На функцію / функціонал типу (1) накладаються додаткові обмеження виду:

$$\leq 0, i$$

$= \overline{1}; l$

$\in \mathbb{N}$,

$g_i(x_1$

$= 0, i$

$= \overline{M}$.

Найбільшою перевагою ройових алгоритмів полягає в тому, що вони не вимагають накладання обмежень на тип функцій / функціоналів виду (1) і функціональних обмежень типу (2), на їх диференційовність в просторі пошуку екстремуму (у нашому випадку глобального мінімуму (1)) тощо.

Переважає більшість алгоритмів ройового інтелекту містить стохастичну складову, яка направлена на пошук саме глобальних екстремумів (1) з обмеженнями (2). Це дає можливість одержувати найкращі проектні й інженерні рішення поставлених перед прикладним математиком завдань.

Нижче у таблиці 1 показано короткий аналіз сучасних алгоритмів ройового інтелекту та їх прикладне застосування.

Слід зазначити, що розглянуті в даній роботі методи й алгоритми легко адаптуються до задач дискретної багатовимірної оптимізації. Зокрема, до таких задач слід віднести задачу про комівояжера і задачі про наплічник (рюкзак).

Таблиця 1 – Короткий аналіз сучасних алгоритмів ройового інтелекту

Алгоритм	Пояснення	Основні застосування	Переваги
Алгоритм рою частинок	Алгоритм, натхнений поведінкою птахів або риб у групі. Агент рухається по простору пошуку, враховуючи свою власну та найкращу позицію групи	Оптимізація, пошук мінімумів, машинне навчання	Легкий у реалізації, швидко збігається до глобального оптимуму
Алгоритм мурашок	Натхнений поведінкою мурашок, які залишають феромони на шляху до їжі. Алгоритм моделює пошук шляху до оптимального рішення	Маршрутизація, оптимізація шляхів, задачі транспортування	Добре працює з великими мережами, адаптивність до змін
Алгоритм навчання на	Поєднує ройовий інтелект і диференціальні еволюційні	Інженерія, оптимізація	Підвищена швидкість оптимізації порівняно з

основі рою	стратегії для оптимізації	складних функцій	PSO
Моделювання на основі агентів	Включає окремі агенти, які взаємодіють між собою, приймаючи рішення на основі власних переконань та середовища	Моделювання соціальних або економічних процесів, економіка	Гнучкість та адаптивність, реалізує складні взаємодії
Алгоритм поведінки рою птахів	Поєднує елементи еволюційних алгоритмів і роєвих методів для пошуку оптимальних рішень	Оптимізація, пошук рішень для багатокрокових завдань	Сильна адаптивність, глобальний пошук оптимуму

Продовження табл.1

Роєві роботи	Застосування роєвого інтелекту для управління групою роботів, які взаємодіють і координуються для виконання завдань	Робототехніка, автоматизація, складні фізичні задачі	Висока ефективність в групових задачах, дистрибуція роботи
Алгоритм оптимізації за допомогою рою мурах	Подібний до алгоритму мурашок, зберігає властивості стійкості і адаптивності для вирішення складних задач	Керування мережами, логістика, виробництво	Потужна адаптація до змінних умов, стійкість до помилок
Еволюційний алгоритм	Інспірований біологічною еволюцією, алгоритм здійснює ітерації через природний відбір для досягнення оптимального результату	Складні інженерні задачі, дизайн, навчання	Потужний для складних багатofакторних проблем, хороша глобальна оптимізація
Біонічні алгоритми	Натхненні біологічними процесами, застосовуються для пошуку та оптимізації, аналогічні до роєвих систем	Оптимізація в робототехніці, інформаційних технологіях	Добре підходять для багатofункціональних задач

Такі задачі не можуть бути розв'язані за поліноміальний час, тому евристики, які містяться у даних алгоритмах дають суттєву перевагу в пошуку розв'язків задач комбінаторної багатовимірної оптимізації.

Список використаних джерел

ern'andez Mart'inez, J.L., and Garc'ia Gonzalo, E., "The Generalized PSO: A New

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;
Тонха О. Л. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**
Автухов А. К. – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;
Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);
Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;
Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);
Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
Бєлоєв Х. – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);
Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;
Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;
Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;
Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;
Васильковський О. М. – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;
Войтюк Д. Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;
Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;
Джеонг Ілля – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);
Домейка Р. – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);
Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;
Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;
Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;
Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Тін Ю Чен - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

Шарибура А. О. – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

Яковенко І. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.