

DOI 10.18372/2310-5461.54.16747

УДК 004.056

В. С. Наконечний, д-р техн. наук, професор
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0002-0247-5400
e-mail: nvc2006@i.ua;

О. В. Барабаш, д-р техн. наук, професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського».
orcid.org/0000-0003-1715-0761
e-mail: bar64@ukr.net;

Т. О. Лаптева, аспірантка
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0002-5223-9078
e-mail: tetiana1986@ukr.net;

А. В. Міщенко, д-р техн. наук, професор
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0001-8376-1777
e-mail: td@airport.kiev.ua

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЖЕРЕЛ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Вступ

Останнім часом під час вирішення завдань комбінаторної оптимізації широко використовують методи метаевристики, основа яких — процедура випадкового пошуку, що дозволяє знаходити рішення, близькі до оптимальних. Метаевристичними (від англ. *metaheuristic*, *meta* — «за межами» і *heuristic* — «знайти») називаються алгоритми, що не мають в більшості випадків суворого доказу збіжності, але засновані на природних правилах вибору, що існують в об'єктах живої та неживої природи. Метаевристики зазвичай застосовуються для завдань, які мають задовільного алгоритму рішення, чи разі, коли немає практичної необхідності реалізувати даний алгоритм при знаходженні строго оптимального рішення [1]. Метаевристичні методи є актуальним напрямом теорії оптимізації [1–3].

Використання таких методів доцільно для вирішення прикладних завдань оптимального пошуку.

Постановка завдання

Серед широкого класу метаевристичних методів особливе місце посідає метод оптимізації бджолиними колоніями.

Виходячи з різних застосувань методу бджолиної колонії можна виділити не тільки його переваги а і недоліки. До недоліків методу бджолиної колонії можна віднести:

- достатньо високу ітеративність;
- труднощі теоретичного аналізу процесу отримання рішень, зумовлені тим, що пошук рішення має стохастичну природу;
- апріорна невизначеність часу збіжності, хоча збіжність гарантується;
- залежністю методу від налаштування параметрів, що підбираються експериментально. Проте значення параметрів може бути отримане через проведення невеликої кількості експериментів.

Указані недоліки методу потребують усунення, тому удосконалення методу та розробка нових методів оптимізації є актуальним науковим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням виявлення джерел неправдивої інформації, розробки методів оптимізації джерел інформації по контенту присвячено значну кількість публікацій.

Так у працях [3–5] ройовий інтелект визначає колективну поведінку децентралізованої само організованої системи.

Розглядається теорія штучного інтелекту як метод оптимізації. Системи ройового інтелекту, як правило, складаються з безлічі агентів, що локально взаємодіють між собою і з навколишнім середовищем. Самі агенти зазвичай досить прості, але всі разом, локально взаємодіючи, створюють так званий ройовий інтелект. Стаття присвячена дослідженню алгоритмів ройового інтелекту для оптимізаційних завдань. Основна мета цих алгоритмів — моделювання поведінки рою. У цієї роботи було досліджено мурашиний, бджолиний та метод рою частинок. З використанням цих алгоритмів вирішено такі завдання: завдання комівояжера, маршрутизація автотранспорту, розбиття графа, отримані результати дозволяють зробити висновок про оптимальний вибір параметрів алгоритмів. Експериментальні дослідження довели ефективність ройових алгоритмів порівняно зі стандартними ітераційними, евристичними та генетичними алгоритмами. Але нові методи та напрямки досліджень не наводяться.

У працях [6; 7] для навчання нечітких систем запропоновано алгоритми бджолиної колонії та три алгоритми мурашиної колонії: дискретний, безперервний та прямий. Розглядаються у більшій мірі методи мурашиної колонії, методу бджолиної колонії не приділяється достатньо уваги.

У праці [8] розглядаються алгоритми мурахи, або оптимізація за принципом мурашиної колонії (ця назва була надумана винахідником алгоритму Марко Доріго), засновані на застосуванні кількох агентів і мають специфічні властивості, властиві мурахам, і використовують їх для орієнтації у фізичному просторі. Алгоритми мурахи особливо цікаві тому, що їх можна використовувати для вирішення не тільки статичних, а й динамічних проблем, наприклад, в мережах, що змінюються. Інтеграція різних методів не розглядається.

У працях [9; 10] описані принципи життєдіяльності колонії мурах, які лежать в основі методу, що розглядається. Сам метод та реалізація його алгоритму можуть бути ефективно використані при вирішенні завдання комівояжера. Стосовно методу, комівояжер — це мураха, якій необхідно за найкоротшим маршрутом відвідати всі мурашники, жодного разу не повернувшись до тієї, де вона вже була.

Інтеграція різних методів з метою досягнення оптимального рішення не розглядається.

Разом із тим, в цих роботах не повною мірою відображені питання відбору джерел інформації з неправдивою інформацією. Не розглянути інтегровані методи оптимізації.

Таким чином, на сьогодні в практиці і теорії побудови систем захисту інформації від розповсюдження неправдивої заострилося протиріччя між необхідністю швидкого й гарантованого виявлення та точного розпізнання неправдивої інформації, і можливостями існуючих методів які використовуються для виявлення та блокування неправдивої інформації у інформаційному просторі.

Виходячи з вищевикладеного розробка та удосконалення методів для виявлення неправдивої інформації у інформаційному просторі є актуальною.

Виклад основного матеріалу

У ході дослідження даного методу не моделювалося життя бджіл, що однозначно копіює існуючу природну екосистему, а використовувалася імітація колонії, як засіб оптимізації, при якому система дещо відрізняється від природного. Опишемо суть роботи методу бджолиної колонії. Для популяційних методів, в якості загальної назви членів популяції, використовують термін агент. У різних популяційних методах агенти називаються індивідами, частками, мурахами, бджолами і так далі. Для методів виявлення неправдивої інформації агентом буде — неправдива інформація.

Основна мета при розробці нової парадигми генно-ройового методу полягає в інтеграції метаевристич, закладених в генетичному методі і методі бджолиної колонії. Суть інтеграції полягає в тому, що в процесі виконання пошукової процедури робиться чергування процедур бджолиного і генетичного алгоритмів, а агенти обмінюються своїми функціями, тобто на окремих етапах агенти виконують функції відповідно до парадигми бджолиного методу, а на інших — генетичного алгоритму. При цьому рішення поперемінно відбивається, або у вигляді позиції простору пошуку рішень відповідно до парадигми бджолиного алгоритму, або у вигляді хромосоми. Інакше кажучи інтеграція моделей зводиться до створення гібридного агента адаптивної поведінки бджолиної колонії і генетичного алгоритму, що по черзі виконує відповідні функції.

Підготовчим етапом є етап формування початкових даних. Окрім параметрів, що описують початкове завдання тут задаються параметри, які керують роботою бджолиного і генетичного методів. Можливі два підходи до інтеграції [5].

При першому підході інтеграція здійснюється за схемою «бджолино-генетичний», при другому — «генетично-бджолиний». Структурна схема гібридного алгоритму, що працює за схемою «бджолино-генетичний» показана на рис. 1.

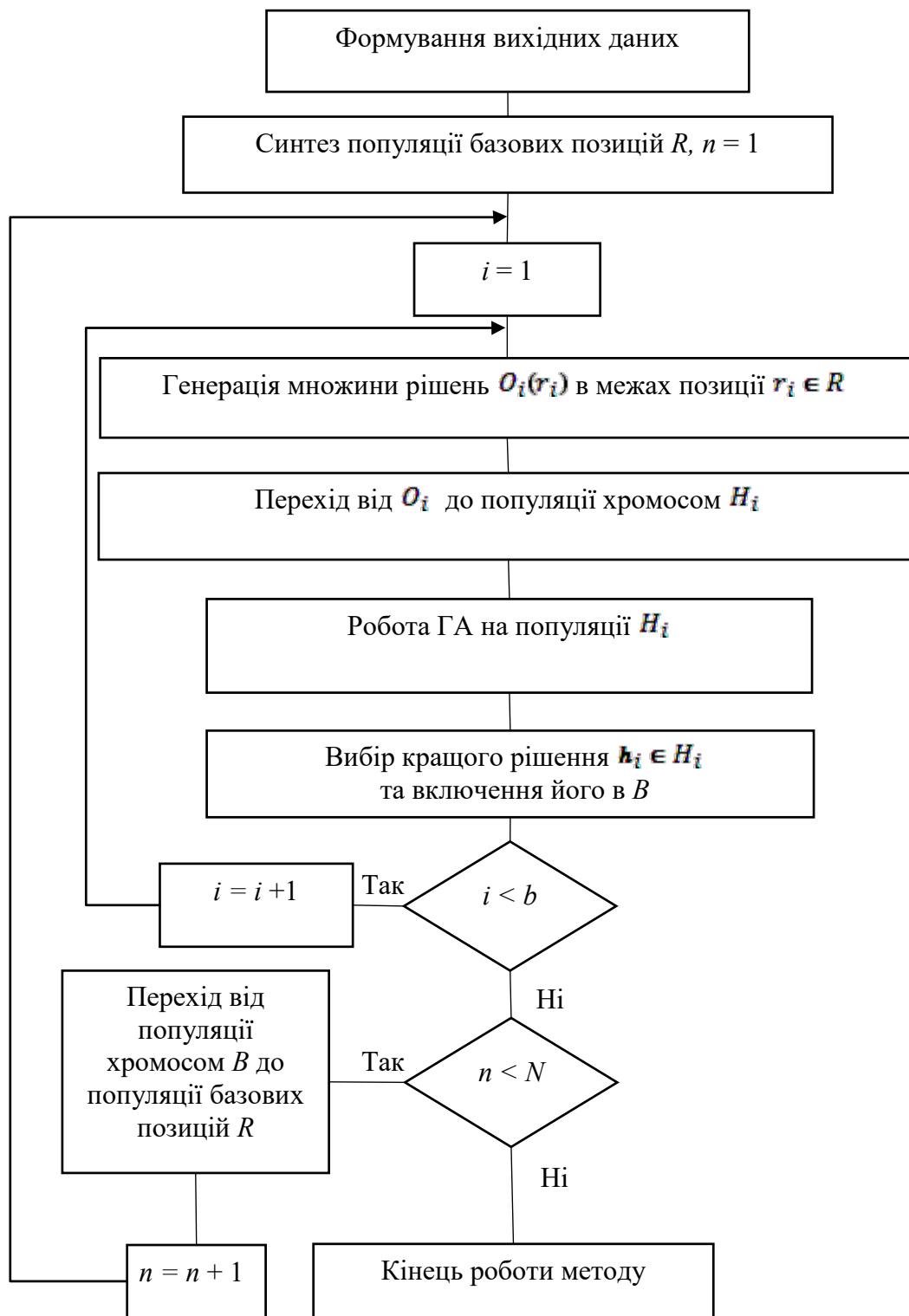


Рис. 1. Структурна схема методу «бджолино-генетичний»

Робота пошукової процедури розпочинається з виконання функцій методу бджолиної колонії. Імітуючи поведінку бджіл-розвідників формується множина джерел — позицій в просторі рішень. З них обирається множина кращих позицій $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots\}$, які складають початкову множину базових позицій. Далі на кожній з n ітерацій виконуються такі дії.

Послідовно, починаючи з першої ($i = 1$) здійснюється вибір базових позицій. В околиці обраної позиції $r_i \in R$ генерується множина рішень $O_i(r_i)$. Множина позицій (рішень) $O_i(r_i)$ перетворюється в початкову популяцію хромосом H_i . Запускається генетичний алгоритм, що синтезує популяцію H_i^* . Отримане в результаті роботи ГА краще рішення $h_i \in H_i^*$ включається в множину B . Сформоване в результаті перегляду b базових позицій множина кращих рішень — популяція хромосом перетворюється в популяцію

позицій R . Для посилення збіжності R , частково оновлюється шляхом додавання деякої кількості випадково обраних джерел. Краще рішення запам'ятовується і виконується перехід на наступну ітерацію. Нижче приведена послідовність перетворення даних :

$$R = \{r_1, r_2, r_3, \dots\} \rightarrow \{Q(r_1), Q(r_2), Q(r_3), \dots\} \rightarrow \\ \rightarrow \{H_1, H_2, H_3\} \rightarrow \\ \rightarrow \{H_1^*, H_2^*, H_3^*\} \rightarrow B = \{h_1, h_2, h_3\} \rightarrow R = \{r_1, r_2, r_3\}.$$

робота алгоритму завершується після виконання N ітерацій. Часова складність гібридного алгоритму не перевищує $O(n^3)$.

Розглянемо тепер другий підхід. Робота пошукової процедури розпочинається з виконання функцій генетичного алгоритму (рис. 2).

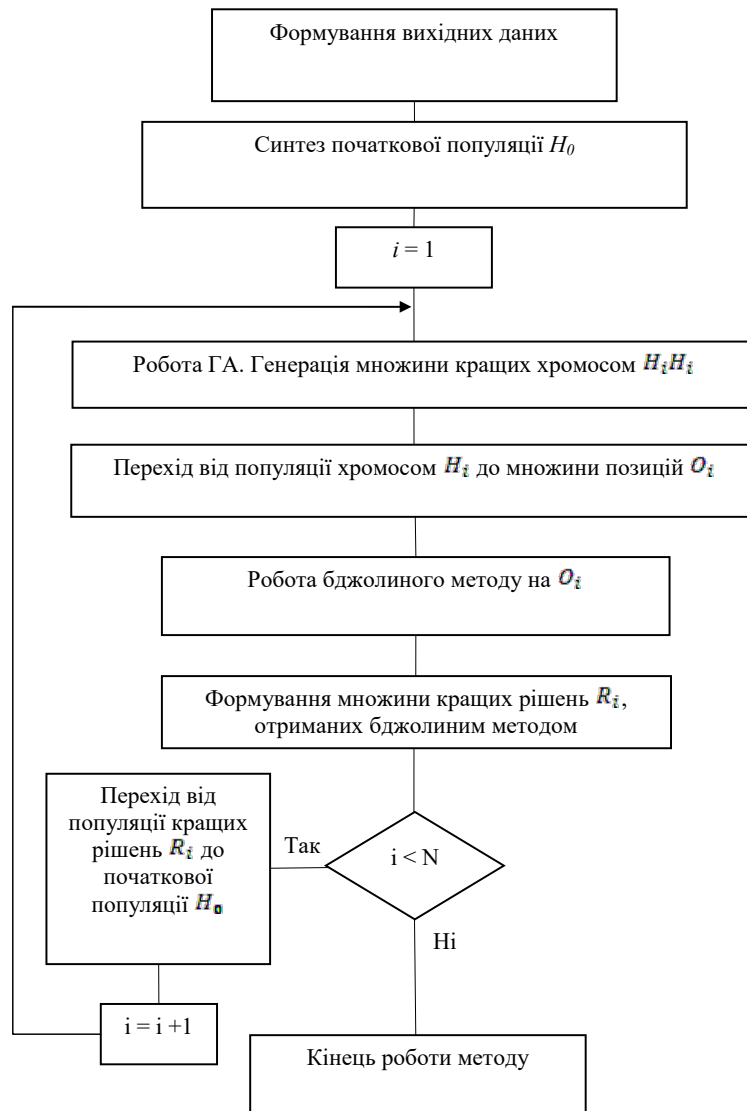


Рис. 2. Структурна схема методу «генетичний – бджолиний»

Випадковим чином синтезується початкова популяція H_0 . Кінцевим результатом роботи генетичного алгоритму є популяція H_k . На базі популяції H_k формується множина кращих рішень H_i , які надалі розглядаються як безліч позицій, знайдених бджолами розвідниками, тобто відбувається перехід від популяції хромосом H_i до множини позицій O_i .

Далі пошуковий процес здійснюється відповідно до парадигми бджолої колонії. Формується множина кращих рішень R_i , отриманих методом бджолої колонії. Краще рішення запам'ятовується, популяція кращих рішень, R_i розглядається в якості початкової популяції H_0 і виконується перехід на наступну ітерацію.

Таким чином доведено, що перспективним є комбінування двох методів, коли розрахунок починається методом бджолої колонії і після досягнення деякого рівня продовжується генетичним алгоритмом. Удосконалення методу полягає у парадигми гібридного генно-ройового методу на основі інтеграції моделей адаптивної поведінки бджолої колонії і еволюційної адаптації.

Висновки

Таким чином, удосконалено метод виявлення джерел неправдивої інформації за рахунок парадигми гібридного генно-ройового методу на основі синергії моделей адаптивної поведінки бджолої колонії і еволюційної адаптації.

Розглянуті два підходи до інтеграції. Підвищення ефективності гібридного алгоритму можна добитися шляхом використання єдиної структури даних при представленні рішення у вигляді позиції в просторі пошуку в методі бджолої колонії і у вигляді хромосоми в генетичному алгоритмі.

Проведені експериментальні дослідження порівняння результатів гібридного ройового методу з алгоритмами, реалізованими на основі одного з методів, - генетичним або бджолиним показали, що в цілому гібридним методом імовірність отримання оптимального рішення склала 0,9, що на 5% кращі за рішення існуючими методами знаходження оптимального рішення для поставленого завдання.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Лебедев В. Б. Интеграция моделей адаптивного поведения пчелиной колонии и эволюционной адаптации. *Информатика, вычислительная техника и инженерное образование*. 2013. № 4 (15). С. 1–7.
- [2] Лебедев В. Б. Моделирование адаптивного поведения муравьиной колонии при поиске решений, интерпретируемых деревьями. *Известия ЮФУ*. 2012. № 7. С. 27–35.
- [3] Лаптев О. А., Савченко В. А., Савченко В. В., Мацько О. Й., Кізяк Я. О., Лазаренко С. В. Мультиагентна технологія пошуку цифрових радіозакладних пристроїв на основі кластеризації за методом бджолої колонії. *Захист інформації*. 2019. Том 21. № 3. С. 194 – 202. <https://doi.org/10.18372/2410-7840.21.13955>
- [4] Лаптев О. А., Собчук В. В., Саланди И. П., Сачук Ю. В. Математична модель структури інформаційної мережі на основі нестационарної ієрархічної та стаціонарної гіпермережі. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. К.: ВІКНУ, 2019. Вип. 64. С. 124 – 132. <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2019/64-12>
- [5] Лебедев В. Б. Интеграция моделей адаптивного поведения пчелиной колонии и эволюционной адаптации. *Информатика, вычислительная техника и инженерное образование*. 2013. № 4 (15). С. 1–7.
- [6] Lebedev V. K., Kudryakova T. Y. Mechanisms of Adaptive AntColony Behavior in Placement Problem. *Advances in Intelligent and Computing. Proc. of the Intern. Sc. Conf. ITI'16*. Springer, Czech Republic, 2016. vol. 1. Pp. 443–451.
- [7] Karaboga D. An idea based on honey bee swarm for numerical optimization Technical Report TR06. Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005.
- [8] Эль-Хатиб С. А. Сегментация изображений с помощью смешанного и экспоненциального роя частиц. *Информатика и кибернетика*. 2015. № 1. С. 126–133.
- [9] Кулієв Е. В., Лежебоков А. А., Кравченко Ю. А. Ройовий алгоритм пошукової оптимізації на основі моделювання поведінки кажанів. *Програмні продукти, системи та алгоритми. Техніч. науки*. 2016. №7. С. 53 - 62.
- [10] Собчук В. В. Методика створення єдиного інформаційного простору на виробничому підприємстві з функціонально стійким виробничим процесом. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2019. Вип. 6 (58). С 84 – 91. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.6.084>
- [11] Samoilenko A. M., Samoilenko V. G., Sobchuk V.V. On periodic solutions of the equation of a nonlinear oscillator with pulse influence. *Ukrainian Mathematical Journal*. 1999. Vol. 51. No. 6. Springer New York. P. 926-933
- [12] Sobchuk A.V., Sobchuk V.V., Barabash O.V., Lyashenko I.O. Functionally sustainable wireless

- sensor network technologies aspects analysis. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2019. Vol. VII (23). Issue 193. Budapest, Hungary. Pp. 46 – 48.
- [13] Svyinchuk O., Barabash O., Nikodem J., Kochan R., Laptiev O. Image compression using fractal functions. *Fractal and Fractional*. 2021. Vol. 5(2). No. 31. Pp. 1–14. <https://doi.org/10.3390/fractalfract5020031>
- [14] Лаптев О. А., Собчук В. В., Савченко В. А. Метод підвищення завадостійкості системи виявлення, розпізнавання і локалізації цифрових сигналів в інформаційних системах. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. К.: ВІКНУ, 2019. Вип. 66. С. 124–132.
- [15] Лаптев О. А. Експериментально-статистичний метод обчислення кореляційної взаємозалежності параметрів розпізнавання засобів негласного отримання інформації. *Сучасний захист інформації*. 2019. № 3(39). С. 23 – 29.
- [16] Lebedev V. K., Kudryakova T. Y. Mechanisms of Adaptive AntColony Behavior in Placement Problem. *Advances in Intelligent and Computing*. Proc. of the Intern. Sc. Conf. ITI'16. Springer, Czech Republic, 2016. vol.1. Pp.443–451.
- [17] Лаптев О. А. Новий метод спектрального аналізу визначення випадкових цифрових сигналів на фоні легальних радіосигналів. *Сучасний захист інформації*. 2019. № 4(40). С. 25 – 31.
- [18] Lukova-Chuiko N., Herasymenko O., Toliupa S., Laptieva T., Laptiev O. The method detection of radio signals by estimating the parameters signals of eversible Gaussian propagation. 2021 IEEE 3rd International Conference on *Advanced Trends in Information Theory*, ATIT 2021. — Proceedings. 2021. Pp. 67–70.
- [19] Vlasyk H., Zamrii I., Shkapa V., Kalyniuk A., Laptieva T. The method of solving problems of optimal restoration of telecommunication signals. 2021 IEEE 3rd International Conference on *Advanced Trends in Information Theory*, ATIT 2021 — Proceedings. 2021. Pp. 71–75.
- [20] Savchenko V., Akhramovych V., Dzyuba T., Lukova-Chuiko N., Laptieva T. Methodology for calculating information protection from parameters of its distribution in social networks. 2021 IEEE 3rd International Conference on *Advanced Trends in Information Theory*. ATIT 2021 — Proceedings. 2021. Pp. 99–105.
- [21] Наконечний В., Лаптев О., Погасій С., Лазаренко С., Мартинюк Г. Відбір джерел з неправдивою інформацією методом бджолоїної колонії. *Наукоємні технології*. 2021. Том 52. № 4. С. 330-337. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.52.16379>

Наконечний В. С., Барабаш О. В., Лаптева Т. О., Міщенко А. В. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ДЖЕРЕЛ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Основною метою еволюційної оптимізації є пошук такого поєднання параметрів (незалежних змінних), яке сприяло б максимізації або мінімізації якісних, кількісних і ймовірнісних характеристик розв'язаного завдання. Останнім часом широкого поширення набули інтегровані методи оптимізації, які запозичують основні засади своєї роботи з живої природи. Основною особливістю методів оптимізації на базі колективного інтелекту є їх біонічна природа, тобто вони ґрунтуються на моделюванні діяльності тварин, поведінка яких має колективний характер. Така поведінка дає змогу цим тваринам максимально ефективно вирішувати різні важливі практичні завдання у природі, що свідчить про високу ефективність роботи цих методів при вирішенні практичних комплексних задач оптимізації.

У роботі розглядається удосконалення методу виявлення джерел неправдивої інформації за рахунок інтеграції існуючих методів неперервної оптимізації. Удосконалення поліноміальних евристичних алгоритмів для вирішення оптимізаційних завдань у дослідженні операцій виявлення неправдивої інформації. Це завдання на скінченних множинах. Однак навіть у цьому випадку, не говорячи вже про пошук розв'язку в нескінченних просторах, виникають проблеми із застосуванням точних методів, що визначає актуальність розробки приближених алгоритмів комбінаторної оптимізації.

Розглянуті два підходи до інтеграції. Підвищення ефективності гібридного алгоритму можна досягти шляхом використання єдиної структури даних при представленні рішення у вигляді позиції в просторі пошуку в методі бджолоїної колонії і у вигляді хромосоми в генетичному алгоритмі.

Проведені експериментальні дослідження порівняння результатів гібридного роїового методу з алгоритмами, реалізованими на основі одного з методів, — генетичним або бджолоїним показали, що в цілому гібридним методом імовірність отримання оптимального рішення склала 0,9, що на 5% краще за рішення існуючими методами знаходження оптимального рішення для поставленого завдання..

Ключові слова: метаевристичні методи; бджолоїні колонії; неправдива інформація; роєвий інтелект; генетичний алгоритм.

Nakonechnyi V., Barabash O., Lapteva T., Mishchenko A.

SELECTION OF SOURCES WITH FALSE INFORMATION USING THE BEE COLONY METHOD

The main purpose of evolutionary optimization is to find a combination of parameters (independent variables) that would help maximize or minimize the qualitative, quantitative, and probabilistic characteristics of the problem. Recently, integrated optimization methods have become very common, borrowing the basic principles of their work from wildlife. Researchers are experimenting with different types of representations, for example, evolutionary and genetic algorithms use selection methods and genetic operators. A large number of algorithms based on the swarm method are known.

The artificial bee colony is an optimization method that mimics the behavior of bees, a specific application of cluster intelligence, the main feature of which is that it does not need to understand specific information about the problem, you just need to optimize the problem. Comparing inferiority with the help of the local optimization behavior of each person with an artificial bee finally leads to the appearance in the group of a global optimal value with a higher rate of convergence.

The paper considers the method of solving the optimization problem based on modeling the behavior of the bee colony. Description of the model of the behavior of intelligence agents and forage agents, search mechanisms, and selection of positions in a given neighborhood. The general structure of the optimization process is given. Graphical results are also presented, which prove the possibility of the bee colony method to optimize the results, i.e. from all multiple sources of information, the bee colony method by optimization can significantly limit the number of information sources, identify a narrow range of sources that may be false information. Which in the future will allow you to more accurately identify sources with false information and block them.

Keywords: metaheuristic methods; bee colonies; false information; swarm intelligence; genetic algorithm.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2022 р.

Прийнято до друку 15.06.2022 р.