

ГІБРИДНИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглядається гібридний генетичний алгоритм, який використовує аналоги еволюційних механізмів (спадкування, мутації та природного відбору) та локальну 2-орт евристику для пошуку квазіоптимального розв'язку NP-повної задачі комівояжера.

Ключові слова: еволюційні механізми, природний відбір, генетичний алгоритм, задача комівояжера, локальна евристика.

Abstract

In this paper has been considered a hybrid genetic algorithm, which uses analogues of evolutionary mechanisms (inheritance, mutation and natural selection) and local 2-opt heuristic, to search for a quasi-optimal solution of the NP-complete travelling salesman problem.

Keywords: evolutionary mechanisms, natural selection, genetic algorithm, travelling salesman problem, local heuristic.

Вступ

Еволюція вирізняється різноманіттям та ефективністю рішень, показуючи себе потужним механізмом розвитку і пристосування живих організмів до навколишнього середовища. Саме тому у пошуках нових підходів до розв'язання різнопланових задач оптимізації дослідники в області інформаційних технологій звернулися до запозичених у природи моделей та алгоритмів. Еволюційні алгоритми представляють собою основу сучасних евристичних стратегій оптимізації, навчання, моделювання, проектування тощо. Вони ґрунтуються на аналогії між біологічним генетичним і комп'ютерним двійковим кодом, що дає можливість застосувати ідею про природний відбір для розв'язання найскладніших задач у галузі природничих і комп'ютерних наук, промисловості [1, 2].

У даній роботі акцентуємо увагу на дослідженні генетичних алгоритмів оптимізації [1-6]. Такі алгоритми інспіровані живою природою, тобто використовують еволюційні принципи спадковості, мінливості й природного відбору в ході розв'язання різноманітних задач: пошук глобального екстремуму функції; оптимізація динамічних систем; налаштування штучної нейронної мережі; навчання інтелектуальних моделей; пошук маршрутів тощо. Класичним полігоном для тестування генетичного алгоритму є NP-повна задача комівояжера [2, 4-6].

Метою роботи є розробка гібридного генетичного алгоритму, особливістю якого є використання звичайного генетичного алгоритму та 2-орт евристики, що дозволило підвищити точність розв'язання задачі комівояжера без значних втрат у часі роботи.

Результати дослідження

Постановка задачі. Побудувати маршрут комівояжера на графі розмірності n , вершини якого відповідають містам, а ребра відображають сполучення між парами міст. Маршрутом називається цикл, який включає кожен вершину графа один раз. Тому необхідно знайти гамільтоновий цикл на графі, який має найменшу довжину (оптимальний маршрут комівояжера) [2]. Задача має факторіальну часову складність, що не дозволяє знайти оптимальний розв'язок в загальному випадку, тому слід застосовувати метаевристичні схеми [4-6].

Гібридний алгоритм розв'язання задачі комівояжера можна сформулювати таким чином:

Етап 1. Створення початкової популяції розміром N з довжиною хромосом $n+1$.

Етап 2. Застосування геометричної 2-орт евристики [7] для кожної особини популяції.

Етап 3. Обчислення функції пристосованості L (довжина маршруту) для особин популяції.

Етап 4. Природний відбір:

- вибір індивідуумів-батьків з поточної популяції (селекція – турнір або рулетка);
- схрещування (упорядковане або циклічне) або інверсія (зручна для задачі комівояжера);
- мутація;
- формування нового покоління (редукція).

Етап 5. Критерій зупинки: якщо виконуються умови закінчення обчислень, то перейти до пункту 6, інакше — повернутись до пункту 2.

Етап 6. Вивести результат роботи, тобто представити найкраще знайдене рішення задачі (хромосома з екстремальним значенням функції пристосованості).

Етап 7. Для тестування необхідно провести s запусків алгоритму та вивести середнє значення L_{min} за найкращими результатами.

Математична основа генетичних алгоритмів закладена в процесах конструювання і руйнування шаблонів. Для класичного алгоритму доведено теорему шаблонів, яка показує як змінюється частка представників шаблону в подальших поколіннях генетичного алгоритму [1].

Генетичні алгоритми не вимагають ніякої інформації про поведінку функції; стійкі щодо потрапляння в локальний оптимум; придатні для вирішення масштабних проблем оптимізації; прості в реалізації тощо. У той же час за їх допомогою проблематично знайти точне значення глобального оптимуму; можуть використовувати дуже багато часу на обчислення; непросто налаштувати для знаходження всіх рішень задачі тощо [1, 4].

Висновки

Механізми, які закладені в основу генетичних алгоритмів, не можуть гарантувати знаходження найкращого рішення, проте, вони з великою ймовірністю знайдуть квазіоптимальне рішення. Тому їх часто застосовують у поєднанні з класичними методами оптимізації, оскільки така комбінація, при вдалому налаштуванні параметрів алгоритму, дозволяє досягти високої ефективності розв'язання заданої задачі. Саме тому у даній роботі запропоновано гібридний генетичний алгоритм, який комбінує стратегію природного відбору та геометричну 2-орт евристику на графі для розв'язання задачі комівояжера з більшою точністю, але при цьому зростають витрати часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с.
2. Иванов Ю.Ю. Методи штучного інтелекту та наука про дані: лекції, алгоритми та задачі / Ю.Ю. Иванов. – 2018. – 110 с.
3. Whitley D. A Genetic Algorithm Tutorial / D. Whitley // Statistics and Computing. – Springer Netherlands, 1994. – V. 4. – P. 65-85.
4. Genetic Local Search Algorithms for the Traveling Salesman Problem [Web Resource] / N. Ulder, E. Aarts, H.-J. Bandelt, P. van Laarhoven, E. Pesch // Parallel Problem Solving from Nature. – Springer, 1990. – P. 109-116. – Access mode: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.581&rep=rep1&type=pdf>.
5. Shujia L. A Powerful Genetic Algorithm for Traveling Salesman Problem [Web Resource] / L. Shujia. – Guangzhou, 2012. – 5 p. – Access mode: <https://arxiv.org/pdf/1402.4699.pdf>.
6. Keresztury B. Genetic Algorithms and the Traveling Salesman Problem / B. Keresztury. – Budapest: Eötvös Loránd University, Department of Operations Research, 2017. – 50 p.
7. Lin S. An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling-Salesman Problem / Operations Research // S. Lin, B.W. Kernighan. – 1973. – № 21. – 498-516.

Комар Андрій Сергійович — студент магістратури, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Іванов Юрій Юрійович — канд. техн. наук, старший викладач кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yura881990@i.ua.

Комар Андрій S. — student, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ivanov Yuriy Yu. — Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yura881990@i.ua.