

**ЗАСТОСУВАННЯ TRAVELLING SALESMAN PROBLEM ЗА
ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ
В ДОДАТКУ З ДОСТАВЛЕННЯ ЇЖІ.**

Кирдяк А.А.

e-mail: anastasiia.kyrdiak.21@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, каф. ІТ
м. Івано-Франківськ, Україна

This work is devoted to the study of the salesman's problem for the development of an online food delivery application. The article considers the ant colony algorithm, which allows to efficiently lay the optimal route using pheromones left by ants after the traversed path. It is advisable to use this algorithm to develop a logistics-related service that requires finding the optimal route. It is established that the efficiency of this algorithm decreases with an increase in the number of points on the map, but given the physical limitations of the courier, the number of points on the map is acceptable.

У сучасності доставлення їжі є невід'ємною частиною життя середньостатистичної людини, оскільки використання даного сервісу забезпечує ефективне доставлення замовлення клієнтам, які цінують час та мають різноманітні гастрономічні уподобання. Одним із підходів до вирішення цієї задачі є використання задачі комівояжера, яка полягає у знаходженні найоптимальнішого маршруту для відвідування всіх заданих точок. Серед підходів до розв'язання даної задачі є алгоритм мурашиної колонії, що імітує поведінку мурах у природі, а саме вибору найперспективнішого маршруту враховуючи феромони, залишені іншими мурахами, генетичні алгоритми, в тому числі, квантові [1], та інші.

На даний момент існують схожі сервіси, але немає ідеального. Є затримки з доставленням замовлення, наслідком чого є втрата якості продукту та незадоволення клієнтів. Причиною цього може бути недосконала імплементація алгоритму для пошуку найкоротшого та найефективнішого маршруту. Тому важливо правильно розробити сервіс із вирішенням даної проблеми та протестувати його ефективність на різних вхідних даних.

Алгоритм мурашиної колонії є метаврестичним підходом, що базується на поведінці мурах у природі, основними етапами якого є ініціалізація, будування рішень, оновлення феромонів, випаровування феромону та повторення.

Під час ініціалізації задається кількість мурах, яка впливає на ефективність пошуку рішень, коефіцієнт випаровування феромону, що впливає на швидкість зменшення кількості феромону на ребрах графа з кожною ітерацією, інтенсивність відкладення феромону, що визначає, скільки феромону кожна мураха відкладає на пройденому маршруті.

Під час будування рішень використовуються мурахи, які на основі відкладених феромонів та евристичних оцінок будують маршрути.

Після завершення маршруту відбувається оновлення феромону, що регулює перспективність маршрутів для наступних ітерацій, шляхом модифікації кількості феромону на ребрах (шляхах) графа.

З часом відбувається випаровування феромонів, що запобігає зосередженню пошуку на локальних мінімумах, де є найкраще рішення у певній невеликій області пошуку, але не є глобально оптимальним.

Після цього відбувається повторення даного процесу до моменту досягнення заданого критерію зупинки.

У додатку з доставлення їжі точки на графі відповідають адресам клієнтів, а оптимізований маршрут — це найкоротший шлях між ресторанами та клієнтами. Враховуються такі обмеження як час доставлення та вага замовлення, оскільки кур'єр фізично немає змоги доставити велику кількість замовлень, а час доставлення також впливає на якість продукту.

Для застосування алгоритму мурашиної колонії потрібно мати вхідні дані, а саме координати адрес ресторанів та клієнтів. На основі цього відбувається етап евристичного оцінювання відстані між точками, що мінімізує загальну довжину маршрутів.

Для перевірки ефективності даного алгоритму було проведено тестування на симуляціях з різною кількістю адрес (10, 20, 50), щоб зрозуміти чи реалізація є ефективною. Щоб визначити середню тривалість часу роботи алгоритму, для кожної кількості адрес відбулось по 5 тестувань. При запуску алгоритму що включає 10 адрес середня тривалість виконання становить 108 мілісекунд, 20 адрес – 761 мілісекунда, 50 адрес – 12045 мілісекунд. Отримані результати показали зменшення ефективності роботи із зростанням кількості адрес.

Використання алгоритму мурашиної колонії для пошуку оптимального маршруту дозволяє скоротити час доставлення, оптимізувати витрати на логістику, підвищити якість обслуговування клієнтів та їх задоволення сервісом. Даний підхід є універсальним і може бути адаптований для різних логістичних задач, що вимагають пошуку оптимального маршруту. Це може бути не тільки сервіс з доставлення їжі, а також кур'єрська служба, туристична компанія, яка хоче створити цікаві екскурсії для клієнтів, зекономивши час та пального.

Список використаних джерел:

1. V. Tkachuk and M. Kozlenko, "Improved quantum genetic algorithm on multilevel quantum systems for 0-1 knapsack problem," in *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering (Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 135), Z. Hu, Q. Zhang, S. Petoukhov, and M. He, Eds., Kyiv, Ukraine, Feb. 20-22, 2022, pp. 51–70, doi: 10.1007/978-3-031-04809-8_5.