

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Андріюк Анастасія Анатоліївна

УДК 004.023

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ МЕТОДІВ В ЗАДАЧАХ ТРАНСПОРТНОЇ
ЛОГІСТИКИ**

122 – Комп'ютерні науки

Автореферат
магістерської наукової роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2019

Магістерська наукова робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: к.т.н., доцент (б.в.з.) кафедри
інтелектуальних інформаційних систем
Сіденко Євген Вікторович

Рецензент: к.т.н., доцент, доцент кафедри
комп'ютерної інженерії
Калініна Ірина Олександрівна

Захист відбудеться 23 лютого 2019 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений 22 лютого 2019 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
к.пед.н., доцент

Н. М. Болубаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи полягає у постійному розвитку транспортної логістики для підвищення ефективності управління логістичними процесами. Це дозволить збільшити прибутковість транспортних компаній, їх конкурентоспроможність та рентабельність на ринку послуг. Розвиток і поглиблення теоретичних та методологічних основ вирішення задач транспортної логістики, зокрема задачі комівояжера, шляхом дослідження і використання еволюційних методів, дозволять розробити більш високоефективні програмні комплекси для планування і оптимізації вантажоперевезень.

Метою даної роботи є дослідження і використання еволюційних методів для вирішення задач транспортної логістики, зокрема задачі комівояжера.

Об'єктом дослідження є методи і технології планування та оптимізації транспортних вантажопотоків.

Предметом дослідження є еволюційні алгоритми та методи для мінімізації витрат в задачі комівояжера.

Практичне значення даної роботи полягає у можливості застосування еволюційних алгоритмів для вирішення задач транспортної логістики.

Результати даної магістерської наукової роботи було надруковано у тезах XXI Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2018» у секції Комп'ютерні науки.

Магістерська наукова робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає ___ сторінок, ___ рисунків, ___ таблиць та ___ посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі магістерської наукової роботи було окреслено проблематику даної роботи, її актуальність і поставлені завдання.

У першому розділі проведено аналіз предметної області для кращого розуміння користувача теми обраної роботи, аналіз наукових праць і статей з теми дослідження задачі транспортної логістики(задачі комівояжера), аналіз робіт інших науковців в дослідженні еволюційних методів (методу генетичного алгоритму), а також наведений стислий опис методів, що можуть бути використані для розв'язання задачі оптимізації – задачі комівояжера. Також у першому розділі сформовані мета, об'єкт і предмет дослідження. Таким чином користувач має загальне уявлення про що йтиме мова у магістерській науковій роботі.

У другому розділі здійснено опис деяких класичних методів(метод повного перебору, метод найближчого сусіда, вдосконалений метод найближчого сусіда, метод гілок і границь), що використовуються для розв'язку задачі комівояжера, а також їх порівняльний аналіз.

Метод повного перебору, по-іншому званий методом грубої сили (англ. Brute force), є простим, логічним і широко використовуваним математичним методом. Ідея проста: перебираються всілякі рішення і з них вибирається рішення (або безліч рішень) що відповідає умові завдання.

У задачі комівояжера, відповідно, потрібно з різних варіантів об'їзду пунктів вибрати маршрут, який займає найкоротший час (або мінімальний за вартістю маршрут).

Величезною перевагою методу повного перебору перед іншими методами вирішення завдання комівояжера є гарантованість знаходження найкращого маршруту. Крім того, до переваг методу відноситься простота його програмної реалізації.

Проте метод повного перебору може застосовуватися тільки для задач малої розмірності (при розгляді до двох десятків відвідуваних пунктів).

Метод найближчого сусіда відноситься до так званих жадібних алгоритмів. Жадібний алгоритм (англ. Greedy algorithm) має на увазі під собою прийняття

локально оптимальних рішень, допускаючи що кінцеве рішення також виявиться оптимальним. Існує досить велика кількість завдань, для яких жадібні алгоритми дають оптимальні рішення. Однак для ряду завдань, що відносяться до класу NP, жадібні алгоритми не дають оптимального рішення. Однак в таких завданнях, в тому числі і в завданні комівояжера, вони дають досить непогане наближене рішення.

Ідею алгоритму найближчого сусіда заснована на простому евристичному правилі: якщо ми будемо відвідувати найближчий пункт на кожному кроці, то маршрут вийде досить хороший в цілому. Метод є дуже швидким зважаючи на надзвичайно мале число операцій, необхідних для здійснення його роботи. Однак результати в порівнянні з, наприклад, методом гілок і меж він показує досить скромні.

Для того, щоб метод давав більш точні результати, можна ввести в алгоритм невелике вдосконалення, яке дозволить вибирати рішення з більшого числа маршрутів для однієї матриці часів.

Можливість цього удосконалення можлива в зв'язку з тим, що об'єктом дослідження є завдання комівояжера, рішення якої має на увазі знаходження замкнутого циклу. У завданнях, присвячених знаходженню незамкнутого маршруту об'їзду пунктів таке вдосконалення алгоритму неможливо.

Ідея полягає в тому, щоб запускати алгоритм, циклічно змінюючи початковий пункт (початковий для алгоритму, реальний же стартовий пункт залишається колишнім).

При малих розмірностях (до 10-15 розглянутих в задачі пунктів) метод може не давати поліпшення, зважаючи на малу кількість розглянутих ланцюжків. При розмірностях матриці від 50 відносний виграш стабілізується в межах 16%.

Для того, щоб додатково збільшити ймовірність отримання більш вигідного маршруту, можна розглядати також зворотні до ланцюжків маршрутами (просто змінюючи напрямок обходу циклу). В рамках даної роботи це поліпшення не проводилося.

Метод гілок і границь (англ. Branch and bound) - загальний алгоритмічний метод, який широко застосовується для вирішення завдань комбінаторної оптимізації.

По суті, метод є вдосконаленим методом повного перебору з послідовним відсівом рішень, що здаються невикладними. Внаслідок того, що в процесі роботи

методу деякі рішення не розглядаються, метод гілок і границь не може гарантувати знаходження точного рішення задачі. Відкинуте на початковому етапі «невигідне» рішення може виявитися в кінці кінців кращим.

В основі методу гілок і границь лежить ідея послідовного розбиття множини рішень шляхом розгалуження і знаходження оцінок (границь). Процес розгалуження шляхом включення і виключення ребер триває до тих пір, поки в розгляді не опиниться матриця розмірності 2. З неї додавання ребер в маршрут відбувається тривіальним чином.

При вирішенні завдання комівояжера методом гілок і границь необхідно перед кожною ітерацією алгоритму забороняти для відвідування ребра, які можуть привести до передчасного зациклення алгоритму.

У третьому розділі досліджено еволюційні методи оптимізації, зокрема метод генетичного алгоритму і метод мурашиної колонії, а також було наведено порівняльний аналіз з методами розглянутими в другому розділі.

Генетичний алгоритм являє собою метод, що відбиває природну еволюцію методів вирішення проблем, і в першу чергу задач оптимізації. Генетичні алгоритми - це процедури пошуку, засновані на механізмах природного добору і успадкування. У них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин. Вони відрізняються від традиційних методів оптимізації декількома базовими елементами. Генетичні алгоритми показують блискучі результати при вирішенні складних переборних задач (більшість з яких NP-повні, тобто не вирішуються повним перебором за поліноміальний час), таких, наприклад, як завдання комівояжера і пошук булевих термів.

Метод колонії мурах здатен розв'язувати ЗК, отримуючи за початкові дані тільки початковий вузел $P(0)$, тобто дані можуть бути частково невідомими на початок обчислень або евристичними, що є неможливою задачею для усіх інших розглянутих методів.

Алгоритм колонії мурах базується на застосуванні декількох агентів і має специфічні властивості, характерні мурахам, які використовуються для орієнтації у фізичному просторі.

Алгоритм колонії мурах особливо цікавий тому, що його можна використовувати для вирішення не лише статичних, але і динамічних проблем, наприклад, в мережах, структура яких змінюється.

Розглянуті особливості алгоритму колонії мурах можуть бути успішно застосовані для вирішення складних комбінаторних завдань оптимізації. Крім розглянутих аспектів, слід зазначити ще одну ідею, що лежить в основі алгоритму колонії мурах, яка полягає у використанні механізму позитивного зворотнього зв'язку, який допомагає знайти найкраще наближене рішення в складних завданнях оптимізації. Тобто, якщо в поточному вузлі мураха-агент повинен вибрати між різними варіантами, і якщо фактично вибрані варіанти (наступні вузли для переходу) будуть мати кращі результати, то в майбутньому такий вибір буде бажаніший, ніж попередні. Цей підхід є багатообіцяючим через його ефективність у виявленні оптимальних рішень складних проблем.

У четвертому розділі магістерської наукової роботи поставлено завдання програмної реалізації мурашиного алгоритму розв'язання задачі комівояжера з можливістю модифікації вихідних даних і регульованих параметрів.

Програма повинна створювати випадкові графи заданої розмірності, дозволяти користувачеві самостійно будувати графи, завантажувати графи з файлів форматів .tsp і .xls, що містять координати вершин.

Для створюваних графів має бути передбачено відображення вершин і опціональне відображення ребер із зазначенням їх ваг.(рис.1)

Програма повинна відображати користувачеві процес виконання мурашиного алгоритму після кожної його ітерації у вигляді зображень: товщина ребер графа повинна відображати кількість феромону на них; кращий маршрут, знайдений на момент поточної ітерації, повинен бути виділений окремим кольором; необхідно вказувати номер ітерації, після якої було зафіксовано даний стан графа.

По завершенні роботи алгоритму програма повинна показувати довжину маршруту, знайденого в ході виконання алгоритму, а також час, витрачений на виконання алгоритму. (рис.2)

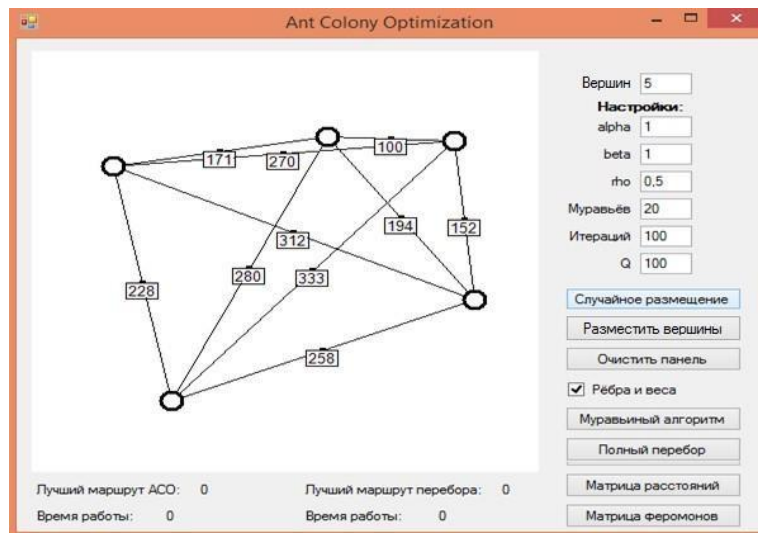


Рис. 1. Приклад випадково сгенерованого графу.

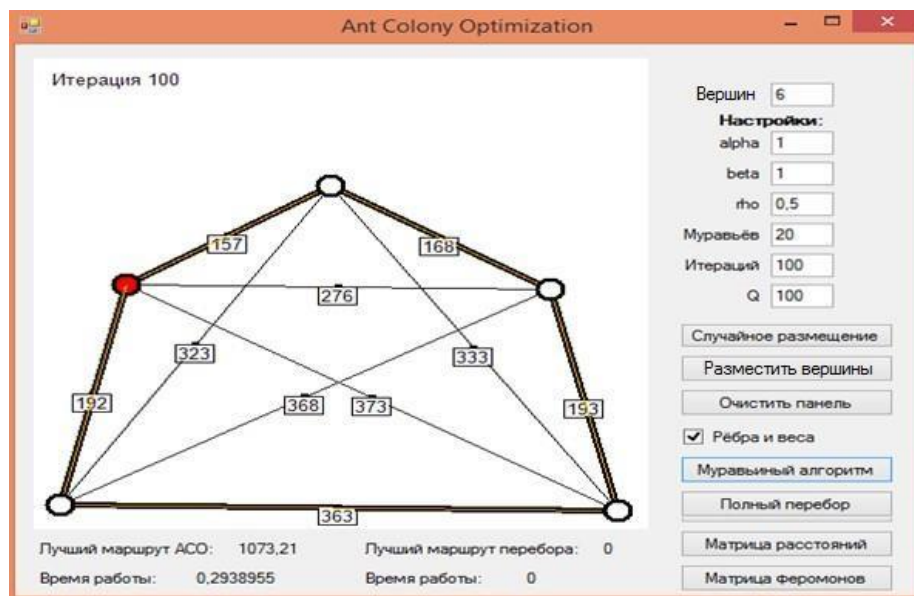


Рис. 2. Результат роботи програми для графа з 5 вершин.

Користувач повинен мати можливість переглядати всі зображення, що відображають кроки виконання алгоритму, з можливістю зберігати всі ці зображення.

Для програмної реалізації мурашиного алгоритму була вибрана мова програмування C# і середовище розробки Microsoft Visual Studio 2013.

У методичній частині розроблено практичні роботи на теми «Знайомство з DIRECT SEARCH TOOLBOX системи MATLAB» та «Використання мурашиних алгоритмів для вирішення задачі пошуку оптимального маршруту в графі».

У спеціальній частині магістерської наукової роботи виконано інтегральну оцінку умов праці у відділі кадрів «AB InBev Efes» та розглянуто питання забезпечення безпеки персоналу в умовах надзвичайної ситуації пов'язаної з пожежею.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської наукової роботи були проаналізовані різні методи вирішення транспортних задач. Було з'ясовано, що класичні методи вирішення транспортних задач, дозволяють знайти рішення тільки для задач з малою кількістю клієнтів. Для вирішення задач великої розмірності класичні методи є неефективними в зв'язку з їх великими часовими витратами. Для цього краще підходять еволюційні методи. Для демонстрації переваг даних методів було обрано одну із задач транспортної логістики, а саме задачу комівояжера.

Проведений аналіз і дослідження літературних джерел дозволили зробити наступні висновки: застосування еволюційного алгоритму - мурашиного алгоритму, значно скорочує час вирішення завдання, даючи при цьому найкраще рішення. Алгоритм добре працює при обробці великої кількості даних.

За допомогою наглядної демонстрації роботи еволюційних алгоритмів (алгоритм мурашиної колонії) було забезпечено більш високий рівень розуміння методів вирішення завдань оптимізації. При проведенні обчислювальних експериментів була створена можливість не тільки продемонструвати роботу алгоритму на прикладі, а й модифікувати алгоритм, що дозволило побачити різницю в рішенні задачі при використанні різних підходів, а також можливість змінити вихідні дані для демонстрації роботи алгоритму в різних умовах. Було розроблено додаток на мові C #, що реалізує роботу мурашиного алгоритму. Графічний інтерфейс дозволяє користувачеві використовувати різні параметри для налаштування мурашиного алгоритму і пошуку оптимальних результатів за прийнятний час. Проведений обчислювальний експеримент показав, що вплив параметрів мурашиного алгоритму відповідає оцінці тимчасової складності і було отримано різні результати на різних вхідних даних.

Також у методичній частині роботи було створено дві лабораторні роботи. Вони дозволять ознайомитись і здобути навички в роботі з ознайомитися з інтерфейсом Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox системи Matlab і функціями пакета, а також вивчити метод мурашиних колоній і навчитися вирішувати завдання комбінаторної оптимізації за допомогою методу мурашиних колоній.

У спеціальній частині магістерської наукової роботи було виконано інтегральну оцінку умов праці у відділі кадрів «AB InBev Efes». Для проведення цих вимірів було використано прилади кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

За даними контрольних обстежень, виконанням необхідних вимірів, а також експертних оцінок здійснена оцінка умов праці (основних факторів виробничого середовища та трудового процесу) в обраному виробничому приміщенні.

Представлені розрахунки свідчать, що існуючі умови праці персоналу відносяться до II категорії важкості, коли спостерігається відхилення від ГДК і ГДР факторів виробничого середовища та допустимих величин напруженості трудового процесу (психофізіологічних факторів).

Запропоновані заходи дозволяють зменшити коефіцієнт втоми персоналу на 25%, відповідно на 25 % підвищити рівень його працездатності та підвищити продуктивність праці співробітників відділу на величину порядку 3,8 %.

Безумовно, покращення умов праці персоналу потребують певних матеріальних витрат, але в розвинутих країнах доведено, що вони повністю компенсуються за рахунок підвищення продуктивності праці та зменшення страхових виплат працівникам внаслідок порушень функціонального стану організму.

Одним із розглянутих питань – забезпечення безпеки персоналу в умовах надзвичайної ситуації пов'язаної з пожежею. Одним з основних засобів захисту є своєчасний і швидкий вивіз або вивід людей з небезпечної зони, тобто евакуація.

Були розглянуті правила проведення евакуацій з приміщень і будівель, вимоги до будівель і споруд в контексті евакуації, а також вимоги до евакуаційних шляхів і виходів.

АНОТАЦІЯ

Андріюк Анастасія Анатоліївна. Дослідження еволюційних методів в задачах транспортної логістики. – На правах рукопису.

Магістерська наукова робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр комп'ютерних наук». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2019.

В даній магістерській науковій роботі розглянуто завдання дослідження і використання еволюційних методів для вирішення задач транспортної логістики, зокрема задачі комівояжера

Об'єктом дослідження є методи і технології планування та оптимізації транспортних вантажопотоків.

Предметом дослідження є еволюційні алгоритми та методи для мінімізації витрат в задачі комівояжера

Для розв'язання поставлених завдань використано наступні методи дослідження: теоретичний аналіз наукових літературних джерел, порівняння, аналогія, узагальнення, конкретизація.

Магістерська наукова робота містить наступні розділи:

- поняття та теоретичні засади вирішення задач транспортної логістики;
- аналіз класичних методів вирішення задачі комівояжера;
- дослідження генетичного алгоритму і алгоритму колонії мурах для вирішення задачі комівояжера;
- розроблення програмного забезпечення для вирішення задачі комівояжера методом мурашиної колонії .

У першому розділі магістерської наукової роботи проведено аналіз предметної області, історичних досліджень задачі комівояжера і генетичних алгоритмів в галузі маршрутизації і планування, наведено короткий аналіз методів розв'язання задачі комівояжера. Сформовано актуальність, предмет, мету, об'єкт і завдання магістерської наукової роботи.

У другому розділі магістерської наукової роботи наведено аналіз класичних методів вирішення задачі комівояжера , а саме розглянуто більш детально метод

повного перебору, метод найближчого сусіда, вдосконалений метод найближчого сусіда і метод гілок і границь. Також у другому розділі наведений порівняльний аналіз класичних методів рішення задачі комівояжера.

У третьому розділі магістерської наукової роботи описано еволюційні алгоритми, а саме генетичний алгоритм і алгоритм колонії мурах. У даному розділі наведений порівняльний аналіз розглянутих методів .

У четвертому розділі магістерської наукової роботи описана програмна реалізація поставленої задачі методом колонії мурах.

Робота містить __ таблиць, __ рисунки, __ літературних джерела та __ додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає __ сторінок.

Ключові слова: транспортна логістика, задача комівояжера, еволюційні алгоритми, генетичний алгоритм, алгоритм колонії мурах.

ABSTRACT

Anastasiya Andriyuk. Research of evolutionary methods in transport logistics.

On the rights of the manuscript.

Master's scientific work for obtaining an educational qualification "Master of Computer Science". – Petro Mohyla Black Sea National University, Nikolaev, 2019.

In this master's scientific work the problem of research and the use of evolutionary methods to solve the problems of transport logistics, including the traveling salesman problem

The object of the research is the methods and technologies of planning and optimization of freight traffic.

The subject of the study is evolutionary algorithms and methods to minimize costs in the traveling salesman problem

The following research methods were used to solve the tasks: theoretical analysis of scientific literary sources, comparison, analogy, generalization, specification.

Thesis contains the following sections:

- the concept and theoretical basis for solving problems of transport logistics;
- analysis of classical methods for solving the traveling salesman problem;
- research of genetic algorithm and ant colony algorithm to solve the traveling salesman problem;
- development of software to solve the traveling salesman problem by ant colony method.

In the first section of the master's scientific work, an analysis of the subject area, historical studies of the traveling salesman problem and genetic algorithms in the field of routing and planning, a brief analysis of methods for solving the traveling salesman problem. The actuality, object, purpose, object and tasks of the master's scientific work are formed.

In the second section of the master's scientific work, the analysis of classical methods for solving the traveling salesman problem is given, namely, the method of full search, the method of the nearest neighbor, the improved method of the nearest neighbor and the method of branches and boundaries are considered in more detail. Also in the second section is a comparative analysis of classical methods for solving the traveling salesman problem.

In the third section of the master's scientific work describes the evolutionary algorithms, namely the genetic algorithm and the algorithm of the ant colony. This section provides a comparative analysis of the methods considered .

In the fourth section of the master's scientific work describes the software implementation of the task by the ant colony.

The work contains __ tables, __ drawings, __ literary sources and __ applications. The total volume of the paper is __ pages.

Keywords: *transport logistics, traveling salesman problem, evolutionary algorithms, genetic algorithm, ant colony algorithm.*