

СЕКЦІЯ XI. ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА В КОНТЕКСТІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Татарников Андрій Олександрович

Асистент кафедри Комп'ютерних Інтелектуальних Технологій та Систем
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Науковий керівник: Аксак Наталія Георгіївна

доктор технічних наук, професор, професор кафедри
комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Зі стрімким розвитком та розширенням міст, що відображається збільшенням кількості автотранспорту, збільшується також кількість викидів чадного газу в атмосферу з кожним разом зменшуючи показники індексу якості повітря AQI відповідно до кількості автотранспорту у місті. AQI – являє собою показник забрудненості повітря, що розраховується на основі вмісту в одиниці об'єму повітря кількох типів забруднювальних компонентів: зважені частки діаметром 2,5 нанометра, зважені частки діаметром 10 нанометрів, озон, діоксид азоту, діоксид сірки та чадний газ [1]. Через те, що кількість жителів може перевищувати пропускні можливості доріг у місті, створюються багатокілометрові затори, в яких люди можуть перебувати дуже довгий час. Перебуваючи заторах автомобілі створюють ще більшу кількість чадного газу на протязі більшого часу, ніж якщо б людина доїхала до місця призначення без додаткових складнощів.

Зазначені проблеми тісно пов'язані з розв'язання задачі комівояжера. Основна задача комівояжера (Travelling Salesman Problem, TSP) полягає у вирішенні проблеми знаходження найкоротшого та найвигіднішого маршруту, який буде проходити через завчасно вказані міста за найменшу кількість кроків [2].

В процесі створення критеріїв задачі вказуються такі параметри як критерії вигідності маршруту, відстані між містами, вартість одного кілометра шляху, тощо. Найчастіше при визначенні параметрів задачі вказується, що маршрут має проходити через одну точку лише один раз і знову у теж саме місто комівояжер не може повернутися. Це створює додаткові складнощі для розрахунку найкращого маршруту, але при цьому отримані результати будуть максимально оптимальними, економічно та екологічно вигідними. Існує дуже велика кількість різновидів узагальненої постановки задачі TSP, серед них можна виділити:

- Трикутну;
- Геометричну;
- Симетричну;

- Асиметричну;

У загальному вигляді геометрична представляє собою матрицю в якій відстань між точками є точками на площині матриці. В свою чергу трикутна, представляє собою матрицю вартостей в якій виконується нерівність трикутника. Симетрична задача представляє собою неорієнтований граф, ребра якого мають однакову довжину в усіх напрямках. В свою чергу асиметрична задача відрізняється тим, що ребра між вершинами графа можуть мати різну вагу в залежності від напрямку і представляє собою орієнтований граф [2, 3].

Математична модель задачі виглядає наступним чином:

$$C_f = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

де:

x_{ij} – це наявність з'єднання між i та j ;

c_{ij} – це довжина з'єднання між пунктами;

Додатково встановлюються обмеження (2) – (5) на максимальну кількість входів до одного і того самого міста. Оскільки вирішенням задачі є побудова замкненого маршруту, то не допускається ділення цього маршруту на два або більше контурів [4].

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad (3)$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (5)$$

Однак при всіх перевагах використання TSP як методу вирішення задачі планування руху транспорту, його може бути недостатньо. В першу чергу це пов'язано з тим, що процес планування маршрутів громадського транспорту у великих містах представляє комплексну задачу, вирішення якої залежить від таких змінних:

- Визначення найбільшого скупчення потенційних пасажирів;
- Пропускна спроможність доріг;
- Обмеження та габарити транспортних засобів;
- Розрахунок шкідливих викидів для транспортного засобу, який в загальному вигляді можна отримати за наступною формулою:

$$Q'_{hs} = 0,0548 \cdot M_{hs} \cdot \rho_T \cdot Q_a \cdot a \cdot X_{hs} \quad (6)$$

де:

M_{hs} – молекулярна маса молекулярная масса речовини, г/моль;

ρ_T – щільність палива, г/см³;

Q – витрати пального, л/100 км;

a – коефіцієнт надлишку повітря;

X_{hs} – процентна концентрація шкідливої речовини у відпрацьованих газах;

Для вирішення проблеми необхідно використовувати системний підхід, який базується на використанні математичних моделей, з проведенням попередньої обробки зібраних даних, та побудові на основі цієї інформації майбутніх оптимальних маршрутів руху.

На сьогоднішній день існує велика кількість методів та підходів планування транспортних маршрутів:

- Евристичний підхід представляє собою набір правил і стратегій, які можуть бути використані для пошуку рішення за короткий проміжок часу;

- Генетичні алгоритми засновані на принципах еволюції та використанні природного відбору;

- Програмування обмежень являє собою метод вирішення задачі за допомогою представлення проблеми як набору обмежень і використання засобів вирішення цих обмежень для отримання результатів;

- Машинне навчання або нейронні мережі можуть навчатися на основі попередніх даних та передбачати оптимальні маршрути, використовуючи для цього історичні дані, такі як схеми руху транспорту, інформація про затори на дорогах, дорожні умови в різні часи року;

- Мурашиний алгоритм представляє собою метод натхнений поведінкою колонії мурах. За своїм принципом дуже схожий на генетичний алгоритм, та може бути використаний для вирішення проблеми TSP та інших подібних проблем оптимізації;

Серед цих методів окремо можна виділити генетичні, які можуть бути побудовані за менший час та показують дуже точні результати моделювання маршрутів з урахуванням всіх необхідних вхідних даних [2, 3, 5]. Завдяки чому досягається високий рівень точності результатів за менший час роботи.

Запропоноване в роботі рішення полягає у створенні програмного забезпечення у форматі десктопного стосунку, який буде завантажуватися на комп'ютер користувача і основною задачею якого є можливість оброблювати вхідні дані у будь-якому форматі, відображати результати у зручному для користувача форматі та на картах Google Earth (Рис. 1).

Данні в програму будуть відправлятися в форматі xml, kml або ішому форматі. Після чого в програмі буде будуватися найкоротший маршрут, який можна буде завантажити в Google Earth та побачити цифрове позначення в якому порядку необхідно відвідувати точки. Білі лінії необхідні для демонстрації найкоротших маршрутів, без урахування доріг.

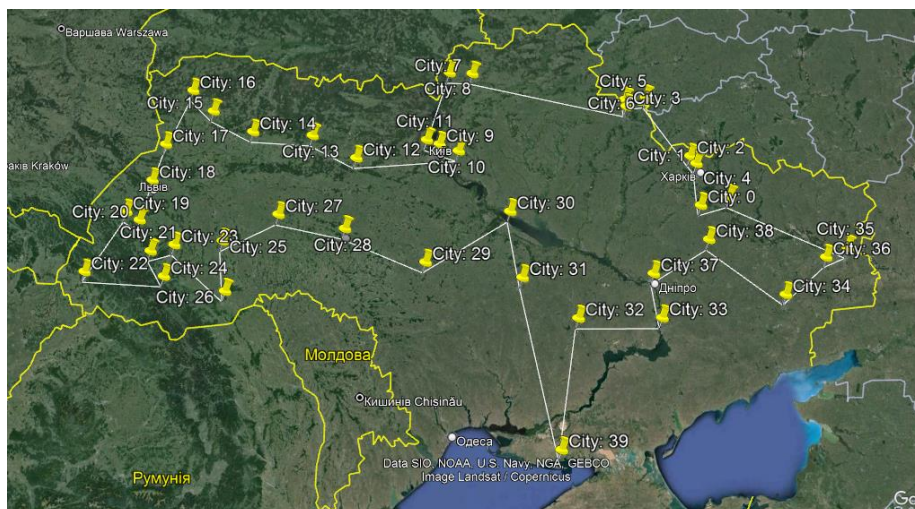


Рис. 1. Найкоротший шлях між містами України

Можливість переглянути результати роботи алгоритму дає змогу користувачу внести необхідні корективи та проводити повторні генерації, доки не буде отримано найкращий результат.

Список використаних джерел:

1. Як визначається індекс якості повітря? URL: <https://cutt.ly/iw9glT28> (дата звернення: 23.03.2024).
2. Холодова. О., Бугайова. М., Бугайов. В., Чередниченко. А. Математичне моделювання рівня викидів шкідливих речовин для оцінки ефективності організації дорожнього руху. Grail of science. 2023. № 26. С. 275-282.
3. Швець, А. В. Управління міською доставкою товарів в умовах Європейського зеленого курсу. 2022. С. 33-39.
4. Ковбаса. В.В., Серебряков. В.О. Розрахунок викидів шкідливих речовин легкового автомобіля (на прикладі шкоди октавії). 2021. С. 1-4.
5. Москальський. Б. А. Оптимізація логістичних операцій підприємств малого бізнесу на основі інтелектуальних технологій. 2022. С. 29-30.