

СЕКЦІЯ XII. ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДАНИХ ТА КАРТОГРАФІЇ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Татарников Андрій Олександрович

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

Науковий керівник: Аксак Наталія Георгіївна

Професор кафедри комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем
доктор технічних наук, професор
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

В процесі розвитку людської цивілізації, стрімкому покращенню рівня життя, збільшенню кількості доступних ресурсів, переїзду все більшої кількості людей у великі міста призвело до необхідності проектування більш оптимальних маршрутів для автомобільного та громадського транспорту необхідних для швидкого пересування містами та між ними. Все це призводить до збільшення навантаження на транспортні мережі міста та може призвести до перебоїв в їх функціонування [1]. Для вирішення цих проблем необхідна оптимізація таких параметрів як, наприклад, маршрути перевезення, розташування зупинок, зони транспортної доступності, обслуговування та ін.

Одним із оптимальних рішень для аналізу та моделювання оптимальних маршрутів є використання геоінформаційних систем (ГІС). ГІС показують високу ефективність в галузях, де здійснюється облік і управління різноманітними об'єктами та можуть бути використані для розв'язку завдань управління та планування які зустрічаються в будь-якій сфері діяльності людини, від цивільного будівництва до моніторингу навколишнього середовища. Використання ГІС у транспортних галузях показують високий рівень ефективності завдяки можливості побудови оптимальних маршрутів, як для систем міського транспорту, так і для окремих перевезень (грузові перевезення або подорожі на легкових автомобілях). При цьому можливість використання інформацію про транспортну мережу дозволяє оброблювати великі обсяги інформації та їх основі будувати найоптимальніші маршрути.

Для побудови транспортної мережі використовується така схема:

- Проведення аналізу та підготовки даних, які будуть використовуватися для побудови мережі;
- Формування бази географічних даних, перевірка топології;
- Створення набору даних для мережі на основі геоданих;
- Побудова транспортної мережі;

В свою чергу побудова мережі починається зі створення графу доріг. Граф доріг являє собою цифрову векторну карту, яка складається з топологічно пов'язаних дуг і вузлів. Розташування їх на карті має показувати точні маршрути і організацію обраного виду транспорту. Пошук оптимального (мінімального) маршруту між точками може здійснюватися з урахуванням будь-якої кількості характеристик.

До цих характеристик можуть входити:

- Тип доріг;
- Перепади висот між точками;
- Середні показники витрати пального на 100 кілометрів;

Таким чином найкоротший маршрут знаходиться або по мінімальній довжині шляху, або за мінімальним часом проходження маршруту. Однак, так як можна використовувати будь-які типи характеристик то це відкриває можливість знаходити оптимальний маршрут навіть по параметру витраченого палива на 100 кілометрів, що в свою чергу зменшує потенційні викиди в атмосферу. Отримані результати відображаються на карті у вигляді побудованого маршруту [1].

На сьогоднішній день проблеми викидів отруйних речовин тісно зв'язані із задачами оптимізації маршрутів автотранспорту як у містах так між ними.

Постійний аналіз концентрації отруйних речовин дає змогу відслідковувати зміни індексу якості повітря (AQI), який являє собою показник забрудненості повітря, який розраховується на основі вмісту в одиниці об'єму повітря кількох типів забруднювальних компонентів (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація летких токсичних речовин та їх вплив

Назва та хімічна формула	Опис впливу
Чадний газ, CO ₂	Порушення доставки кисню до тканин організму.
Діоксид азоту, NO ₂	Викликає кисневу недостатність організму.
Діоксид сірки, SO ₂	Викликає кашель, носові кровотечі, спазм бронхів, порушує обмінні процеси, діє на кровотворні органи.

дані сформовано з [2]

AQI розраховується з використанням рівняння (1) окремо для кожного параметру. Наприклад для трьох параметрів необхідно використати рівняння (1) три рази і найгірший субіндекс буде показувати індекс якості повітря [3].

Розрахунок індексу отруйної речовини в атмосфері:

$$I_p = \left[\frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} \right] \cdot (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

де:

I_p – індекс забруднюючої речовини p

C_p – зрізана концентрація забруднюючої речовини p

BP_{Hi} – найбільше значення концентрації C_p під час спостереження.

BP_{Lo} – найменше значення концентрації C_p під час спостереження

I_{Hi} – значення AQI, що відповідає BP_{Hi}

I_{Lo} – значення AQI, що відповідає BP_{Lo}

Для розрахунку AQI можуть використовуватися і більш точні формули. Так наприклад в класичному варіанті використовуються дані за 24 години, в той час коли в скорегованих можуть використовуватися одногодинні результати спостережень, такий формат називається миттєвий індекс (Instant AQI) [3,4].

На сьогоднішній день існують засоби які допомагають водіям будувати оптимальні маршрути одним із найпопулярніших з них є Google Maps. Однак окрім Google Maps можна виділити такі сервіси як Speedy Route та CargoApps які позиціонуються як сервіси з функцією побудови оптимального маршруту по заданим на карті точкам та можливістю використання проміжних точок для більш точної побудови маршруту [5].

Speedy Route – являє собою сервіс побудови маршрутів на онлайн картах, де початкова і кінцева точки єдині. Серед основних переваг можна виділити побуду оптимальних маршрутів на основі розрахунку найменшої кількості палива необхідної для дороги.

CargoApps – сервіс, що дає можливість вносити необмежену кількість додатковий (проміжних) точок та оптимізувати маршрут з окремо виділеною початковою та кінцевою точкою. Також сервіс має можливість обирати принцип оптимізації, або за допомогою розрахунку оптимальної довжини маршруту або за вартістю проїзду (платні дороги).

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

В якості вхідних даних можуть виступати як інформація про точки маршруту, по яким необхідно побудувати маршрут, в форматі xml, так і інформація забрана напряму з інших картографічних за стосунків.

Для побудови оптимального маршруту необхідно задати такі шари:

- Вулично-дорожня мережа (ВДМ);
- Зупинки громадського транспорту для обраного маршруту;
- Висоти на яких знаходяться зупинки;
- Тип дорожньої мережі;
- Максимальна швидкість руху;
- Середні показники витрати пального на 100 кілометрів;

Після проведення обробки вхідної інформації користувач може ознайомитися з отриманим маршрутом (Рис. 1).

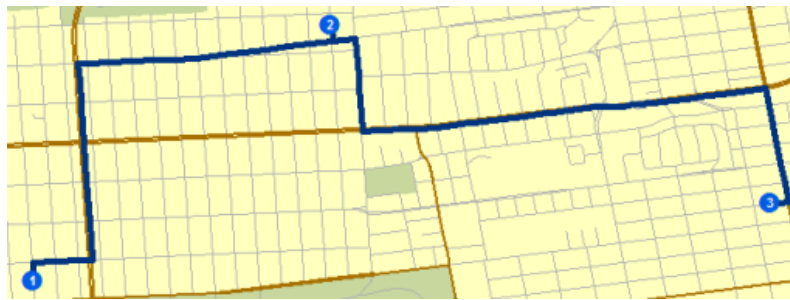


Рис. 1. Найкоротший шлях між трьома точками на карті

Можливість переглянути результати роботи алгоритму дає змогу користувачу внести необхідні корективи та проводити повторні генерації, доки не буде отримано найкращий результат. Однак через те що для побудови маршруту можуть бути використана велика кількість параметрів, це не дає можливість користувачу одразу побачити результати обчислень після внесення змін, які можуть бути необхідні для корегування та налаштування додаткових параметрів.

Список використаних джерел:

1. Киріак Д.Є. Дослідження методів та інструментальних засобів інтелектуального аналізу геоданих. 2020. С. 33-39.
2. Багнюк М.А. Визначення порогових значень для оцінки рівня забруднення атмосфери з використанням методів ГІС-аналізу під час війни. 2022. С. 10-12.
3. Що таке індекс якості повітря (AQI) та як він розраховується ? Вилучено з: <https://shorturl.at/gluGO>
4. Як визначається індекс якості повітря ? Вилучено з: <https://cutt.ly/iw9glT28>.
5. Олійник О.В. Аналіз алгоритмів для моделювання оптимального маршруту в ГІС. 2021. С. 10-15.