

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСФЕРНИХ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто можливість використання різних алгоритмів оптимізації для мереж громадського транспорту. Досліджено важливість та можливі способи оптимізації мережі громадського транспорту. Проаналізовано переваги та недоліки використання алгоритмів для оптимізації мережі громадського транспорту. Розглянуто використання трансферного генетичного алгоритму для вирішення задачі оптимізації.

Ключові слова: оптимізація процесів, громадський транспорт, інновації у громадському транспорті, алгоритми оптимізації, оптимізація мережі громадського транспорту, трансферний генетичний алгоритм, гіперевристика.

Abstract

The possibility of using different optimization algorithms for public transport networks is considered. The importance and possible ways of optimizing the public transport network have been studied. The advantages and disadvantages of using algorithms to optimize the public transport network are analyzed. The use of the transfer genetic algorithm to solve the optimization problem is considered.

Keywords: process optimization, public transport, innovations in public transport, optimization algorithms, public transport network optimization, transfer genetic algorithm, hyperheuristics.

Вступ

Багато налаштованих та перевірених роками процесів далекі від ідеалу та потребують змін. Загалом, поняття ідеалу є занадто розпливчастим і, фактично, може означати найкращий варіант серед можливих у поточний час. В свою чергу кожен науковий винахід чи дослідження в певній мірі впливають майже на всі оточуючі процеси та висновки щодо їх досконалості у порівнянні з можливостями відповідно. Ці зміни можуть сприяти не тільки до оптимізації певного процесу, а й іноді до повної його реорганізації.

Одними із таких впливових інновацій є впровадження машинної праці, використання різних обчислювальних алгоритмів та штучного інтелекту. Так, розглядаючи саме сферу громадського транспорту, можна спостерігати наступні покращення:

- 1) використання інтерактивного розкладу на зупинках;
- 2) оплата квитка через QR-код;
- 3) повторюваний звуковий супровід щодо поточної та наступної зупинки;
- 4) система контролю за оплатою проїзду.

Запевняти, що машина, запрограмована людьми на певну дію, зможе зробити щось неймовірне та перевершити її розробників не слід. Проте, варто підкреслити, що машини мають значно більшу обчислювальну спроможність, що і потрібно використовувати. Адже майже будь-яку операцію, яку людина буде робити довго виходячи з різних факторів, машина може зробити достатньо швидко. Головною проблемою в такому випадку є саме спосіб виконання задачі, якому навчать машину. І обране рішення буде напряму впливати на якість кінцевої роботи.

Важливість оптимізації мереж громадського транспорту

Громадський транспорт є суспільно важливою послугою, яка забезпечує потреби людей у мобільності. В свою чергу мобільність дозволяє обирати більше варіантів з можливих для роботи, житла, навчання та дозвілля. Що в цілому покращує життя не тільки мешканців міста, що не мають власного засобу пересування, а й підприємців, що напряму залежать від потоку клієнтів [1].

Оптимізація мережі громадського транспорту допомагає зменшити транспортні витрати для мешканців, що є важливим аспектом соціальної політики міста. Варто також зазначити, що

забезпечення доступності та ефективності громадського транспорту сприяє зниженню автомобільного трафіку, що в свою чергу може позитивно вплинути на екологічну ситуацію в місті.

Крім того, наявність досконалої мережі громадського транспорту, в якій покриття площі міста та частота рейсів не є надлишковою, дозволяє не тільки виконувати функції перевезення, а й отримувати з цього прибуток без високих цін на квиток (у випадку, коли перевезеннями займаються приватні особи).

Можливі способи оптимізації мережі громадського транспорту

Оптимізація мережі громадського транспорту може бути здійснена різними способами, включаючи ручну роботу та використання алгоритмів. Людина може оптимізувати мережу громадського транспорту, розробляючи оптимальний маршрут або розклад руху транспорту. Цей процес буде займати значний час, оскільки потребує аналізу великої кількості даних та врахування різних факторів, таких як час руху, очікування на зупинці, обсяг пасажиропотоку тощо.

Використання алгоритмів виконує послідовність, яка є схожою з роботою людини. Суттєвою відмінністю є лише швидкість роботи та об'єм можливих оброблюваних даних. Цікавими у використанні для мережі громадського транспорту будуть наступні алгоритми:

1. Генетичний алгоритм [2]. Може бути використаний для пошуку оптимального маршруту або розкладу руху транспорту шляхом моделювання еволюції рішень та відбору найкращих варіантів. Генетичний алгоритм допоможе вирішити задачі, де потрібно оптимізувати багато параметрів одночасно.

2. Мурашиний алгоритм [3]. Може наслідувати поведінку мурах для знаходження оптимального шляху. В контексті мережі громадського транспорту, допоможе вирішити задачі маршрутизації.

3. Алгоритм імітації відпалу [4]. Може використовуватися для підтримання балансу між експлуатацією та розвитком мережі. Допоможе вирішити задачі розкладу руху транспорту, враховуючи різні обмеження та умови.

4. Алгоритм Дейкстри та Флойда-Уоршелла [5]. Ці алгоритми можуть бути використані для знаходження найкоротших шляхів у мережі транспорту. Вони можуть бути корисними для планування оптимальних маршрутів.

Перелічені алгоритми є досить гнучкими і загальний алгоритм, який буде використано для оптимізації, може бути модифікованим. Наприклад, можна змінити важелі алгоритму під свої потреби або об'єднати різні алгоритми для отримання нового комплексного рішення.

Використання трансферного генетичного алгоритму для вирішення задач оптимізації

Гіперевристикою є такий метод пошуку, метою якого є автоматизація процесів вибору, комбінування або адаптації кількох простих алгоритмів. Наприклад для вирішення проблем переповненості транспорту будуть використані алгоритми оптимізації маршрутів та розкладу поїздок. Рішення одного алгоритму буде впливати на рішення іншого. Проблема хоч і може бути вирішена окремо, але таке рішення буде досить грубим, бо зміна одного з параметрів впливає на всю систему мережі. Основним завданням такого методу є ефективне вирішення задач комбінаторної оптимізації та їх видів, і може досягатися як використанням наявних рішень, так і генеруванням нових [6].

Гіперевристики генетичного програмування (Genetic Programming Hyper-heuristics – GPHN) успішно застосовуються до різних проблемних областей для проектування евристики, яка буде пов'язана з правилами для планування та маршруту громадського транспорту [7]. Проблема перевезень транспортними засобами, їх обмеженнями та маршрутами є часто розв'язуваною та містить широкий спектр параметрів, які варто враховувати. Наприклад, потрібно знайти не тільки оптимальний шлях відносно відстані, а й врахувати необхідність цього маршруту мешканцям відносно економічних структур міста. Крім того, при складанні розкладу перевезень варто враховувати час пік, завантаженість маршрутів, наявність подібних маршрутів та їх взаємодію на однакових станціях.

Цілком зрозуміло, що різні області потребують різні евристики, але дещо спільне все таки вони мають. Тож, знання, отримані під час вирішення попередніх пов'язаних задач, можуть використовуватись для вирішення поточних. Більшість існуючих досліджень вирішують різні проблемні області ізольовано та розробляють евристику для кожної з них з нуля. Проте є декілька різних механізмів підвищення ефективності та результативності евристичної моделі шляхом використання передачі знань [7]. Передача буде здійснюватися зберіганням цієї гілки-рішення або геному з ряду подібних у генетичному дереві. Сам ж спосіб зберігання не є досить важливим, головне,

щоб його можна було знову застосувати програмно у конкретно визначеному випадку. Знаннями, у контексті транспорту, може бути оптимальний проміжок для пасажиро перевезень зі збереженням балансу попиту та частоти поїздок чи оптимальна ціна квитка відносно затрат на перевезення та потоку пасажирів, чи подібне. Наприклад, для однієї з зупинок, яка має певний сталий потік пасажирів, алгоритмом було обраховано оптимальне рішення щодо графіку. При обрахунку графіку для наступних зупинок, у разі їх схожості по параметрах, буде використано існуюче рішення з його корегуванням.

Тобто, цілком можливо розробити свій трансферний (такий, що переносить знання, уміння, навички з однієї сфери діяльності в іншу) генетичний алгоритм для оптимізації мережі громадського транспорту, який відрізнятиметься високою ефективністю та адаптивністю під обрану сферу.

Переваги та недоліки використання алгоритмів

Використання алгоритмів для оптимізації мережі громадського транспорту має свої переваги та недоліки. Однією з головних переваг є можливість швидкого та ефективного розрахунку оптимальних рішень для складних задач. Алгоритми можуть знайти рішення, яке людина не змогла б знайти через обмежену оброблювальну потужність та обсяг даних. Іншою перевагою є можливість врахування багатьох факторів одночасно при оптимізації мережі, таких як витрати палива, час руху, пасажиропотік та інші. Це дозволяє створити більш ефективну та зручну мережу громадського транспорту для користувачів.

Однак, використання алгоритмів також має свої недоліки. Наприклад, складність реалізації та налаштування алгоритмів може бути високою, особливо для недосвідчених користувачів [8]. Також, недоліком може бути необхідність постійного оновлення та вдосконалення алгоритмів для врахування змін у мережі транспорту та умовах перевезень. Крім того, важливо враховувати, що алгоритми можуть давати лише оптимальне рішення в рамках заданих параметрів та обмежень, тому вони не завжди здатні врахувати всі аспекти та потреби користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оптимізація громадського транспорту [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу <https://promobility.org/optymizaczziya-gromadskogo-transportu/>.
2. Генетичні алгоритми. Ключові поняття і методи реалізації [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу http://www.znannya.org/?view=ga_general.
3. Мурашині алгоритми оптимізації [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/5284/78.pdf?sequence=3>.
4. Модифікований метод імітації відпалу [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/32568>.
5. Алгоритм Флойда — Воршелла [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Флойда_—_Воршелла.
6. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. Посіб. / Л. Ф. Гуляницький, О. Ю. Мулеса. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2016. – 142 с.
7. Mei, Y., Ardeh, M.A., Zhang, M. (2021). Knowledge Transfer in Genetic Programming Hyper-heuristics. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72069-8_9.
8. Аналіз алгоритмів [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу https://uk.wikipedia.org/wiki/Аналіз_алгоритмів.

Якубенко Олександр Владиславович – студент групи ЗПІ-20б кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, olexandr2000xd@gmail.com

Ракитянська Ганна Борисівна – канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, rakit@vntu.edu.ua

Yakubenko Oleksandr Vladyslavovich – student of group ЗPI-20b of Software Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, olexandr2000xd@gmail.com

Rakityanska Hanna Borisivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Software Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, rakit@vntu.edu.ua