

ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЬКОГО ТРАФІКУ ШЛЯХОМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АЛГОРИТМІЧНОГО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

П. К. Ніколюк, Е. В. Чіома

Проблема заторів – є однією з найбільш значущих для всіх великих міст світу. Число автомобілів на міських автомагістралях зростає, а пропускна здатність транспортних артерій міста залишається без змін. Метою дослідження є створення базових елементів технології, що дозволяє стабілізувати міський трафік та перевести його у якісно новий стан. Для досягнення сформульованої мети були поставлені такі завдання:

- створити модель міської транспортної мережі у вигляді зваженого планарного мультиграфа з динамічно навантажуваними ребрами;
- автоматизувати перехрестя, що передбачає монтування у полотно проїзної частини дороги спеціальних сенсорів, які реєструють автомобілі, виїжджаючи за межі смуг руху чи, навпаки, в'їжджаючи на них;
- прокласти t-оптимальні маршрути кожному ТЗ, що приймає участь у міському трафіку;
- реалізувати передачу сенсорних даних до ЦКТ;
- реалізувати роботу програмного алгоритму у режимі реального часу, що дозволить своєчасно відслідковувати зміни у міському трафіку.

П'єзокристалічні сенсори монтуються у полотно проїзної частини дороги та генерують електричні імпульси, спричинювані тиском автомобільної колісної пари для реєстрації автомобілів, що покидають смугу руху на перехресті (вихідні сенсори) або в'їжджають на смугу руху (вхідні сенсори) [1]. Через систему керування міськими світлофорами електричні сигнали із кожного перехрестя поступають до міського ЦКТ. Створено модель транспортної мережі цього мікрорайону міста з урахуванням числа смуг руху на кожній ділянці дороги. Така модель представляє собою граф, представлений на рис.1. Вказаний граф моделює не просто дорогу між перехрестями, а відтворює окремі смуги руху, що є принципово важливим моментом, оскільки завантаженості різних смуг, як правило, суттєво різняться.

Вузли графа імітують перехрестя доріг, а направлені дуги (ребра) символізують собою смуги руху. Коли автомобіль перетинає вхідний сенсор ділянки дороги на перехресті - відбувається його реєстрація, сигнал поступає на ЦКТ. Поступання сигналу на ЦКТ ініціює запуск програми обрахування маршруту для вказаного автомобіля.

Проїзд ТЗ по міському маршруту представляє собою послідовність смуг руху, що йдуть від стартової позиції до кінцевої. При цьому принциповим моментом є виконання такої умови:

$$\sum_{h=1}^f (N_{A_h B_h}^i / (n_{A_h B_h}^i)) L_{A_h B_h} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Тут f представляє кількість смуг руху, що розташовані вздовж маршруту руху ТЗ; $L_{A_h B_h}$ – геометрична протяжність ділянки дороги між сусідніми перехрестями, індекс якої h . Моделювання міської транспортної мережі з допомогою графа дозволяє використовувати різні алгоритми, розроблені у теорії графів.

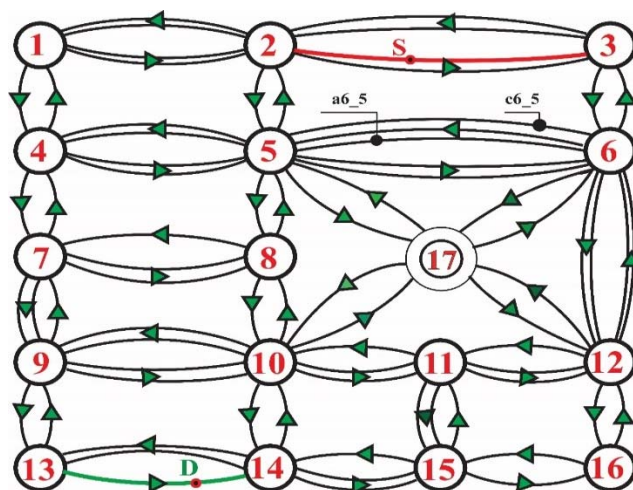


Рис. 1. Зважений орієнтований планарний мультиграф, що моделює частину транспортної мережі міста

При цьому використання A*-алгоритму є найбільш доцільним у відношенні вирішення поставленої проблеми – прокладання маршруту у графі між двома заданими вершинами. Цей алгоритм прокладає оптимальний по часу маршрут, а також володіє незначною алгоритмічною складністю типу $O(N)$, де N – об'єм вхідних даних. Дія такого алгоритму приводить до аналізу функції $f(n)=g(n) + h(n)$, де $g(n)$ – відстань від початкової позиції ТЗ до проміжної n ; $h(n)$ – евристична відстань, яка береться по прямій від проміжної вершини графа до фінішної.

Головний метод програми [2] виглядає так:

```
public static void AstarSearch(Node source, Node goal) {
    Set<Node> explored = new HashSet<Node>();
    PriorityQueue<Node> queue = new PriorityQueue<Node>(500, new Comparator<Node>() {
        //override compare method
        public int compare(Node i, Node j) {
            if (i.f_scores > j.f_scores) {
                return 1;
            } else if (i.f_scores < j.f_scores) {
                return -1;
            } else {
                return 0;
            }
        }
    });
};
```

Отже, отримані в даному дослідженні результати представляють собою комплексний аналіз транспортних мереж, модельованих з допомогою мультиграфів. У дослідженні запропонована схема передачі розрахованих на ЦКТ маршрутів водіям ТЗ. Згадана процедура зводиться до використання технології GPS-навігації. Проте започаткована у дослідженні технологія характеризується тим, що працює в режимі реального часу на основі реальних даних. Це дозволяє своєчасно реагувати на зміни міського трафіку, уникаючи, таким чином, виникненню заторів.

Література

1. Pidgurska A., Nikolyuk P. Intelligent urban traffic. *CERES*. 2020. 6, Is. 1. P. 33–61.
2. Boguto D. G., Kadomskiy K. K., Nikolyuk P. K., Pidgurska A. I. Algorithm of intelligent urban traffic. *Bulletin of V.Karazin Kharkiv National University, Series "Mathematical Modeling. Information Technology. Automated Control System"*. 2019. 42. 12–25.