

2. Transport system. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/transport-system> (дата звернення: 01.12.2023).

УДК 004.021

*Щербина Д. С., здобувач 3 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Ніколюк П. К., д-р фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій*

ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПОСТАЧАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ПРОВІЗІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Будь-яке постачання ресурсів залежить від того, наскільки добре створені логістичні маршрути, адже від цього залежить, як швидко та надійно вони прибудуть до місця призначення. Особлива ця тема є важливою, коли йдеться про постачання військової провізії, тому що від цього залежить життя та здоров'я солдатів. Тема оптимізації маршрутів постачання військової провізії стала дуже актуальною у наш час, коли почалася повномасштабна війна з боку Росії.

Одним із рішень вирішення цієї проблеми є застосування алгоритму Дейкстри під час розроблення маршруту. Суть цього алгоритму полягає у тому, щоб знайти шлях у зваженому графі, коли загальна сума ваги ребер графу буде мінімальною. Саме у такий спосіб можна буде знайти оптимальні маршрути для постачання військової провізії.

Алгоритм Дейкстри має такі стадії:

- ініціалізація – це стадія, на якій встановлюється відстань до початкового вузла, яка дорівнює нулю, а до інших – нескінченності, також під час ініціалізації створюється список точок, які ще не були відвідані;
- вибір початкового вузла – це стадія, на якій обирається вузол, який є відправним (початковим) у роботі алгоритму;
- оновлення найкоротших відстаней – це стадія, на якій алгоритм оновлює відстані до сусідніх невідведаних вузлів та оновлює її за умови, якщо вона є найкоротшою;
- обрання наступного вузла – стадія, на якій алгоритм обирає наступний вузол, який не є відведаним та у нього найменша вага;
- повторення – ця стадія алгоритму є найдовшою, оскільки вона відбувається до того моменту, поки не буде знайдений найменший маршрут, який задовольняє умову задачі [1].

Як можемо побачити, важливим елементом алгоритму Дейкстри у пошуку оптимального маршруту є вага ребра графу. Оскільки нашою метою є знайти не просто оптимальний маршрут поставки звичайної провізії, а саме військової провізії, то для позначення ваги ребер графу треба буде застосовувати декілька значень. Така можливість стає доступною, якщо використовувати зважений мультиграф [2].

Зважений мультиграф – це зважений граф, у якому вага ребра складається з декількох компонентів. У нашому випадку їх наявність обумовлена тим, що, окрім **відстані**, є ще різні фактори, які ускладнюють поставку військової провізії. Ними є:

- **небезпека**: потрібно розрахувати, наскільки маршрут є небезпечним, адже по ньому можуть відкрити вогонь або місцевість може бути замінована;
- **стан дороги**: через масові руйнування якість дороги значно знизилася – з'явилися різні ями та перешкоди, тому потрібно обрати не лише короткий, а й легкий у просуванні маршрут;
- **терміновість**: можна сказати, що це є найважливішим фактором, але він не буде використовуватися в кожній задачі. Оскільки фактор терміновості буде застосовуватися, коли припаси потрібно доставити не в одне місце, а в декілька, то потрібно обрати, куди саме потрібно доставити допомогу першочергово.

Після визначення усіх компонентів, які становлять вагу графу, потрібно створити формулу, яка буде обчислювати цю вагу. Ця формула потрібна, оскільки важливість компонентів різна, і неможливо просто зіставити їх значення без додавання коефіцієнтів у формулу [3].

Вважаємо, що коефіцієнти мають бути пропорційні тому, наскільки є важливим той чи інший компонент ваги ребра під час вибору оптимального маршруту. Оскільки компонент відстані є сталим і не зможе змінитися через деякий час, він повинен мати найменший коефіцієнт – 0.01. Далі йде стан дороги, оскільки його іноді можна нівелювати підбором вдалого транспорту, але наявний фактор зміни через певний проміжок часу, тому цей компонент повинен мати коефіцієнт – 0.1. Небезпека є основним фактором, від якого залежить життя людей, які везуть ресурси, а також компонентом з найбільшою мінливістю, оскільки він може змінюватися щохвилини. Звідси впливає, що цей компонент повинен мати найбільший коефіцієнт – 1. Останній компонент ваги ребра, який буде застосовуватися не так часто, – це терміновість. Оскільки вона дуже сильно впливає на вибір маршруту, то в неї має бути коефіцієнт 0.5. Зазвичай коефіцієнт не може бути більший, ніж у небезпеки, оскільки незважаючи на терміновість, не можна нехтувати життям людей. Тому формула ваги ребра (1) буде такою:

$$\omega = 0.1 \cdot x_1 + 0.1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 0.5 \cdot x_4, \quad (1)$$

де ω – вага ребра;

x_1 – відстань;

x_2 – стан дороги;

x_3 – небезпека;

x_4 – терміновість.

Але для того, щоб ця формула нормально функціонувала, потрібно вказати, в який спосіб задавати змінні. Причиною цього є те, що деякі змінні задаються реальними числами, а деякі за певною шкалою:

➤ відстань – оскільки це реальна величина, то вона записується такою, як вона є;

➤ стан дороги – оцінюється за шкалою від 1 до 10, де 1 – гарний стан дороги, а 10 – поганий;

➤ небезпека – оцінюється за шкалою від 1 до 10, де 1 – це повна безпека на дорозі, а 10 – велика небезпека (беруться до уваги тільки фактори небезпеки, які створені ворогом);

➤ терміновість – оцінюється за шкалою від 1 до 10, де 1 – надзвичайно терміново, а 10 – не терміново (для задач, де цей показник не потрібний, то його не використовують або, інакше кажучи, терміновість = 0).

Підсумовуючи, зазначимо, що саме за таким принципом можна знаходити оптимальні маршрути для постачання військової провізії, оскільки тут враховуються різні фактори, що впливають на швидкість подолання заданої відстані. Звичайно, за потреби можна збільшити кількість компонентів у вазі ребра графу, що допоможуть ще ефективніше встановлювати потрібні нам маршрути. Також потрібно вказати те, що цей принцип можна застосовувати не тільки в простих програмах для знаходження оптимального маршруту, а також визначати оптимальні маршрути в режимі реального часу, якщо використовувати різні технології. Саме так можна максимально розкрити потенціал алгоритму Дейкстри.

Список використаних джерел

1. Алгоритм Дейкстри. URL: <https://ua5.org/algorithm/1970-algorytm-dejkstry.html>

2. Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 120 с.

3. Слюсар В., Громлюк К. Удосконалений метод Дейкстри для визначення найкоротших маршрутів між вузлами зв'язку у системі військового зв'язку. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2023. № 46. С. 5–12.