

Література:

1. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2003. 496 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике (+ DVD-ROM): Научное пособие. К.: Информавтор, 2008. 62 с.
3. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. 448 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-29>

РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕСОРА MICROSOFT OFFICE EXCEL

Прокудін Г. С.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет*

Єрко Я. В.

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет*

Редіч Ю. А.

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет
м. Київ, Україна*

Задача комівояжера – це найбільш відома і знакова модель потокового програмування. Увагу до цієї задачі привертають завдяки великій кількості практичного значення, що до неї зводяться; зосередження характерних математичних, алгебраїчних та обчислювальних труднощів.

Наявні методи розв'язування сітьових транспортних задач успішно можуть бути застосовані лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій [1, с. 26].

Саме це і обумовлює значну обмеженість цих методів при розв'язанні задач перевезень і послужило причиною розробки нових і удосконалення існуючих методів оптимізації перевезень, орієнтованих за застосування сучасних інформаційних перевезень.

Постановка задачі. Задано повний граф, який описується квадратною матрицею V , відстані v_{ij} між усіма парами n -міст ($i, j = 1, 2, \dots, n$). У загальному випадку v_{ij} не дорівнює v_{ji} з урахуванням наявності магістралі одностороннього руху. Таку узагальнену задачу називають несиметричною. Комівояжер повинен виїхати з певного початкового міста, об'їхати всі міста, побувати в кожному по 1 разі і повернутися у те ж саме місце, щоб загальна довжина всього маршруту була мінімальною.

Розв'язок задачі комівояжера став можливим, коли з'явилися більш досконалі комп'ютери і був розроблений метод «гілок та меж» для задач цілочислового програмування. Кількість допустимих варіантів перебору у задачі комівояжера визначається функцією факторіалу $n - n!$. Якщо $n = 10$, то $n! = 10! = 3628800$; якщо $n = 11$, то $n! = 11! = 39316800$.

Введемо наступні позначення:

n – розмір задачі (кількість транспортних вузлів), $n = 10$;

i – номер початкового місця дуги (транспортної ділянки), $i = 1, 2, \dots, n$;

j – номер кінцевого місця дуги (транспортної ділянки), $j = 1, 2, \dots, n$;

v_{ij} – відстань між i -им та j -им містами; це елементи квадратної матриці V , якою описаний неорієнтований повний граф (симетричної матриці $V_{ij} = v_{ij}, v_{ij} = \infty$);

x_{ij} – невідома змінна булівого типу де: $x_{ij} = 1$, якщо дуга із « i » в « j » належить найкоротшому контуру обходу, $x_{ij} = 0$, у протилежному випадку, якщо дуга із « i » в « j » не належить.

Побудова математичної моделі має наступні етапи:

Знайти таку квадратну матрицю X , щоб:

- загальна довжина контуру обходу n -міст (цільова функція) $\rightarrow \min$:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

- при наступних обмеженнях:

а) $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$, що означає – з кожного i -го вузла виходить 1 дуга (це виїзд комівояжера з міста);

б) $\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$, що означає – і кожний j -ий вузол (місто) входить одна дуга (в'їзд комівояжера в місто).

Ця математична модель повністю співпадає з класичною задачею про призначення (наприклад, коли на одну вакансію можна призначити одного претендента і один претендент може бути призначений на одну вакансію). Саме ця аналогія і привернула увагу до задачі комівояжера.

Щоб виключити ситуації отримання неповних контурів, в модель задачі комівояжера було запропоновано додати, так звані, обмеження зв'язності, які дозволяють стримувати повний контур обходу шляхом зв'язування усіх n -вузлів в один контур.

Для цього був запропонований підхід введення додаткових n -змінних дійсного типу z_i , які виконують роль «лічильника» кількості дуг, що входять у контур. Відповідна умова обмеження: для кожної невідомої x_{ij} має наступний вигляд:

$$z_i - z_j + (n - 1) \times x_{ij} \leq n - 2, \quad (2)$$

Таким чином, модель задачі комівояжера ускладнилась збільшенням кількості невідомих. Тепер їх стало $n^2 + n$ замість n^2 . І обмежень до n^2 – обмежень для дуг додалось $2 \times n$ – обмежень для невідомих. Це створює можливість успішного розв'язання задачі комівояжера – отримання контуру повного оптимального обходу вузлів у транспортній мережі [2, с. 93].

Матриця відстаней (кореспонденцій), змінювані ячейки пошуку та пошук послідовності руху для розрахунку задачі комівояжера за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel представлені на рисунках 1, 2 та 3 відповідно.

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10
Місто 1	9999	1416	880	758	9999	9999	9999	9999	9999	9999
Місто 2	1416	9999	9999	9999	9999	521	478	9999	9999	9999
Місто 3	880	9999	9999	9999	836	9999	331	1353	9999	9999
Місто 4	758	9999	9999	9999	973	9999	9999	9999	9999	9999
Місто 5	9999	9999	836	973	9999	9999	9999	656	9999	9999
Місто 6	9999	521	9999	9999	9999	9999	848	9999	594	380
Місто 7	9999	478	331	9999	9999	148	9999	1027	269	9999
Місто 8	9999	9999	1353	9999	656	9999	1027	9999	775	242
Місто 9	9999	9999	9999	9999	9999	594	269	775	9999	966
Місто 10	9999	9999	9999	9999	9999	380	9999	242	966	9999

Рис. 1. Excel-таблиця – Матриця відстаней (кореспонденцій)

Застосування сучасних інформаційних технологій при знаходженні оптимального рішення методом комівояжера стосовно мережевої транспортної задачі дозволяє за мінімальний час отримати необхідний і точний результат.

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10	Виходять
Місто 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Місто 3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Місто 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Місто 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Місто 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Місто 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Місто 10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Входять	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Рис. 2. Excel-таблиця змінюваних ячеек пошуку

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10	Zi
Місто 1	0	-2	9	-8	-7	-3	-1	-6	-4	-5	0
Місто 2	2	0	2	-6	-5	8	1	-4	-2	-3	2
Місто 3	0	-2	0	-8	-7	-3	8	-6	-4	-5	0
Місто 4	17	6	8	0	1	5	7	2	4	3	8
Місто 5	7	5	7	8	0	4	6	1	3	2	7
Місто 6	3	1	3	-5	-4	0	2	-3	8	-2	3
Місто 7	1	8	1	-7	-6	-2	0	-5	-3	-4	1
Місто 8	6	4	6	-2	8	3	5	0	2	1	6
Місто 9	4	2	4	-4	-3	1	3	-2	0	8	4
Місто 10	5	3	5	-3	-2	2	4	8	1	0	5
Zj											

Целевая функция

6399,0

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению: 0

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 3. Excel-таблиця пошуку послідовності руху

По результатам розрахунків було отримано графік зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв'язанні задачі комівояжера (рис. 4). Було знайдено найкоротший шлях між м. Полтава (Україна) і м. Амстердам (Нідерланди).

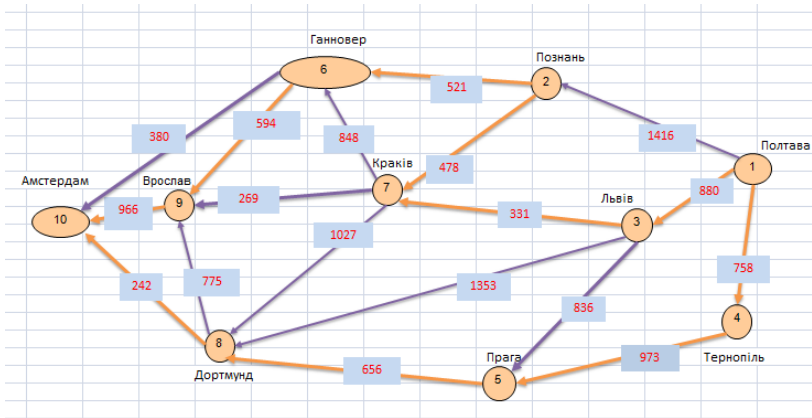


Рис. 4. Графічне зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв'язанні задачі комівояжера

Література:

1. Прокудін Г.С. Розв'язання мережевих транспортних задач у середовищі Excel. *Проблеми транспорту*. 2007. Вип. 4. С. 23–30.
2. Прокудін Г.С., Данчук В.Д., Прокудін О.Г. Інформаційна система оптимізації вантажних перевезень в транспортних системах. *Проблеми транспорту*. 2009. Вип. 6. С. 90–95.