

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА МЕТОДОМ ПОИСКА В ШИРИНУ НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Шкантов И. Н.

Научный руководитель – Юринок В. И., к.т.н., доцент

В работе описан алгоритм нахождения кратчайшего гамильтонова цикла для областных городов Беларуси. Алгоритм позволяет находить такую последовательность посещения городов, чтобы каждый город был посещён ровно один раз, маршрут заканчивался в том же городе, в котором он начинался и, при этом, маршрут имел минимальную длину. Кроме того, алгоритм предусматривает указание перекрытых дороги между определёнными городами, а также задание очерёдности посещения городов.

Для задачи коммивояжера на примере областных городов Беларуси математическая постановка будет иметь следующий вид:

Необходимо найти минимум функции $\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$

при заданных ограничениях:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^6 x_{ij} &= 1, & j = \overline{1,6}, \\ \sum_{j=1}^6 x_{ij} &= 1, & i = \overline{1,6}, \end{aligned} \quad x_{ij} = \{0; 1\},$$

где матрица расстояний будет иметь вид:

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} \infty & 351 & 274 & 305 & 275 & 200 \\ 351 & \infty & 617 & 533 & 247 & 537 \\ 274 & 617 & \infty & 328 & 565 & 160 \\ 305 & 533 & 328 & \infty & 588 & 175 \\ 275 & 247 & 565 & 588 & \infty & 479 \\ 200 & 537 & 160 & 175 & 479 & \infty \end{pmatrix}$$

Математической модели данной задачи соответствует изначально полный взвешенный граф с 6-ю вершинами, каждая из которых соответствует областному городу Беларуси (соответственно Минску, Бресту, Витебску, Гомелю, Гродно и Могилеву), а рёбра, соединяющие данные вершины, сопоставляются дорогам между соответствующими городами (см. рис. 1).

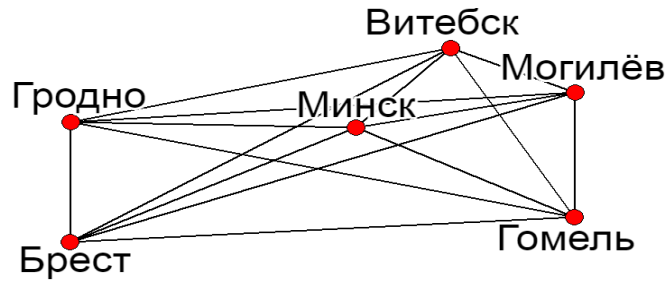


Рис. 1. Граф для задачи коммивояжера

Для решения поставленной задачи необходимо составить матрицу смежности, отображающую длину между городами. Продемонстрируем данную матрицу: матрица представлена в виде таблицы Word (см. рис. 2 слева), и в виде двумерного списка, реализованного в коде Python (см. рис. 2 справа).

	Минск	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Могилев
Минск	∞	351	274	305	275	200
Брест	351	∞	617	533	247	537
Витебск	274	617	∞	328	565	160
Гомель	305	533	328	∞	588	175
Гродно	275	247	565	588	∞	479
Могилев	200	537	160	175	479	∞

```
distances = [
    [0, 351, 274, 305, 275, 200],
    [351, 0, 617, 533, 247, 537],
    [274, 617, 0, 328, 565, 160],
    [305, 533, 328, 0, 588, 175],
    [275, 247, 565, 588, 0, 479],
    [200, 537, 160, 175, 479, 0]
]
```

Рис. 2. Матрица смежности в двух вариантах

Алгоритм решения задачи заключается в исследовании графа в ширину, т.е. сначала проверяются соседние вершины начальной вершины, затем соседние вершины данных вершин, и так далее, пока не будет найдено решение, то есть вершина не будет равна исходной вершине.

Алгоритм поиска заключается в следующем:

1. Создаётся список для хранения гамильтоновых циклов данного графа. Изначально в него заносится один маршрут, состоящий только из вершины начального города

2. Далее алгоритм обрабатывает каждый элемент списка следующим образом: вместо данного маршрута добавляется n новых маршрутов, где n – количество ещё не посещённых городов для данного маршрута ($n = \text{общее количество городов} - \text{количество городов в данном маршруте}$). Причём,

каждый новый маршрут является обрабатываемым маршрутом с добавленным в его конец одного ещё не посещённого города.

Этап 2 алгоритма повторяется до тех пор, пока каждый маршрут не будет содержать все вершины графа.

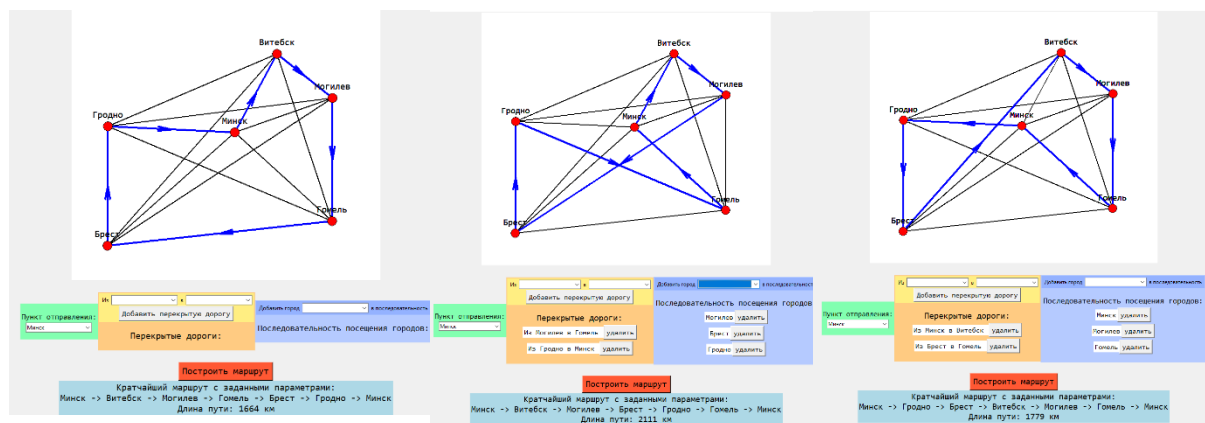
3. Завершив 2-й этап, в конец каждого маршрута добавляется начальный город для замыкания цикла.

4. В завершение, алгоритм обходит все полученные циклы и находит цикл наименьшего веса, который и будет являться решением задачи. Длина маршрута выводится на экран, а последовательность отображается на исходном графе (см. рис 3(а)).

Заметим, что данное решение соответствует полному графу, где из любого города можно попасть в другой любой город. Однако предоставленный алгоритм позволяет указывать перекрытые дороги и очерёдность проезда городов. Для этого перед расчётом минимального цикла все элементы матрицы смежности, находящиеся на пересечении городов, дорога между которыми перекрыта, заменяются на 0. И на этапе 2 алгоритма поиска минимального цикла происходит проверка: если длина пути из последнего города обрабатываемого маршрута в добавляемый город равна 0, то данный маршрут не добавляется в список.

Кроме того, на этапе 2 алгоритма поиска минимального цикла происходит проверка указанной очерёдности проезда городов: если добавляемый город присутствует в списке очерёдности проезда, то проверяется, присутствуют ли в данном маршруте города, находящиеся до добавляемого города в списке очерёдности проезда, если данное условие не выполняется, то обрабатываемый маршрут не добавляется в список циклов.

Несколько примеров решения задачи представлены на рис. 3 (б).



а)

б)

Рис.3. Скриншот работы алгоритма и программы (а) и примеры решений задачи при заданных параметрах (б)

Таким образом, данный подход к нахождению кратчайшего гамильтонового цикла для областных городов Беларуси максимально прост в использовании и позволяет наиболее наглядно отобразить результат поставленной задачи.

УДК 517

РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТЕ

Федосюк А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Бань Л.В.

Математика — это наука, которая имеет дело с логикой формы, количества и расположения. Математика вокруг нас, во всем, что мы делаем. Это строительный блок для всего в нашей повседневной жизни, включая мобильные устройства, компьютеры, программное обеспечение, архитектуру (древнюю и современную), искусство, деньги, инженерию и даже спорт.

Энергетический ресурс (или энергоресурс) - это носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии).

Эффективное управление энергоресурсами имеет первостепенное значение для организаций, стремящихся повысить эффективность, снизить затраты и обеспечить устойчивое развитие. Энергетический менеджмент (энергоменеджмент) – систематический подход, включающий в себя мониторинг, анализ и оптимизацию энергопотребления, – является краеугольным камнем для бизнеса и общества, стремящегося к долгосрочному стабильному росту.

Энергоменеджмент – это эффективный инструмент повышения конкурентоспособности продукции предприятия за счет сокращения потребления энергоносителей, и, как следствие, снижение себестоимости готового продукта.

Энергоменеджмент включает в себя:

- создание системы мониторинга энергопотребления
- проведение анализа существующих показателей, результат которого используется как основа для разработки новых бюджетов
- разработка энергетической политики предприятия и энергетического бюджета