

С.Г. СЕЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»;

И.В. САМОХВАЛОВ, студент НТУ «ХПИ»;

И.В. ПРИХОДЬКО, студент НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ КЛАССА ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ КОММИВОВАЖЕРА

В статье рассмотрены традиционные и современные способы планирования развоза товаров по пунктам, с учетом заезда в каждый пункт один раз.

У статті розглянуті традиційні та сучасні способи планування доставки товару, з урахуванням заїздів у кожний пункт один раз.

Traditional and modern ways of delivery planning using traveling salesman model are analyzed.

Введение

Большинство компаний-производителей сталкивается с задачей развозки товара в пункты назначения с наименьшими затратами. Одной из разновидностей таких задач является развозка товаров по пунктам назначения, с заездом в каждый пункт лишь по одному разу и последующим возвратом автомобиля в место погрузки. Существует несколько вариантов решения этой проблемы, вплоть до передачи данной задачи фирмам перевозчикам.

Традиционно решение выполняют с помощью масштабной карты с обозначением дорог и линейки для измерения расстояний [1]. При этом в ходе планирования маршрутов сперва осуществляется распределение заказов по транспортным средствам с учетом объемно-весовых характеристик транспортного средства и районов доставки заказов, затем на карте отмечаются пункты доставки заказов для каждого транспортного средства и измеряются расстояния между точками развоза заказов. Маршруты формируются, исходя из минимизации общего пробега каждого транспортного средства.

Такой подход занимает значительную долю рабочего времени сотрудников как при первоначальном планировании, так и при перерасчете и, как правило, приводит к перепробегу за счет неоптимального распределения заказов по транспортным средствам. В то же время отсутствие необходимости в специальном программном обеспечении и достаточной квалификации специалистов говорит в пользу данного подхода.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является анализ современных подходов к решению задачи планирования доставки товаров с учетом заезда в каждый пункт назначения по одному разу и возврату в исходный пункт, а также выявление их ограничений.

Анализ подходов к решению задачи планирования доставки с помощью модели коммивояжера

Кроме эвристических алгоритмов, напрямую не рассчитанных на использование ЭВМ известны ряд методов, позволяющих решить задачу для большого числа точек обхода с использованием как специализированных программных пакетов [2, 3] так и с помощью стандартных средств пакета MS Office [4]. Наиболее распространенными методами являются: «жадный» алгоритм, метод перебора, деревянный алгоритм, метод ветвей и границ, алгоритм Дейкстры и др.

Для «жадного» алгоритма характерно нахождение наикратчайшего расстояния путём выбора самого короткого, ещё не выбранного ребра, при условии, что оно не образует цикла с уже выбранными рёбрами. Решение с помощью «Деревянного» алгоритма предусматривает построение остовового дерева, показанное на рисунке 1 штриховой линией и эйлера цикла, который показан сплошной линией на рис. с правой стороны.

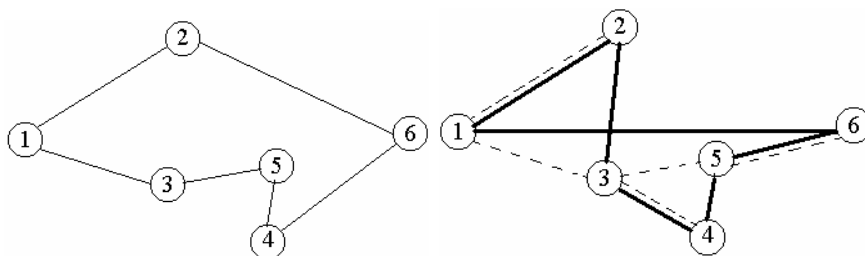


Рисунок – «Деревянный алгоритм решения задачи коммивояжера

Рассмотренные выше методы реализуются на базе специализированного программного обеспечения, как правило, недоступного на рабочем месте специалиста по организации перевозок. При этом, решить задачу коммивояжера, с использованием метода прямого перебора достаточно просто с использованием надстройки Microsoft Excel «Поиск решения» [4]. Решение задачи в этом случае сводится к выбору целевой функции в виде минимизации общей длины маршрута и введением системы ограничений

связности, исключающей из решения изолированные контуры. Используется следующая математическая модель:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{i,j} x_{i,j} \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^n x_{i,j} = 1 (\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}) \\ \sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1 (\forall j \in \{1, 2, \dots, n\}) \\ u_i - u_j + n \cdot x_{i,j} \leq n - 1 (\forall i, j \in \{2, 3, \dots, n\}, i \neq j) \\ x_{i,j} \in \{0, 1\} (\forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}) \\ u_i \in R (\forall i \in \{2, 3, \dots, n\}) \end{cases} \quad (1)$$

где n – количество вершин исходного графа, $c_{i,j}$ – длина участка (i,j) исходного графа, u_i – вспомогательные переменные, которые могут принимать любые действительные значения,
 $x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{если дуга } (i,j) \text{ входит в искомый маршрут} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$

В таблице 1 представлены исходные данные задачи планирования доставки с помощью несимметричной модели коммивояжера на примере сети АЗС торговой марки «Окко» г. Харьков.

Таблица 1 – Матрица расстояний между АЗС «Окко» г. Харьков, км

АЗС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	999	3.8	11.0	6.6	4.8	7.4	4.0	5.0	8.6	9.1	8.6	12.0	8.7
2	3.8	999	9.5	5.1	3.3	6.2	4.0	3.9	8.6	9.3	11.0	11.0	8.7
3	11.0	9.5	999	6.0	7.1	11.0	8.3	12.0	4.9	12.0	15.0	11.0	8.3
4	6.6	5.1	6.0	999	2.6	4.1	7.4	7.1	8.4	13.0	14.0	13.0	10.0
5	4.9	3.3	7.0	2.5	999	4.3	5.0	5.3	7.5	11.0	13.0	12.0	8.7
6	7.2	6.2	10.8	4.0	4.4	999	7.5	6.4	9.3	13.0	14.0	13.0	11.0
7	3.6	4.0	8.3	7.3	5.0	8.1	999	4.8	4.9	5.3	7.4	7.2	5.3
8	5.1	3.9	12.0	7.0	5.3	6.5	4.8	999	8.9	9.7	8.4	12.0	9.2
9	8.6	8.6	4.9	8.2	7.3	9.5	4.9	8.9	999	7.6	11.0	6.5	3.7
10	9.0	9.6	12.0	12.0	10.0	13.0	5.5	9.9	7.6	999	3.4	4.7	4.7
11	8.6	11.0	15.0	13.5	12.6	14.0	7.5	8.5	11.0	3.4	999	8.5	7.7
12	11.8	11.0	11.0	12.8	11.9	13.1	7.4	12.0	6.5	4.7	8.5	999	2.8
13	8.6	8.7	8.3	10.0	8.6	11.0	5.3	9.2	3.8	4.9	7.7	2.8	999

Матрица расстояний построена путем определения минимального по расстоянию маршрута между парой АЗС с учетом правил дорожного

движения. В таблице 2 представлены результаты решения задачи методом перебора. Общая длина маршрута 57,1 км.

Таблица 2 – План объезда сети АЗС «Окко» г. Харьков

АЗС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Выводы

Метод перебора позволяет отыскать оптимальный маршрут, однако он не эффективен при расчёте маршрута, на большое количество пунктов. При этом, надстройка «поиск решения» в Microsoft Excel, имеет ограничение на количество изменяемых ячеек, что соответствует несимметричной задаче коммивояжера на 13 пунктов.

Список литературы: 1. *Бочкарев А.А.* Планирование и моделирование цепи поставок: Учебно-практическое пособие, – М.: «Альфа-пресс», 2008. – 192 с. 2. *Иглин С.П.* Математические расчеты на базе MATLAB. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 640с.: ил. 3. *Miller C.E., Tucker A.W., Zemlin R.A.* Integer Programming Formulation of Traveling Salesman Problems – J.ACM, 1960, Vol.7, p. 326-329. 4. *Кузьмичов А. И., Медведев М. Г.* – Математичне програмування в Excel: Навч. посіб. – К. Вид-во Європ. Ун-ту, 2005 – 320 с.

Поступила в редколлегию 03.04.2012