

Е.В. Баранова, С.М. Хасенова

УДК 656.022:65.011.56

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ

Мақала авторлары бағдарлар жүйесінің автоматизациясын өңдеуді ұсынады, олатынға деген шығындарды қысқартуға, уақытты азайтуға, кәсіпорында техникo-экономикалық көсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

The article's authors offer the working out of the routs system automation that allows decreasing the fuel expenses, reducing time, improving the technical economic indicators of the enterprise.

Транспортная функция на предприятии, которая занимается перевозками, играет важную роль. Недостаточное управление транспортным отделом, неоптимальное планирование и составление ежедневных маршрутов влияет на результаты работы всего предприятия, в том числе и на его материальную составляющую. Автоматизация вышеуказанных проблем позволит сократить расходы на топливо, уменьшить время, требуемое на планирование пути и улучшить технико-экономические показатели на предприятии.

Автоматизированная система оптимизации маршрутов на предприятии представляет собой отображение карты города с обозначением объектов и возможностью построения оптимальных маршрутов с возвращением в исходный пункт, минимизирующих суммарную протяженность получаемого замкнутого маршрута; формированием и хранением маршрутных листов базе данных;

Главной процедурой, влияющей на эффективность автоматизированной системы (АС), является поиск оптимального маршрута. На предприятии одновременно может быть несколько типов транспортных средств, поэтому должна быть предусмотрена возможность выбора маршрута для каждого из выбранного типа. Кроме того, при нахождении маршрута, должна быть предусмотрена его корректировка, если по каким-либо причинам невозможно будет его исполнение.

Для решения задачи поиска оптимального маршрута, необходимо выполнить следующие действия:

- составление списка обслуживаемых клиентов с обозначением их месторасположения на карте;
- выбор транспортного средства;
- обработка и поиск оптимального маршрута;

- корректировка при необходимости;
- сохранение в реестре маршрутов;
- печать карты с проложенным маршрутом.

Вся представляемая информация для решения задачи поиска маршрута – это графическое изображение маршрута на карте, включающая массив позиций всех обслуживаемых точек и позицию отправной и конечной точек транспорта.

Самым простым способом нахождения оптимального пути является перебор всех возможных вариантов. Тогда чтобы найти наилучший вариант, придется перебрать количество соответствующее факториальной сложности задачи ($N!$). Сложность метода – это некоторая функция от основного количественного параметра задачи N . Функция определяет примерное количество операций, которое необходимо выполнить для решения задачи. Существует несколько основных типов сложности метода, это:

- полиномиальная, (N^X), X – некоторое неизвестное, может быть известно только для какой-то конкретной задачи;
- экспоненциальная, (X^N), X – также некоторое неизвестное, может быть известно только для какой-то конкретной задачи;
- факториальная, ($N!$).

В нашем конкретном случае количество маршрутных точек может достигать до 30, т.е. количество рассчитываемых решений при полном переборе может достигать $(30!) = 2,65 \cdot 10^{32}$ вариантов. Это означает, что задача не может решаться этим методом из-за слишком большого времени затрачиваемого на сам перебор. Переходя от более простого решения к более сложному нужно определить возможности при решении задачи тем или иным способом.

Проблему слишком большого количества просматриваемых решений можно сократить, убрав заведомо неоптимальные перемещения, к примеру, когда транспорт будет пересекать слишком большое расстояние или пропуская при этом другие точки:



Рисунок 1 - Пример заведомо неоптимального перемещения

В свою очередь формула, определяющая эту заведомую неоптимальность перемещения транспорта, была выведена путем проведения множества экспериментов, и является зависимостью относительного удлинения расстояния до некоторых двух точек от угла между ними. Точки для сравнения выбираются попарно, то есть первоначально берется точка, для которой необходимо найти все возможные пути, так называемая базовая точка. После этого берутся все оставшиеся точки в порядке удаления от базовой. Самая ближайшая сразу вносится в список возможных ходов, каждая следующая точка сравнивается с каждой из списка возможных ходов через соотношение:

$$\frac{(A_1 - A_2)}{\min(A_1, A_2)} < 2 * (\gamma + 2 * \gamma + 3) \quad (1),$$

где γ – это угол между двумя точками деленный на десять. В основании этого угла лежит базовая точка;

A_1, A_2 – это расстояния от базовой точки до точки один и два соответственно;

$\min(A_1, A_2)$ – это функция, возвращающая минимальное из двух значений.

Если для некоторой выбранной точки выполняется неравенство для всех включенных в список точек, то эта точка также вносится в список соседних относительно базовой, если условие при просмотре значений хоть один раз не выполняется, то точка в список не добавляется. На рисунке 2 изображены результаты работы этого метода для одной из точек.

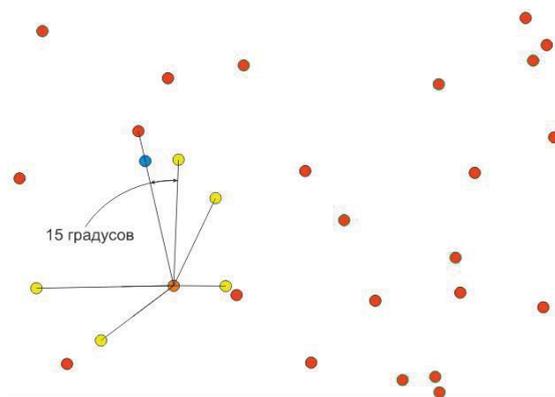


Рисунок 2 - Иллюстрация результатов метода отбора неоптимальных перемещений транспорта

На рисунке оранжевым цветом кружком помечена базовая точка, желтым те точки, которые вошли в список соседних, красным обозначены те, которые не вошли. Также помечен угол между двумя точками, и соответствующее этой паре точек максимально разрешенное удаление от базовой точки - голубым кружком.

Таким образом, с помощью этого метода упрощения количество перебираемых вариантов сокращается примерно до 5^N . То есть сложность задачи уже становится полиномиальной, что значительно уменьшает время, затрачиваемое на обработку одного задания. Сама же задача приводится от общего к формулировке принятой в теории графов, где существует большой выбор методов для решения задач.

Граф, получаемый после этих преобразований, является ориентированным, что также дополнительно сокращает количество вариантов решений.

Теперь следует рассмотреть основные алгоритмы, которые могут быть применены при поиске лучшего пути в ориентированном графе. Задача решается с помощью метода поиска в глубину – метода «ветвей и границ». Это метод перебора всех вариантов, один за другим по очереди. У этого метода в значительной степени меньше требования к техническим характеристикам компьютера. Потому что в один момент времени в оперативной памяти рассматривается только один вариант решения. Сам метод заключается в доработке основного цикла метода полного перебора, обычно внутри цикла добавляется команда, проверяющая возможность выполнения условия оптимальности, основываясь на уже известных данных. А возможность выполнения условия может проверяться, напри-

мер, так: пройдя двадцать выделенных точек из тридцати, пройденный путь составляет двенадцать километров, а на данный момент самое лучшее найденное решение составляет десять, соответственно меньше десяти километров полный пройденный путь уже не будет, и условие оптимальности для данного маршрута выполнено быть не может. Ложное значение этого условия означает, что перебирать любые последовательности оставшихся, не пройденными точек не имеет смысла, и можно переходить к другим вариантам, это действие и называется «отсечением ветви». Этот алгоритм перебора имеет довольно широкий простор для добавления или модификаций в диапазоне условий проверки.

Первоначально вычисляются минимальные расстояния, количество которых равно общему числу заданных точек, между любыми парами соседних, эти данные заносятся в массив. Тем самым становится известной информация, за какое минимальное расстояние можно пройти к **неизвестных пунктов назначения. Переменная k здесь равна количеству еще не пройденных точек.** Само предположение основывается на том, что известно минимальное или несколько меньшее число, чем минимальный путь до окончания маршрута. Аналогично, с помощью этого расстояния замыкается путь и сравнивается с лучшим из найденных решений. Если текущее лучшее решение уже имеет длину меньше, чем просматриваемое, то условие возможности оптимального исхода при дальнейшем расчете этого дерева вариантов выдает значение «ложь» и переходит не «в глубь», а к параллельному варианту или назад.

Таким образом, теория графов позволяет удовлетворить все требования разрабатываемой автоматизированной системой оптимизации маршрутов предприятия.