

Шафеев Р.А.¹

¹Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Разработка SaaS сервиса для решения динамической задачи маршрутизации

В статье рассматриваются принципы построения SaaS сервиса для диспетчерского управления транспортными логистическими процессами автопредприятия. Под управлением понимается автоматическое распределение поступивших заказов на использование автотранспорта между единицами автопарка в реальном времени. Предлагается метаэвристический алгоритм для решения динамической задачи маршрутизации, которая описывает процесс распределения поступивших заказов.

Введение. Эффективным средством решения задач диспетчерского управления является комплексное использование моделей оптимизации движения автотранспортных средств (АТС), систем мониторинга, современных информационных технологий на основе сетей ЭВМ и телекоммуникаций. Повышение эффективности управления автотранспортным предприятием является не только актуальной экономической проблемой, направленной на сокращение транспортных и эксплуатационных затрат, но и важной социальной задачей, обеспечивающей более высокое качество обслуживания, сокращение времени ожидания АТС, снижение тарифов и др. В настоящее время автопредприятия активно используют диспетчерские центры для управления и слежения за своим транспортом с целью оптимизации транспортных расходов. Однако план обслуживания клиентов составляется заранее и, как правило, дальнейшие его изменения производятся диспетчером в ручном режиме. Во время выполнения транспортного плана возможны такие изменения запросов клиентов и пропускной способности передвижения транспорта, что текущий план обслуживания клиентов не будет являться оптимальным. Поэтому актуальной является задача построения информационной системы, которая позволит автоматизировать процесс распределения АТС в реальном времени.

Формальная постановка задачи. Необходимо разработать алгоритмы и программное обеспечение для построения SaaS сервиса с целью диспетчерского управления автопредприятием. Под управлением в данном случае понимается автоматическое распределение поступивших заказов на использование автотранспорта между единицами автопарка в реальном времени. Причем, в некоторых заявках могут быть заданы ограничения по времени (временной интервал, в течение которого АТС должно прибыть к заказчику) предоставления услуг перевозки груза. Для оптимального распределения АТС требуется разработать алгоритм решения задачи маршрутизации. Первичная цель при решении данной задачи – минимизировать общую стоимость перевозок, вторичная – минимизировать общее количество транспортных средств.

Алгоритм распределения заявок. Задачу автоматизации процесса распределения АТС между заказами клиентов, учитывающие время, в течение которого должен быть обслужен клиент, относят к классу задач маршрутизации с ограничениями по времени [1]. Для решения задач маршрутизации был разработан метаэвристический алгоритм, в основу которого положен алгоритм поиска с запретами [2]. Его основное отличие от метода локального поиска заключается в том, что данный метод, благодаря такому инструменту, как список запретов, позволяет продолжать поиск после нахождения локального оптимума, тем самым, расширяя пространство поиска и увеличивая шансы найти глобальный оптимум [3]. Под списком запретов понимается упорядоченный список направлений, по которым запрещено движение на следующем шаге. Для инициализации алгоритма требуется начальное решение, которое можно получить с помощью одного из методов конструирования маршрутов. Суть этих методов заключается в том, что решение строится путем последовательного добавления еще не рассмотренных клиентов к одному из маршрутов по заданным правилам. В данной работе для инициализации начального решения был выбран метод Соломона.

Модификация алгоритма поиска с запретами основана на гипотезе о большой долине. Согласно этой гипотезе, в среднем локальные оптимумы располагаются значительно ближе

к глобальному, чем случайно выбранная точка [4]. Существует определенная концентрация локальных оптимумов в малой части допустимой области, которую образно называют большой долиной. Если это предположение верно, то целесообразно запоминать оптимальные решения и на их основе конструировать новое начальное решение. Воспользуемся основной идеей генетического алгоритма. На первом шаге из полученных решений формируется упорядоченная популяция с применением сортировки по значению целевой функции. Каждое решение попадает в популяцию с заданной вероятностью, причем вероятность выбора уменьшается с ростом порядкового номера. Затем выполняется скрещивание решений по следующему правилу: случайным образом из первого решения выбирается один маршрут, затем из второго решения выбирается маршрут, который не включает в себя клиентов первого маршрута и т.д. Оставшиеся клиенты добавляются методом Соломана к выбранным маршрутам.

В отличие от статической задачи, параметры которой известны до начала ее решения и не изменяются, ни во время ее решения, ни во время выполнения, в динамической задаче условия могут меняться во время двух перечисленных выше этапов. Главными динамическими элементами задачи являются время передвижения между пунктами назначения и запросы клиентов. Динамическая задача маршрутизации рассматривается как серия статических, где очередная статическая задача возникает при критическом отклонении времени доставки грузов от допустимых значений или изменении запросов клиентов.

Тестовые задачи. Для оценки эффективности предложенной схемы алгоритма распределения заявок были решены тестовые задачи, разработанные Тейлардом и Голденом [5, 6] с их дальнейшим сравнением с уже известными лучшими решениями данных задач. Согласно полученным результатам, алгоритм позволил уменьшить общее количество АТС без значительного увеличения пройденного расстояния. Также в процессе вычислительных экспериментов были определены оптимальные значения настроечных параметров алгоритма, при которых найденное решение чаще всего было близко к глобальному оптимуму.

SaaS сервис. Информационная система состоит из четырех основных компонентов:

1. Web интерфейс. Позволяет контролировать передвижения автомобилей, управлять клиентскими заявками и распределять их между АТС;
2. Навигационные контроллеры внедренные в АТС. В процессе эксплуатации автотранспорта выполняют передачу данных о своем местоположении на сервер в виде географических координат;
3. Коммуникационный сервер, обеспечивающий связь между диспетчерами и навигационными контроллерами.
4. Логистический модуль, в основу которого лег предложенный алгоритм решения динамической задачи маршрутизации.

Вывод. С использованием результатов выполненных теоретических и экспериментальных исследований было разработано математическое и программное обеспечение для информационной системы диспетчерского управления автопредприятием на базе мультимедийных навигационных терминалов.

Литература. 1. Braysy O. Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and local algorithms / O. Braysy, M. Gendreau // *Transportation science*. — 2005. — Vol.39 №.1. — p. 104–118. 2. Groer C. Parallel and serial algorithms for vehicle routing problems — *dissert. Doctor of Philosophy* — Robert H. Smith School of Business. — 2008. — 456 p. 3. Sean Luke. *Essentials of Metaheuristics* — Department of Computer Science George Mason University. — 2012. — 241 p. 4. Кочетов Ю. А. Вероятностные методы локального поиска для задач дискретной оптимизации. — М.: Изд-во центра прикл. исслед. при мех-мат. фак. МГУ, 2001. — с. 82–117. 5. VRP benchmarks / E. Taillard : <http://mistic.heig-vd.ch/taillard>. 6. Golden B. The impact of metaheuristics on solving the vehicle routing problem: Algorithms, problem sets and computational results // *Fleet Management and Logistics*, Kluwer, Boston. — 1998. — p. 33–56.

Сведения об авторах

Шафеев Роман Александрович

Магистр.

Научные интересы: *дискретная оптимизация, теория алгоритмов и структуры данных, нечеткие методы управления и принятия решений.*

Веб-страницы автора:

- <http://linkedin.com/in/shafeyev>