

УДК 519.6

## ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ НАСЕЛЕНИЯ

В. А. ШИРОЧЕНКО, Д. Ю. ДРЯГИН  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

При современном развитии информационных технологий трудно обойтись без гаджетов, обеспечивающих помощь в навигации. Водители постоянно используют программы-навигаторы при поездках по незнакомым и даже по хорошо известным маршрутам. При этом навигаторы позволяют выбрать наиболее выгодные маршруты с точки зрения затрат времени или пройденного пути, объехать пробки на дорогах, платные участки или грунтовые дороги, а также обладают и другими полезными функциями. Навигаторы могут указывать места расположения кафе и точек отдыха при длительных переездах, места расположения заправок, прокладывать маршруты не только для легковых автомобилей, но и для пеших прогулок, поездок на велосипеде и для грузовых автомобилей, учитывая их особенности эксплуатации.

Программ-навигаторов сегодня достаточно много. Наиболее популярные из них Яндекс Навигатор, Google Карты, 2ГИС, Maps и др. Среди них есть платные и бесплатные, требующие постоянного подключения к интернету или работающие по скаченным картам, управляемые голосом или только с клавиатуры, имеющие дополнительный сервис или нет. Однако все эти программы предназначены для построения маршрута в конечном итоге между двумя точками: точкой отправления и точкой назначения.

Кроме таких достаточно тривиальных задач по построению маршрута, существует ряд задач, которые по постановке отличаются от упомянутых тем, что требуется построить оптимальный маршрут обхода нескольких объектов и вернуться в начальную точку с контролем времени завершения или без него. Такая постановка задачи представляет интерес для организаций, обслуживающих население при выполнении ими определенных услуг. Эти организации принимают заявки от населения и затем высылают специалиста по зарегистрированным адресам для удовлетворения этих заявок. Например, это доставка товаров потребителям, когда курьер берет несколько различных заказов и развозит их по адресам заказчиков. Чем больше точек будет обслужено за одну поездку, тем дешевле обойдется доставка. Другой пример – обслуживание газовой аппаратуры населения со стороны некой организации «горгаз». Жители города обращаются в эту организацию, заказывают ту или иную услугу, например, подключение или отключение газового оборудования, устранение неисправностей, установка газовых счетчиков и др. Затем организация высылает своих специалистов, которые должны объехать все эти адреса и выполнить соответствующую работу.

Во всех этих случаях даже при хорошем знании дорожной сети города может быть построено достаточно много маршрутов, обеспечивающих обход всех потребителей услуг. Использование обычного навигатора в этом случае неэффективно, т. к. даже при выборе кратчайшего пути между всеми объектами по отдельности суммарный маршрут может быть далеко не оптимальным.

Подобная задача в математике сформулирована достаточно давно и носит название задачи коммивояжера, в которой необходимо построить кратчайший маршрут обхода нескольких объектов и вернуться в исходную точку, не проходя по любому из путей дважды. Сегодня эта задача с точки зрения математики не вызывает никаких проблем, но ни одна из известных программ-навигаторов не позволяет составить кратчайший замкнутый маршрут, который будет позволять сократить затраты и увеличить количество обслуживаемых заявок.

Для решения сформулированной задачи разработано специальное программное обеспечение, состоящее из серверной и клиентской частей. Серверная часть содержит базу данных заказов и обеспечивает работу по построению искомого маршрута. Клиентская часть предназначена для сопровождения движения по соответствующему участку кольцевого маршрута.

подавая заявку, клиент обращается к диспетчеру, который выясняет личные данные заказчика, его конкретный адрес, суть работы, которую необходимо будет выполнить специалистам организации, и день, в который заказчик желает получить услугу. Полученные данные заносятся в базу данных. При этом, исходя из особенности требуемой работы, определяется примерное время на ее выполнение. Далее сервер обращается к Яндекс-сервису и по заданным адресам находит значения кратчайших путей, соединяющих между собой каждую из точек заказа со всеми остальными на определенный рабочий день и примерное время, которое будет затрачено на перемещение по нему.

Далее с применением теории графов данная задача приводится к задаче линейного программирования и решается симплекс-методом. В качестве решения получается кольцевой маршрут, исходящий из точки расположения организации, проходящий через адреса всех заказчиков и заканчивающийся в исходной точке. При этом определяется длина этого маршрута и примерное время на выполнение дневного задания для специалистов организации. Если полученное время не укладывается в длительность рабочего дня, то маршрут должен быть перестроен с исключением из него одного из заказчиков и перенесением его заявки на другой день. Полученное решение фиксируется в базе данных путем указания последовательности обслуживания клиентов в конкретный день.

Клиентское приложение построено на основе веб-технологий и устанавливается на смартфон или планшет, который находится у специалистов организации, выполняющих конкретные задания. Это приложение связывается с серверной частью программы и по полученным данным с учетом своего места расположения интерпретирует и отслеживает соответствующий участок маршрута.