

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ХАКИМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОСТАНОВКИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Я.А. Гребенюк

Актуальность

В практической деятельности возникают задачи «наилучшего» размещения центров обслуживания в городах и регионах, таких как: промышленные производства, магазины, аптеки, станции скорой помощи, заправочные станции, рестораны, пункты банковского обслуживания, маршруты общественного транспорта, сети детских садов и школ и др.

Цель таких задач — разместить некоторые объекты так, чтобы минимизировать максимальное из расстояний (или время проезда) от этого объекта до самой отдаленной точки города или региона. По очевидным причинам этот класс задач принято называть минимаксными задачами размещения. Актуальность данного типа задач доказывает их исключительная практическая ценность, человечество развивается: появляются всё новые и новые службы, виды услуг, города растут, и население нуждается в оптимальных способах взаимодействия со всеми службами, ведь именно это определяет качество жизни в городе, его престижность.

Для решения подобных задач используются различные подходы, основанные на применении моделей микроэкономики (излишки потребителей), теории экстремальных и равновесных задач на сетях и графах и др.

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является исследование подходов к решению задач размещения инфраструктурных объектов в сетях с помощью теории решения экстремальных задач на графах, в частности, решение модельной задачи на примере размещения начальной остановки общественного транспорта в городе. Для достижения поставленной выше цели были решены следующие задачи:

- собраны, изучены и проанализированы методы по решению задач размещения, выявлены основные подходы к постановкам теоретических задач, методы и алгоритмы их решения и приложения этих задач в экономической теории и практике;
- рассмотрены алгоритмы, позволяющие найти абсолютный центр графа: метод Хакими, модифицированный метод Хакими, итерационный алгоритм. На основе анализа выбран метод для решения поставленной задачи размещения начальной остановки общественного транспорта;
- проведен анализ существующих программных средств, позволяющих решать задачу поиска абсолютного центра, на основе которого принято решение о создании альтернативного программного средства;
- решена модельная задача размещения конечной остановки автобусного маршрута «Материк - о. Русский» для обеспечения оптимального пассажиропотока между г. Владивостоком и новым кампусом Дальневосточного федерального университета.

Содержательная постановка задачи

Необходимо организовать перемещение студентов и преподавателей ДВФУ с материка на о. Русский, где располагается кампус университета. Одной из возникающих здесь подзадач является выбор места начальной остановки общественного транспорта.

Графовая модель решения задачи

Для решения задачи нахождения остановки общественного транспорта (центрального пункта сбора пассажиров) необходимо представить сеть дорог города в виде графа, где вершинами будут являться перекрестки, соединяющиеся дугами – в нашем случае дорогами. Для постановки задачи необходимо определить вес дорог, равный произведению длины пути между соответствующими перекрестками и количества жителей, проживающих на данном отрезке. Остановки могут располагаться не только в вершинах, но и на дугах. Таким образом, требуется найти такое место расположения пункта обслуживания (остановки), чтобы минимизировать расстояние пути до самого дальнего места проживания. При этом важно учитывать количество проживающих на дуге, меняя в зависимости от этого параметра, вес ребер.

Алгоритм и его реализация

В качестве основы для программной реализации выбран модифицированный алгоритм Хакими. Программа выполнена на языке C++. В программу также встроена функция, реализующая алгоритм Флойда, и возвращающая матрицу кратчайших расстояний, которая и является входным параметром для рассматриваемого алгоритма. Для удобства использования приложение имеет пользовательский интерфейс, созданный при помощи продукта QtCreator. Поскольку данный алгоритм относят к графическим методам, в данной программе предусмотрен вывод графиков функций размещения на ребрах, можно также получить доступ к ним из окна программы. Таким образом, готовый программный продукт удовлетворяет поставленной задаче, а главное, позволяет найти абсолютный центр графа модифицированным методом Хакими.

Алгоритм Хакими требует решения задачи поиска минимального расстояния до самой отдаленной вершины для каждого ребра и выбора точки соответствующей минимальному расстоянию среди полученных. В силу того, что нахождение ответа для каждого ребра происходит независимо, решено выполнять их

параллельно. Ввиду вычислительной трудоемкости алгоритма $O(n^3)$ был разработан вариант программной реализации на основе технологии параллельных вычислений MPI, что позволило значительно ускорить процесс решения.

Решение и комментарии

Для решения содержательной задачи был применен метод Хаками поиска абсолютного центра в графе. В результате была получена точка (в графовой модели), в которой возможно размещение начальной остановки общественного транспорта.

Эта точка в модели соответствует размещению остановки «Фуникулер», вблизи которой в настоящее время располагаются общежития университета. Однако впоследствии данный выбор остановки потребует уточнений в связи с тем, что место проживания основной массы студентов будет изменено, а места проживания преподавателей и обслуживающего персонала в городе еще недостаточно изучены. В связи с этим для окончательного решения задачи требуются дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Добровольский В. Метод Хаками. 2001. URL: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/vis/graph-location/hakimi-2001>
2. Забудский Г.Г. Модели и методы оптимального размещения взаимосвязанных объектов на дискретных множествах. Омск, 2006.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978.
4. Лифшиц Ю. Современные задачи теоретической информатики // Сборник лекций. URL: <http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/modern.html>.
5. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. М.: Мир, 1981. С.324.
6. Миронов А.А., Цуриков В.И. Транспортные и сетевые задачи с минимаксным критерием // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1995. Т. 35, 1.
7. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. Издательство Московского университета. 2004.
8. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI. Новосибирск: Изд-во ИВМиМГ СО РАН, 2002.