

Задание по курсу “Теория графов и ее приложения” v.2020

Проектное задание основано на задачах об оптимальном размещении объектов инфраструктуры города, задаче о прокладке пассивных оптических сетей (passive optical network) и т.п. Задание будет состоять из 2-х частей.

Основные требования к выполнению заданий

1. Допускается работа в группах не более 3х человек.
2. Состав групп должен быть известен преподавателям заранее (до 31.03.2020).
3. По результатам работы должен быть подготовлен отчет и сделана презентация.
4. При выполнении работы студенты следуют Кодексу университета, в частности соблюдают нормы научной этики, уважают права интеллектуальной собственности и не используют недобросовестных методов при прохождении аттестации (п. 4, 6 и 7).
5. Задание будет состоять из 2-х частей. Ниже приводится часть 1. Вторая часть будет выдана не позднее 06.04.2020. Будут внутренние дедлайны.
6. Преподаватели оставляют за собой право выдать дополнительное задание, если возникли сомнения в самостоятельности выполнения студентом (группой) задания.

Детальные требования к выполнению задания, отчетной документации и презентациям будут выложены отдельно.

0. «Граф дорог городов России»

На основе данных некоммерческого картографического проекта OpenStreetMap (информация о проекте: <https://goo.gl/QNoPGa>) построить граф дорог городов России. Всю информацию о структуре предоставляемых OSM файлов можно найти здесь:

- https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_XML
- <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements>

Каждый студент/группа студентов должен выбрать один город из списка городов миллионеров и крупнейших городов России. Москва и Санкт-Петербург исключаются из рассмотрения. Города не должны повторяться. В случае большого числа групп можно использовать города из списка крупных.

Необходимую информацию о численности городов можно найти здесь:

<https://goo.gl/XHcBKZ>.

1. «Оценка удобства размещения объектов инфраструктуры города»

На карте заданы местоположения M объектов инфраструктуры города (например, больниц) и случайным образом выбирается N узлов (домов).

1. Для каждого узла (дома)
 - а. определить ближайший **от** узла объект (путь “туда”), ближайший **к** объекту узел (путь “обратно”), объект расстояние (время подъезда) до которого и обратно минимально (“туда и обратно”).

- б. определить объекты, расположенные не далее, чем в X км (или достижимые не более, чем за Y минут) для каждого из трех вариантов “туда”, “обратно”, “туда и обратно”.
2. Определить, какой из объектов расположен так, что время/расстояние между ним и самым дальним домом минимально (“туда”, “обратно”, “туда и обратно”).
3. Для какого объекта инфраструктуры сумма кратчайших расстояний от него до всех домов минимальна.
4. Для какого объекта инфраструктуры построенное дерево кратчайших путей имеет минимальный вес.

За расстояние между вершинами графа принять взвешенное расстояние $L_{ij}=L(x_i, x_j)=w_{ij}d_{ij}=w_{ij}d(x_i, x_j)$, где $d_{ij}=d(x_i, x_j)$ – кратчайшее расстояние между вершинами графа, $w_i > 0$ – вес вершины. Вес узлов-домов положить равным 1. Вес узлов-объектов инфраструктуры – случайное число от 1 до 2. Скорость движения по городу принять равной 40 км/ч.

Объекты выбираются из одной из нижеперечисленных категорий:

1. Больницы города (без учета специализации мед. учреждения (детская, взрослая, психиатрическая и т.п.));
2. Пожарные части
3. Крупные супермаркеты, магазины бытовой техники и т.п.

Координаты объектов взять по местоположению реальных больниц, магазинов и т.п. города. Расстояние между реальным положением объекта и ближайшим узлом графа пренебречь. Ограничение на количество: $M=10$, $N=100$.

2. «Планирование новых объектов»

На карте случайным образом выбраны N узлов (домов) и один из объектов инфраструктуры.

1. Построить дерево кратчайших путей от объекта до выбранных узлов. Вычислить общую длину дерева, а также сумму кратчайших расстояний от объекта до всех заданных узлов.
2. Разбить выбранные узлы на кластеры, используя метод полной связи (complete-linkage clustering). Построить дендрограмму разбиения узлов.
3. Пусть узлы разбиты на k кластеров.
 - а. Найти расположение центра масс (центроида) для каждого кластера;
 - б. Построить дерево кратчайших путей от объекта до центроидов.
 - с. Для каждого кластера построить дерево кратчайших путей от центроида до всех вершин кластера.
 - д. Найти длину построенного дерева и сумму кратчайших расстояний от объекта до всех заданных узлов.
4. Сравнить найденные в п.1 и 3 величины для $k=2, 3, 5$

В качестве решения будет засчитано следующее:

- csv файл, содержащий матрицу смежности всего графа;
- csv файл, содержащий список смежности всего графа;
- визуализация графа;
по п.1 и 2
- csv файлы, содержащие кратчайшие пути, деревья, информацию о разбиении графов на кластеры и т.п.;
- визуализация на графе города, полученных путей, деревьев, итоговой информации, разбиений и т.п.;
- продумать интерфейс так, чтобы просмотреть информацию по отдельному объекту, как меняется информация при изменении параметров задачи (например, времени подъезда), добавлять новые пункты назначения (быстро/удобно) и пересчитывать алгоритм на измененном графе.
- отчет-инструкция (мануал), содержащий достаточно информации для повторения результатов (алгоритм построения, использованные инструменты), а также анализ результатов.

Сроки выполнения

- Состав групп и выбор города - до **31.03.2020**. Старостам составить и предоставить список групп и выбранных городов.
- С **01.04.2020** студенты, не вошедшие в состав какой-либо группы, считаются работающими индивидуально, а назначение города будет сделано случайным образом.

Воронкова Ева Боруховна

e.voronkova@spbu.ru

Вольф Дмитрий Александрович

answer.iii@mail.ru