Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ Информатика и системы управления
КАФЕДРА Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7
ГРАФЫ

Название предмета: Типы и структуры данных

Студент: Варламова Екатерина Алексеевна

Группа: ИУ7-31Б

2020г.

I. Описание условия задачи

Найти все вершины графа, к которым от заданной вершины можно добраться по пути не длиннее A.

II. Техническое задание

1. Описание исходных данных

Программа ожидает:

- название файла с количеством ребер и их перечислением (читается до первого неверного ребра)

- максимальная длина пути

- вершина, из которой осуществляется поиск пути

Формат ввода:

Формат файла:

<количество вершин>

<вершина-источник> <вершина место назначения> <вес ребра>

…

<вершина-источник> <вершина место назначения> <вес ребра>

Все числа являются целыми. При первой ошибке ввод заканчивается и начинается обработка правильно введённых вершин. Вершины нумеруются с единицы.

2. Описание результата программы

Результатом работы программы являются:

1. Граф в графическом виде
2. Массив расстояний во все вершины от заданной (с указанием, подходит ли расстояние под условие задачи)

Формат вывода:

1. Массив расстояний

Вид:

from <num of vertex> to <num of vertex> distance is <distance>

- если не достижима, то inf
- указание (<- less than or equal to max distance)

Пример:

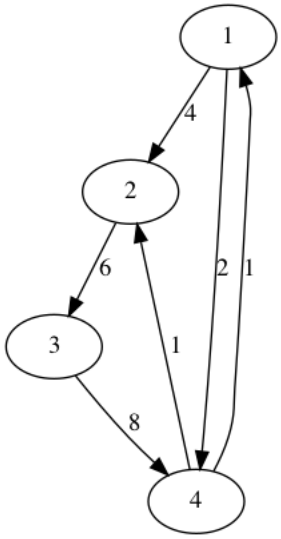
from 1 to 1 distance is 0 <- less than or equal to max distance

from 1 to 2 distance is 3 <- less than or equal to max distance

from 1 to 3 distance is inf

from 1 to 4 distance is 2 <- less than or equal to max distance

2. Вывод графа



3. *Описание задачи, реализуемой программой*

Программа находит все вершины графа, к которым от заданной вершины можно добраться по пути не длиннее A.

4. Способ обращения к программе

Способ обращения к программе - консольный. Дальнейшие инструкции будут выведены после запуска.

5. Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя

- ошибка в названии файла или его отсутствие (физическое и/или в аргументах командной строки);
- отказ операционной системы выделить память

Во всех указанных случаях программа сообщит об ошибке

III. Описание внутренних структур данных

В программе есть 1 основная структура данных:

```
typedef struct
{
    int src, dst, cost;
} elem_t;
typedef struct
{
    elem_t **front;
    size_t size;
    size_t alloc_size;
} vector_t;
```

То есть граф хранится в виде динамического массива рёбер. Такое представление наиболее эффективно по времени и по памяти по сравнению, например, с таблицей смежности, ведь обычно граф не является полным, а значит таблица смежности стала бы сильно разреженной.

IV. Описание алгоритма

Воспользуемся алгоритмом Форда-Беллмана для поиска кратчайших путей из заданной вершины. Выбор обоснован тем, что вес рёбер может быть в том числе отрицательным, при этом, например, в алгоритме Дейкстры это не разрешено. Кроме того, алгоритм обнаруживает отрицательный цикл. Ниже описан подробный алгоритм:

Пусть массив кратчайших путей d, вершина, из которой осуществляется поиск путей v. Количество вершин n.

Изначально: $d[v] = 0$; $d[i] = inf$, для любого $0 < i < n, i \neq v$

1. Осуществляется проход по всем рёбрам: для каждого ребра src => dst алгоритм пытается улучшить значение d[dst] значением d[src] + c, где c – стоимость прохода из src в dst.
2. Предыдущий шаг повторяется n – 1 раз (доказывается, что столько раз достаточно).

Замечание: на самом деле, в программе проход осуществляется n раз, для того чтобы обнаружить отрицательный цикл. Очевидно, что если за n-ый проход хотя бы одно значение в массиве d улучшится, то в графе есть отрицательный цикл.

Оценка по времени

Исходя из описания алгоритма, мы можем сделать вывод, что сложность алгоритма составляет: O(m * n).

Оценка по памяти

Память в данном алгоритме затрачивается только на хранение рёбер в виде 3 целых чисел и на хранение массива с ответом.

V. Выводы по проделанной работе

Для решения поставленной задачи был реализован алгоритм Форда-Беллмана для поиска кратчайших путей в графе. Выбор обоснован тем, что вес рёбер может быть в том числе отрицательным, при этом, например, в алгоритме Дейкстры это не разрешено. Кроме того, алгоритм обнаруживает отрицательный цикл. Этот алгоритм может быть использован, например, в системе навигации для таксистов: вершина, из которой осуществляется поиск представляет собой местоположение водителя, а остальные вершины - местоположения клиентов и промежуточные пункты, тогда программа строит таблицу кратчайших путей до клиентов и выдаёт водителю (ребрами служат реальные дороги).

VI. Ответы на вопросы

1. Что такое граф?

Граф - это конечное множество вершин и ребер, соединяющих их.

2. Как представляются графы в памяти?

Графы могут быть представлены в виде таблицы смежности, списков достижимых вершин из каждой вершины, массива ребёр.

3. Какие операции возможны над графами?

- поиск вершин в графе
- поиск кратчайших путей от Vk до Vm
- поиск Эйлерова пути
- поиск Гамильтонова пути
- поиск кратчайших путей между всеми вершинами

4. Какие способы обхода графов существуют?

Поиск (обход) в глубину, в ширину.

5. Где используются графовые структуры?

Схемы авиалиний, схемы дорог.

6. Какие пути в графе Вы знаете?

Простой путь, гамильтонов, эйлеров, замкнутый.

7. Что такое каркасы графа?

Каркас графа - подграф данного графа, с тем же числом вершин, что и у исходного графа. Он получается из исходного графа удалением максимального числа рёбер, входящих в циклы, но без нарушения связности графа.