

## Einführung in die Diskrete Mathematik

### 3. Programmierübung

Implementieren Sie den SUKZESSIVE-KÜRZESTE-WEGE-ALGORITHMUS, um das ZUORDNUNGSPROBLEM zu lösen. Das Programm soll Laufzeit  $O(n^3)$  haben, wobei  $n = |V(G)|$  sei.

Für diese Programmieraufgabe gibt es 20 Punkte.

**Abgabe:** Der Quelltext des Programms muss bis **Donnerstag, 17. 1. 2019, 16:15 Uhr** per E-Mail beim jeweiligen Tutor eingegangen sein. Außerdem ist bis zu diesem Zeitpunkt ein Ausdruck des Quelltextes zusammen mit den Theorieaufgaben abzugeben.

Das Programm muss in C oder C++ geschrieben sein. Es wird empfohlen, C++ zu verwenden. In diesem Fall kann man zum Einlesen und Speichern der Graphen die Klasse `Graph` aus der Vorlesung “Algorithmische Mathematik I” aus dem Wintersemester 2016/2017 verwenden. Alle Datenstrukturen, die in dieser Vorlesung vorgestellt wurden, finden Sie hier:

<http://www.or.uni-bonn.de/~hougardy/alma/alma.html>

Sie können alle diese Programme und Datenstrukturen verwenden. Außerdem dürfen Sie die STL verwenden, aber keine weiteren externen Bibliotheken.

Zur Berechnung der kürzesten Wege soll Dijkstras Algorithmus benutzt werden. Dabei genügt eine Implementierung mit Laufzeit  $O(n^2)$ .

**Eingabeformat:** Eine gültige Datei, die einen Graphen beschreibt, hat das folgende Format:

```
Knotenanzahl
Knoten0a Knoten0b Kapazitaet0
Knoten1a Knoten1b Kapazitaet1
...
```

Die Einträge der Datei sind ausschließlich ganze Zahlen. Sie können voraussetzen, dass die Summe der Absolutbeträge aller Zahlen in der Eingabe kleiner als  $2^{31}$  ist. In der ersten Zeile steht eine einzelne positive gerade Zahl  $n$ , welche die Anzahl der Knoten angibt. Die Knoten werden von 0 bis  $n - 1$  durchnummeriert. Jede folgende Zeile kodiert genau eine Kante. Die ersten beiden Einträge einer Zeile sind die Nummern der Endknoten der Kante (wobei die Kante vom jeweils ersten angegebenen Knoten zum zweiten gerichtet sei). Die erste Nummer liegt dabei in  $\{0, \dots, \frac{n}{2} - 1\}$  und die zweite in  $\{\frac{n}{2}, \dots, n - 1\}$ . Der dritte Eintrag in der Zeile gibt die Kosten der Kante an.

Parallele Kanten kommen in den Instanzen nicht vor.

**Ausgabeformat:** Das Programm muss in der ersten Zeile der Ausgabe die Kosten der berechneten Lösung ausgeben. Danach folgen  $\frac{n}{2}$  weitere Zeilen, die jeweils genau zwei Zahlen enthalten und eine Kante der berechneten Lösung kodieren. Die Nummern in der jeweiligen Zeile geben dabei die Nummern der Endknoten an (wobei die kleinere Nummer zuerst stehen soll).

**Beispiel:** Eine Eingabedatei für einen Graphen mit sechs Knoten und sechs Kanten kann so aussehen:

```
6
2 5 37
0 3 12
0 4 -14
1 4 8
2 3 4
1 5 2
```

Die Ausgabe der Programms kann dann so aussehen (die letzten drei Zeilen können anders sortiert sein):

```
-8
0 4
2 3
1 5
```

Testinstanzen befinden sich auf der Seite

[http://www.or.uni-bonn.de/lectures/ws18/edm\\_uebung\\_ws18.html](http://www.or.uni-bonn.de/lectures/ws18/edm_uebung_ws18.html)

Sollten weitere Hinweise zu der Programmierübung notwendig sein, werden diese ebenfalls auf dieser Homepage bekanntgegeben.