

3. Programmierübung

Implementieren Sie den NETZWERK-SIMPLEX-ALGORITHMUS, um MINIMUM-COST-FLOW-PROBLEME zu lösen. Wir beschränken uns auf einfache Graphen und betrachte nur positive Kantenkosten. Sie können annehmen, dass die gegebene Instanz zulässig ist.

Das Programm soll in C/C++ unter Benutzung der GNU-Kompiler gcc oder g++ geschrieben werden. Das Programm soll durch einen Kommandozeilenaufruf gestartet werden und eine Textdatei einlesen, deren Name dem Programm als Argument übergeben wird.

Sie können die Klasse GRAPH (bzw. eine modifizierte Version davon) aus der Vorlesung “Algorithmische Mathematik I” im Wintersemester 2020/2021 verwenden. Alle Datenstrukturen, die in dieser Vorlesung gezeigt wurden, finden sich hier:

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

Sie können alle diese Programme und Datenstrukturen nutzen. Außerdem können Sie die STL benutzen, aber keine anderen externen Bibliotheken.

Einlesen der Eingabedaten:

Eine zulässige Eingabedatei sieht wie folgt aus:

Zahl der Knoten

Supply0

Supply1

...

Zahl der Kanten

Node0a Node0b Capacity0 Cost0

Node1a Node1b Capacity1 Cost1

...

Alle Einträge sind ganze Zahlen, und Sie können annehmen, dass die Summe der Absolutbeträge aller Einträge kleiner als 2^{31} ist.

Die erste Zeile enthält eine einzelne positive Zahl n , die die Zahl der Knoten angibt. Die folgenden n Zeilen spezifizieren die b -Werte der Knoten, also enthält jede dieser Zeilen genau eine Zahl. Wir nehmen an, dass die Knoten von 0 bis $n - 1$ durchnummeriert sind. Die Zahl in Zeile i gibt den b -Wert von Knoten $i - 2$ an (für $i = 2, \dots, n + 1$).

Die nächste Zeile (nach diesen $n + 1$ Zeilen) gibt die Zahl der Kanten an. Anschließend spezifizierte jede der folgenden Zeilen genau eine Kante. Die ersten beiden Einträge sind nicht-negative Zahlen, welche die beiden Endknoten der Kante angeben (wobei die Kante vom ersten zum zweiten Knoten gerichtet sei). Die dritte Zahl in der Zeile ist eine positive Zahl, welche die Kantenkapazität angibt. Der vierte (und letzte) Eintrag ist wieder eine positive Zahl, welche die Kantenkosten angibt. Der Index einer Kanten wird durch ihre Nummer in der Eingabdatei gegeben: Zeile i kodiert die Kante mit Index $i - 3 - n$ (für $i = n + 3, \dots, m + n + 2$, wobei m die Kantenzahl sei).

Ausgabeformat: In der ersten Zeile muss das Programm die Kosten der berechneten Lösung ausgeben. Jeder der folgenden Zeilen enthält genau zwei Zahlen. Die erste Zahl ist der Index einer Kante, und die zweite Zahl ist der Flusswert auf dieser Kante. Die Kantenindices müssen in aufsteigender Reihenfolge sortiert sein. Nur Kanten mit positivem Flusswert müssen ausgegeben werden.

Beispiel: Eine Eingabedatei, die einen Graphen mit fünf Knoten und sieben Kanten kodiert, kann so aussehen:

```
5
2
0
0
3
-5
7
0 1 1 1
1 2 1 1
0 2 5 3
0 3 7 5
3 2 3 4
2 4 2 1
3 4 3 2
```

Die Ausgabe muss dann so aussehen:

```
13
0 1
1 1
2 1
5 2
6 3
```

Testinstanzen befinden sich auf der Seite

http://www.or.uni-bonn.de/lectures/ws21/edm_uebung_ws21.html

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

Für diese Programmieraufgabe gibt es 20 Punkte.

Abgabe: Der Quelltext des Programms muss bis Dienstag, 18.1.2021, 16:15 Uhr per E-Mail beim jeweiligen Tutor eingegangen sein.