

## Praktikum zu Kapitel 5 (Single-Source-Shortest-Path-Algorithmen)

→ Kapitel 5.1 - Der Bellman-Ford Algorithmus

→ Kapitel 5.4 - Differenz-Bedingungen und kürzeste Wege

**Hinweis:** Benutzen Sie für die Softwareentwicklung und die Dokumentation das Tool Maven auf unserem Praktikumsserver. Beachten Sie die Vorgaben in der Datei *pom.xml*, insbesondere die Benennung der Praktikumsaufgaben, wie z.B.

```
<groupId>de.fhkoeln.inf.sysges.teamname.teamnameaufgabe4a</groupId>  
<artifactId>teamnameaufgabe4a</artifactId>
```

### Aufgabe 4 ( Graph-Tool, Bellman-Ford-Algorithmus )

a) Schreiben Sie eine Entwicklungs- und Testumgebung für Graphen, mit der *verbundene* und *nicht verbundene*, *gerichtete* und *ungerichtete* Graphen interaktiv erzeugt, grafisch dargestellt und elementare Graphoperationen wie

- *Tiefensuche*, *Breitensuche*,
- *Verbundene\_Komponenten*,
- *Tiefensuch\_Nummern*,
- *Konstruiere\_TS\_Bau* und
- *Finde\_ein\_Zykel*

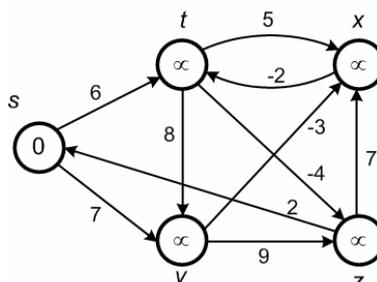
getestet werden können. Implementieren Sie die Graph-Methoden möglichst nahe am induktiven Pseudocode (→ Algorithmen-Kapitel 11).

Schreiben Sie die Graph-Klasse so, dass sie durch Ableitung erweiterbar ist und so spätere Erweiterungen einfach möglich sind, zum Beispiel:

- einer Kante Werte zuordnen, z.B. ein Gewicht, eine Kapazität, etc.
- einem Knoten Werte zuordnen, z.B. eine Markierung, der Wert eines kürzesten Weges von der Quelle zu diesem Knoten, etc.

Die für die Aufgabenstellung relevanten Graph-Operationen, wie z.B. der Relax-Schritt bei *Single-Source-Shortest-Path-Algorithmen* sollen in sinnvollen Einzelschritten ausführbar und interaktiv durch Mausclick oder Taste steuerbar sein.

b) **Programmieren** Sie den *Bellman-Ford-Algorithmus* (BFA) und testen Sie ihn mit folgendem Graph G:



Benutzen Sie beim Testen mit dem Graph in der Relax-Schleife folgende Kantenreihenfolge: (t,x), (t,y), (t,z), (x,t), (y,x), (y,z), (z,x), (z,s), (s,t), (s,y)

**Zur Dokumentation gehören:**

- Aufgabenstellung
- BFA und Relax in Pseudocode darstellen
- BFA-Algorithmus und seine Anwendbarkeit genau erklären
- Zulässige Lösungen des Beispiels diskutieren
- Laufzeiten diskutieren
- BFA-Korrektheitsbeweis skizzieren (Theorem 5.4, Cormen Theorem 24.4)

**Aufgabe 5** ( BFA-Modifikation )

Modifizieren Sie den Bellman-Ford-Algorithmus so, dass für alle Knoten  $v$  der Wert  $d[v]$  auf  $-\infty$  gesetzt wird, wenn es ein negatives Zykel auf einem Pfad von der Quelle zum Knoten  $v$  gibt.

**Aufgabe 6** ( Dijkstra vs. BFA )

Erläutern Sie den konzeptionellen Unterschied zwischen dem Algorithmus von **Dijkstra** und dem **Bellman-Ford**-Algorithmus. Gehen Sie insbesondere auf die Zeitkomplexität der beiden Algorithmen ein. Erklären Sie, warum Dijkstra's Algorithmus schneller ist.

**Aufgabe 7** ( Constraint-Graphen )

Berechnen Sie mit Hilfe der Constraint-Graphen-Methode (Kap 5.4) und des Bellman-Ford-Algorithmus eine zulässige Lösung für die folgenden beiden Systeme von Differenzbedingungen oder argumentieren Sie, dass keine zulässige Lösung existiert.

$$\begin{array}{l} x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 - x_4 \leq -4 \\ x_2 - x_3 \leq 2 \\ x_2 - x_5 \leq 7 \\ x_2 - x_6 \leq 5 \\ x_3 - x_6 \leq 10 \\ x_4 - x_2 \leq 2 \\ x_5 - x_1 \leq -1 \\ x_5 - x_4 \leq 3 \\ x_6 - x_3 \leq -8 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} x_1 - x_2 \leq 1 \\ x_1 - x_5 \leq 5 \\ x_2 - x_4 \leq -6 \\ x_3 - x_2 \leq 1 \\ x_4 - x_1 \leq 3 \\ x_4 - x_3 \leq 5 \\ x_4 - x_5 \leq 10 \\ x_5 - x_3 \leq -4 \\ x_5 - x_4 \leq -8 \end{array}$$