

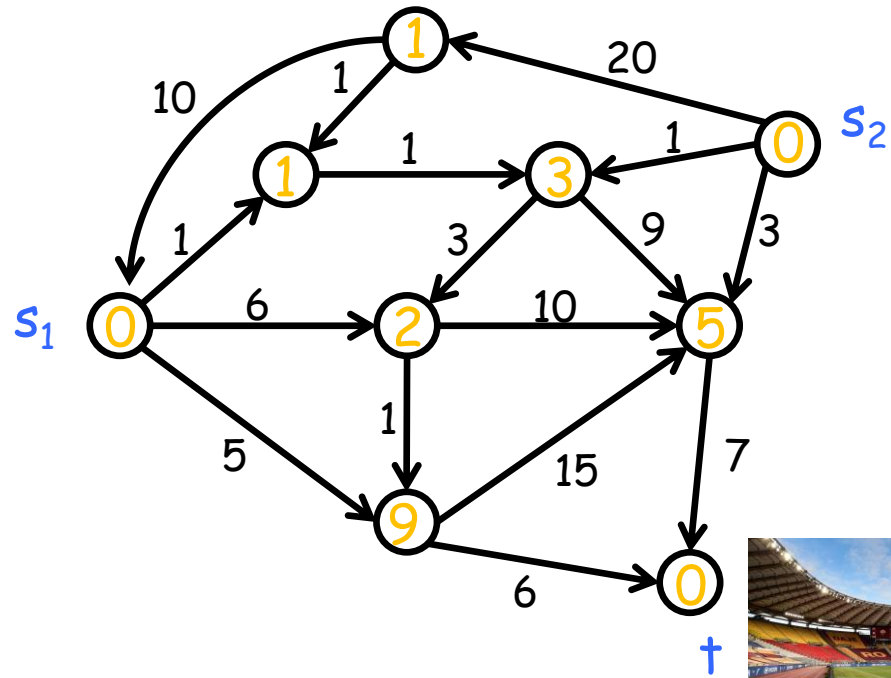
Esercitazione
9 gennaio 2023

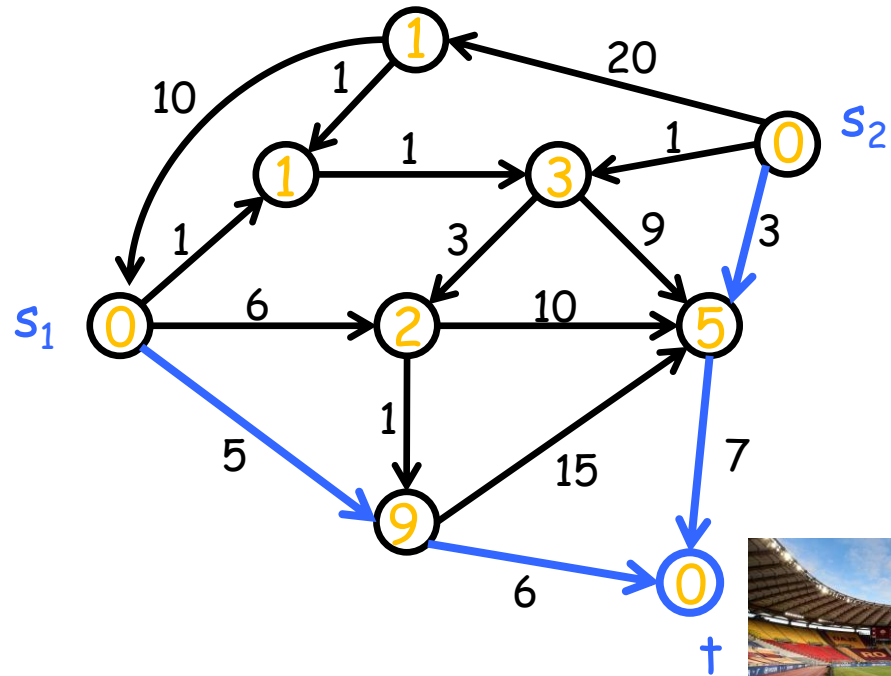
Esercizio 1:

Gualà e Clementi vanno a vedere la
(maggggica) Roma

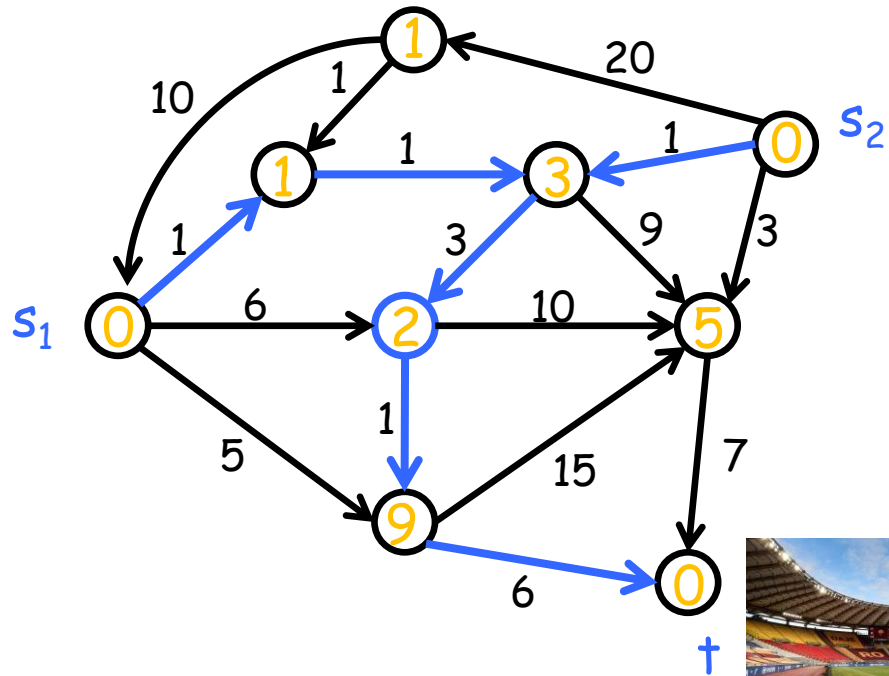
Problema (Gualà e Clementi vanno a vedere la (maggggica) Roma)

Una città è modellata come un grafo diretto e pesato $G = (V, E, w)$, dove ad ogni arco $e \in E$ è associato un peso $w(e) \geq 0$ che rappresenta il costo, in termini di benzina consumata, per attraversare l'arco (strada) e . In questa città, i vostri docenti del corso di algoritmi, Gualà e Clementi, vogliono andare a vedere la partita della Roma allo stadio, che si trova nel nodo t . Loro sono rispettivamente nei nodi s_1 e s_2 , e possiedono una macchina ciascuno. Volendo, possono incontrarsi in un nodo del grafo, parcheggiare una delle due macchine, e proseguire insieme. Ma di solito in questa città, parcheggiare costa. Per ogni nodo v , dunque, conoscono il costo $c(v)$ del parcheggio presente in v (si può assumere per semplicità che $c(s_1) = c(s_2) = c(t) = 0$). Progettate un algoritmo che in tempo $O(m + n \log n)$ calcoli la soluzione che Gualà e Clementi devono adottare per spendere complessivamente il meno possibile in termini di corso della benzina più costo del parcheggio.

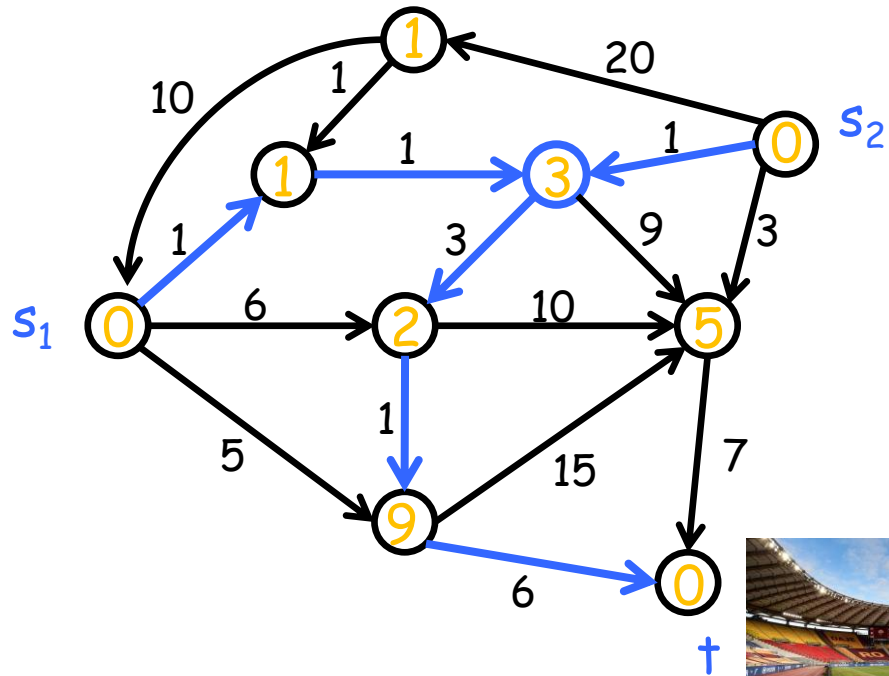




$$\text{costo} = 11 + 10 + 0 = 21$$



$$\text{costo} = 5 + 4 + 2 + 7 = 18$$



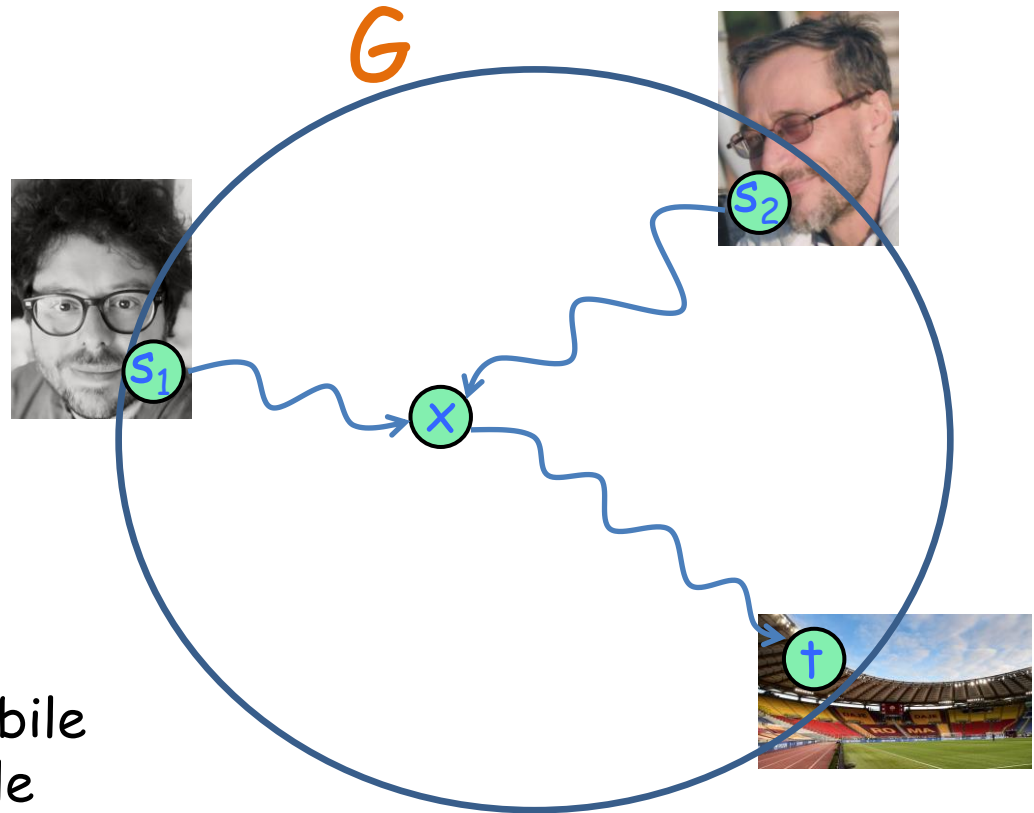
$$\text{costo} = 2 + 1 + 3 + 10 = 16$$

idea: "indovinare" il nodo x dove Gualà e Clementi si incontrano per lasciare una macchina

$$\text{cost}(x) := d(s_1, x) + d(s_2, x) + c(x) + d(x, t)$$

$\text{cost}(x)$: costo totale se
Gualà e Clementi
parcheggiano una
macchina in x

osservazione: $\text{cost}(x)$ è disponibile
in tempo costante se ho tutte le
distanze a singola sorgente da
 s_1, s_2 , e verso t



corretto?

sì: provo tutti gli x

complessità?

$$\text{cost}(x) := d(s_1, x) + d(s_2, x) + c(x) + d(x, t)$$

Algoritmo

- calcola distanze/SPT con sorgenti s_1, s_2 } $O(m+n \log n)$
- calcola distanze/SPT verso t
(calcolando distanze/SPT con sorgente t
nel grafo con archi girati al contrario) } $O(m+n \log n)$
- $z = \arg \min_{x \in V} \text{cost}(x)$ } $O(n)$
- restituisci $\text{cost}(z)$ } $O(1)$

➡ $O(m+n \log n)$

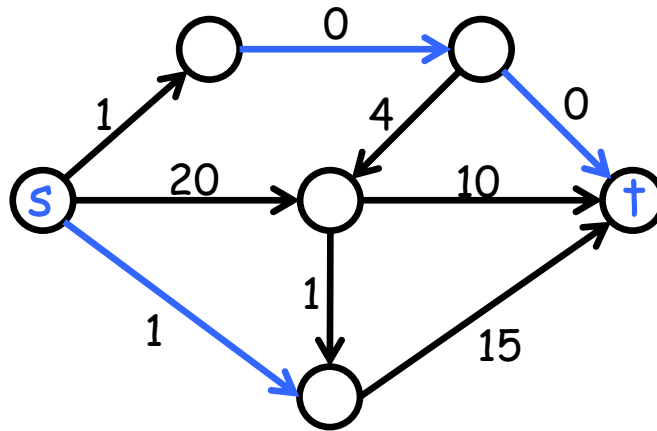
Esercizio 2:

(Ex 3, PS 2020).

Input:

- grafo orientato $G=(V,E,w)$ con pesi non negativi
- $B \subseteq E$ sottoinsieme di archi **blu**
- k intero, $s, t \in V$

Output: un cammino di costo minimo da s a t che usa al più k archi blu



$k=1$

idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

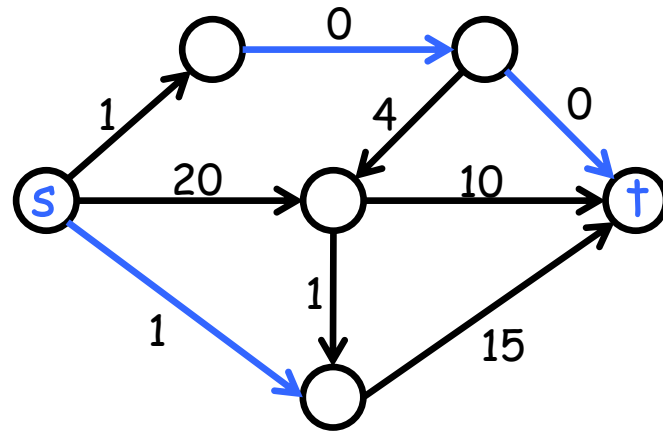
G SEGNATO E' GRAFO SENZA ARCHI BLU

$\bar{G} = (V, E \setminus B)$

per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\bar{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato



k=1

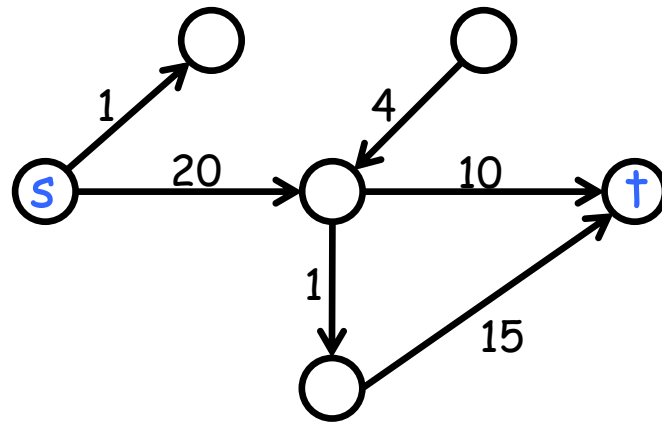
idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

$$\overline{G} = (V, E \setminus B)$$

per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\overline{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato



k=1

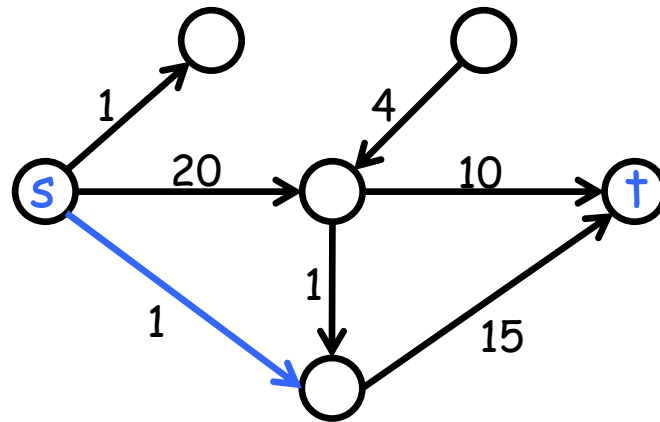
idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

$$\overline{G} = (V, E \setminus B)$$

per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\overline{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato



k=1

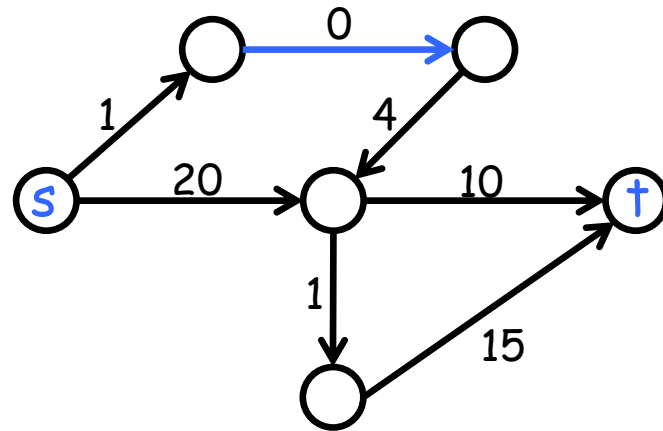
idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

$$\overline{G} = (V, E \setminus B)$$

per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\overline{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato



k=1

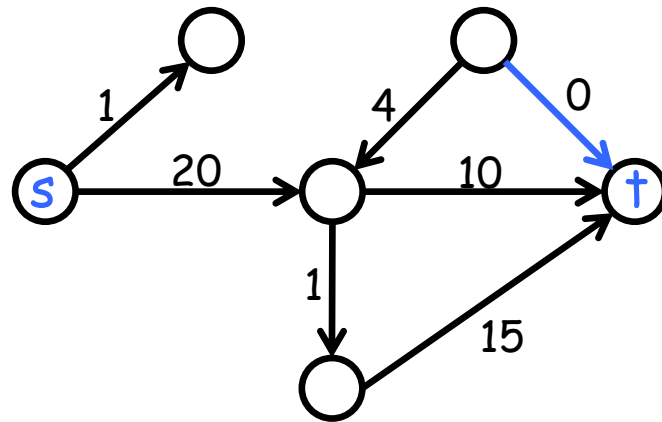
idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

$$\overline{G} = (V, E \setminus B)$$

per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\overline{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato



k=1

idea 1: "indovinare" i k archi blu della soluzione.

$$\overline{G} = (V, E \setminus B)$$

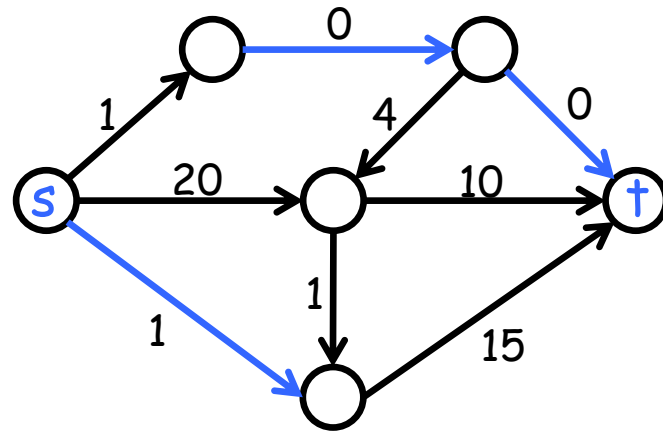
per ogni k-tupla F di archi in B:

- calcola il cammino minimo da s a t nel grafo $\overline{G} + F$

restituisce il miglior cammino trovato

correttezza?

- ogni cammino calcolato è un cammino ammissibile;
- quando guardo la k-tupla usata dalla soluzione (o un sovrainsieme) il cammino calcolato è quello ottimo cercato



k=1

complessità?

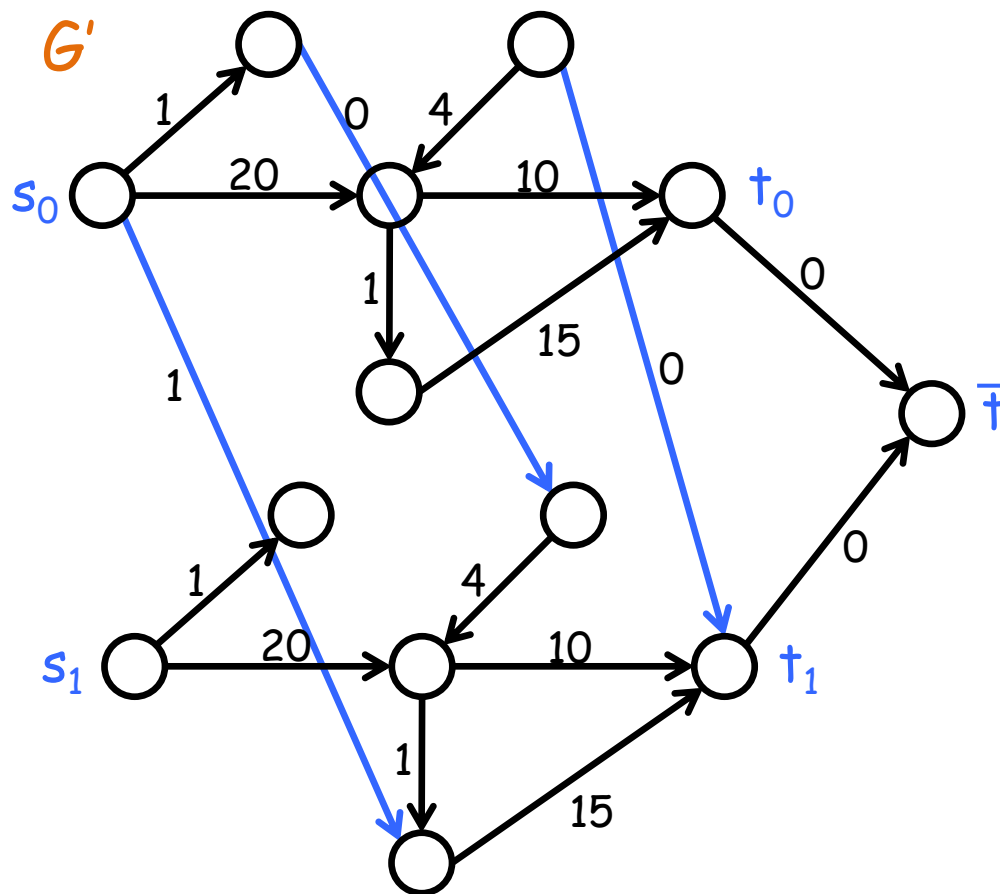
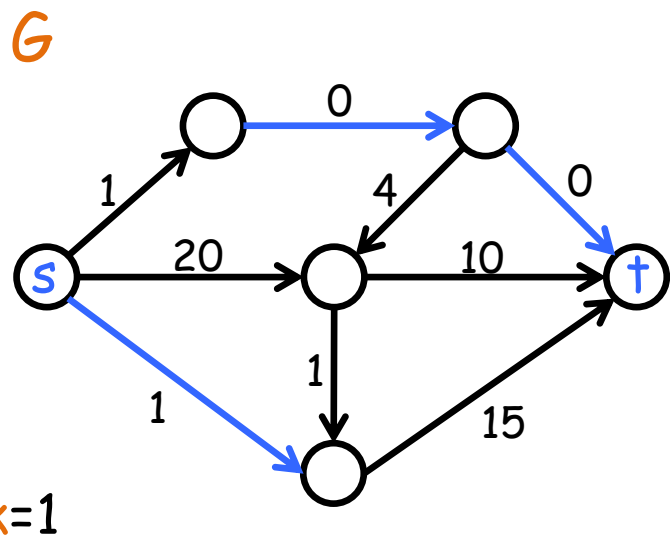
$$O(|B|^k(m+n \log n))$$

idea 2: ridurre il problema al calcolo di un cammino minimo su un opportuno grafo ausiliario G'

- G' fatto "a livelli"

-ogni volta che uso un arco blu sono costretto a cambiare livello

-#livelli dipende da k



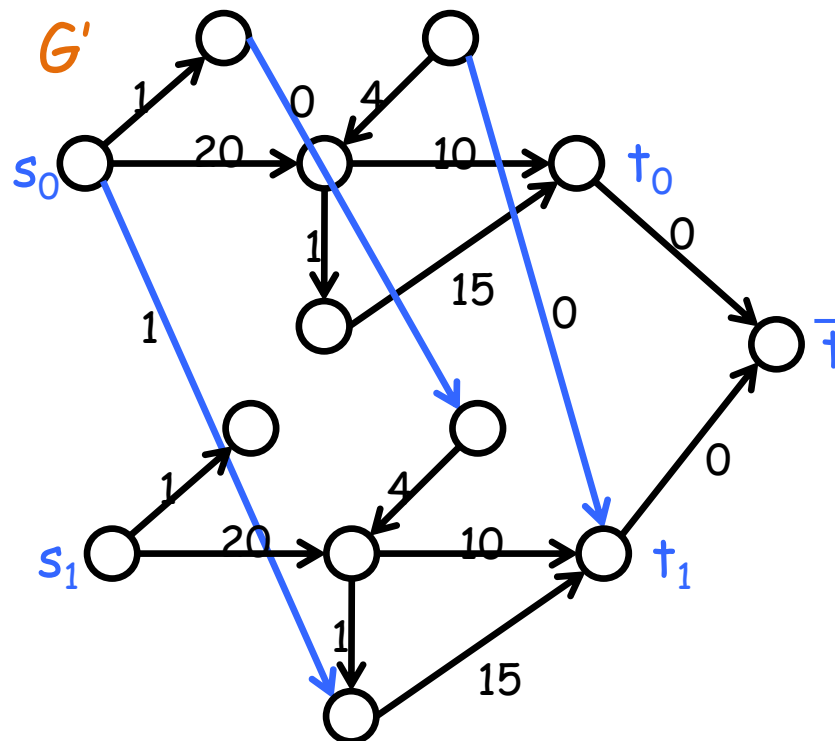
nodi:

- per ogni $v \in V$ ho $k+1$ nodi v_0, v_1, \dots, v_k
- un nodo \bar{t}

archi:

- per ogni arco (u,v) non blu in G ho gli archi (u_i, v_i) , $i=0,1,\dots,k$ di peso $w(u,v)$
- per ogni arco (u,v) blu in G ho gli archi (u_i, v_{i+1}) , $i=0,1,\dots,k-1$ di peso $w(u,v)$
- ho archi (t_i, \bar{t}) , $i=0,1,\dots,k$, di peso 0

soluzione cercata: cammino minimo in G' da s_0 a \bar{t}



correttezza:

Proprietà:

Esiste un cammino in G da s a t che usa al più k archi blu di costo W
se e soltanto se esiste un cammino in G' da s_0 a \bar{t} di costo W .

complessità:

dimensione di G' :

$$n' = n(k+1) + 1 = \Theta(nk)$$

$$m' \leq (k+1)m + k = \Theta(mk)$$

-costruzione di G' :

$$O(m' + n') = O(k(m+n))$$

-calcolo cammino minimo in G' :

$$O(m' + n' \log n') = O(k(m+n \log n))$$

$$O(k(m+n \log n))$$