

Esame di Ricerca Operativa - 20 settembre 2022

Facoltà di Scienze MM.FF.NN. - Verona

- **CORREZIONE** - punti in palio: 46, con voto \geq punti + k , $k \geq 0$

Problema 1 (5 punti [modellazione]):

Un traghetto ha tre compartimenti per il trasporto delle merci: prua, poppa, stiva. Vi sono dei limiti sul peso e volume di merce trasportabile nei tre compartimenti. La seguente tabella specifica tali limiti in megagrammi (tonnellate) ed in metri cubi, rispettivamente:

Compartimento	Peso (Mg)	Spazio (m^3)
Prua	10	6800
Poppa	16	8700
Stiva	8	5300

Inoltre, per garantire un galleggiamento bilanciato del traghetto, il peso del carico deve essere ripartito sui tre compartimenti secondo le stesse percentuali delle capacità totali dei singoli compartimenti.

Per il prossimo viaggio abbiamo a disposizione le seguenti 4 tipologie di merce da carico.

Cargo	Peso (Mg)	Volume (m^3 /Mg)	Profitto (Euro/Mg)
C_1	18	480	310
C_2	15	650	380
C_3	23	580	350
C_4	12	390	285

Una qualsiasi porzione di queste merci disponibili può essere trasportata (la tabella specifica solo la quantità massima, ossia quella attualmente presente nei magazzini di terra). Formulare come problema di programmazione lineare il problema di determinare quanto trasportare di ciascuna merce e come ripartirla sui compartimenti col fine di massimizzare il profitto.

svolgimento. Preferisco questo problema resti come esercizio aperto, maggiormente utile per esercitarsi. Per i pochi che si sono iscritti a questo appello autunnale, nel prossimo periodo (di lezioni) sarà facile reperirmi ove servissero spiegazioni e per visionare insieme il compito.

Problema 2 (6 punti):

Trovare la più lunga sottosequenza comune tra le stringhe $s = \text{CTATAGAGGTCACTATG}$ e $t = \text{ATGCAGCTAGGACTGT}$. Fare lo stesso con alcuni prefissi di s e t .

2.1(1pt) quale è la più lunga sottosequenza comune tra s e t ?

2.2(1pt) e nel caso sia richiesto che la sottosequenza comune termini con 'T'?

2.3(1pt) quale è la più lunga sottosequenza comune tra s e il prefisso $t_9 = \text{ATGCAGCTA}$ di t ?

2.4(1pt) quale è la più lunga sottosequenza comune tra t e il prefisso $s_8 = \text{CTATAGAG}$ di s ?

2.5 (1pt) quale è la più lunga sottosequenza comune tra t_9 e s_8 ?

2.6 (1pt) quale è la più lunga sottosequenza comune tra s e t che abbia CCA come suffisso?

svolgimento. Dapprima compilo la seguente tabella di programmazione dinamica.

$s \setminus t$	-	A	T	G	C	A	G	C	T	A	G	G	A	C	T	G	T
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
T	0	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
A	0	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
G	0	1	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
A	0	1	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6
G	0	1	2	3	3	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7
G	0	1	2	3	3	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	7
T	0	1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8
C	0	1	2	3	4	4	5	6	6	6	6	7	7	8	8	8	8
A	0	1	2	3	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8
C	0	1	2	3	4	5	5	6	6	7	7	7	8	9	9	9	9
T	0	1	2	3	4	5	5	6	7	7	7	7	8	9	10	10	10
A	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	8	8	8	9	10	10	10
T	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	8	8	8	9	10	10	11
G	0	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	9	9	10	11	11

Possiamo ora fornire le seguenti risposte.

tipo di sottosequenza comune	lunghezza	sottosequenza
qualsiasi	11	ATAGAGGACTG
termina con 'T'	11	ATAGAGGACTT
tra s e t_9	8	ATGAGCTA
tra s_8 e t	7	TATAGAG
tra s_8 e t_9	5	ATGAG
con CCA come suffisso	6	ATGCCA

Problema 3 (7 punti):

Un robot R , inizialmente situato nella cella A-1, deve portarsi nella sua home H situata nella cella I-10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	R	2	3	1	1	1	0	0	•	6
B	3	3	1	0	•	•	0	0	0	5
C	2	•	0	•	0	0	1	1	1	4
D	0	0	1	0	0	0	1	•	0	3
E	0	0	•	1	0	1	2	0	0	2
F	0	1	1	1	•	3	•	3	1	1
G	3	•	0	1	2	0	0	4	1	•
H	2	1	2	1	2	1	2	1	2	0
I	4	4	3	3	2	2	1	•	0	H

I movimenti base possibili sono il passo verso destra (ad esempio dalla cella A-3 alla cella A-4) ed il passo verso in basso (ad esempio dalla cella A-3 alla cella B-3). Tuttavia il robot non può visitare le celle occupate da un pacman (•). Quanti sono i percorsi possibili? Inoltre, in ogni cella non occupata da un pacman (•) è presente un premio il cui valore è riportato nella cella stessa. Potremmo quindi essere interessati al massimizzare la somma dei valori dei premi raccolti lungo il percorso.

3.1(1pt) Quanti sono i percorsi possibili se la partenza è in A-1?

3.2(1pt) e se la partenza è in B-3?

3.3(1pt) e se con partenza in A-1 il robot deve giungere in F-6?

3.4(1pt) e se con partenza in A-1 ed arrivo in I-10 al robot viene richiesto di passare per la cella D-5?

3.5(1pt) Quale è il massimo valore in premi raccogliabili lungo una traversata da A-1 a I-10?

3.6(2pt) Quanti sono i percorsi possibili che assicurino di portare a casa tale massimo valore?

svolgimento. La risposta alle prime due domande può essere reperita nella rispettiva cella della seguente tabella di programmazione dinamica, dove in ogni cella C, partendo da quelle in basso a destra, si è computato il numero di percorsi che vanno dalla cella C alla cella I-10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>A</i>	370	154	86	18	18	18	18	4	•	0
<i>B</i>	216	68	68	0	•	•	14	4	2	0
<i>C</i>	148	•	68	•	74	34	10	2	2	0
<i>D</i>	148	94	68	68	40	24	8	•	2	0
<i>E</i>	54	26	•	28	16	16	8	8	2	0
<i>F</i>	28	26	26	12	•	8	•	6	2	0
<i>G</i>	2	•	14	12	10	8	6	4	2	•
<i>H</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<i>I</i>	0	0	0	0	0	0	0	•	1	1

Per rispondere alle due seguenti domande compilo un'ulteriore tabella, dove in ogni cella *C*, partendo da quelle in alto a sinistra, si computa il numero di percorsi che vanno dalla cella A-1 alla cella *C*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>A</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	•	0
<i>B</i>	1	2	3	4	•	•	1	2	2	2
<i>C</i>	1	•	3	•	0	0	1	3	5	7
<i>D</i>	1	1	4	4	4	4	5	•	5	12
<i>E</i>	1	2	•	4	8	12	17	17	22	34
<i>F</i>	1	3	3	7	•	12	•	17	39	73
<i>G</i>	1	•	3	10	10	22	22	39	78	•
<i>H</i>	1	1	4	14	24	46	68	107	185	185
<i>I</i>	1	2	6	20	44	90	158	•	185	370

Ritrovare il valore 370 ci conforta, forse non abbiamo introdotto errori di calcolo nel computo delle due tabelle. La risposta alla terza domanda è contenuta nella rispettiva cella di questa seconda tabella.

La quarta domanda richiede di combinare le informazioni provenienti dalle due tabelle: la risposta è ottenuta come prodotto dei due valori riportati nelle due tabelle entro la cella di passaggio obbligato per il robot.

Per rispondere alle ultime due domande compilo un'ulteriore tabella, dove in ogni cella *C*, partendo da quelle in alto a sinistra, si computa il minimo costo di un percorso che va dalla cella A-1 alla cella *C*. Computiamo e riportiamo inoltre in piccolo, per ogni cella *C*, il numero di tali percorsi di costo minimo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0 ₁	2 ₁	5 ₁	6 ₁	7 ₁	8 ₁	8 ₁	8 ₁	•	6 ₀
B	3 ₁	6 ₁	7 ₁	7 ₁	•	•	8 ₁	8 ₂	8 ₂	13 ₂
C	5 ₁	•	7 ₁	•	0 ₀	0 ₀	9 ₁	10 ₁	11 ₁	17 ₂
D	5 ₁	5 ₁	8 ₁	8 ₁	8 ₁	8 ₁	10 ₁	•	11 ₁	20 ₂
E	5 ₁	5 ₂	•	9 ₁	9 ₁	10 ₁	12 ₂	12 ₂	12 ₂	22 ₂
F	5 ₁	6 ₃	7 ₃	10 ₁	•	13 ₁	•	15 ₂	16 ₂	23 ₂
G	8 ₁	•	7 ₃	11 ₁	13 ₁	13 ₂	13 ₂	19 ₂	20 ₂	•
H	10 ₁	11 ₁	13 ₁	14 ₁	16 ₁	17 ₁	19 ₁	20 ₃	22 ₅	22 ₅
I	14 ₁	18 ₁	21 ₁	24 ₁	26 ₁	28 ₁	29 ₁	•	22 ₅	22 ₁₀

Leggendo i valori riportati nella cella I-10 scopriamo che il massimo valore raccogliabile lungo una traversata é di 22, e che esistono 10 diversi possibili percorsi per raccogliere questo valore.

Riportiamo quindi i risultati finali.

consegna	numero percorsi
A-1 → I-10	370
B-3 → I-10	68
A-1 → F-6	12
passaggio per D-5	40*4 = 160
massimo valore	22
numero di max-val paths	10

Per maggiori e precise informazioni sulla logica con cui siano state compilate le varie tabelle di programmazione dinamica rimandiamo al codice c++ che le ha prodotte. Esso è reso disponibile nella stessa cartella della presente correzione.

Problema 4 (3+3=6 punti):

Formulare come un problema di PLI il problema di trovare la più lunga sottosequenza strettamente crescente di una sequenza assegnata $s = s_1 s_2 \cdots s_n$ di valori interi.

(2pt) Nel caso in cui $n = 7$, $s_1 = 33$, $s_2 = 18$, $s_3 = 50$, $s_4 = 22$, $s_5 = 45$, $s_6 = 72$, $s_7 = 64$.

(3pt) In generale.

svolgimento. (3pt) Preferisco affrontare una volta per tutte il caso generale, e poi istanziare il caso particolare senza ripetizioni. La prima cosa da fare è introdurre delle variabili che consentano di descrivere lo spazio delle scelte. Abbiamo una variabile $x_i \in \{0, 1\}$ per $i = 1, 2, \dots, n$, con l'idea che 1 significa "elemento s_i della sequenza s incluso nella sottosequenza soluzione" mentre 0 significa la negazione di quanto sopra.

Volendo massimizzare la cardinalità della sottosequenza crescente riscontrata adotteremo la seguente funzione obiettivo:

$$\max \sum_{i=1}^n x_i$$

Avremo una famiglia di vincoli intesi ad imporre la stretta crescita: di fatto una sequenza é crescente se e solo se non contiene due elementi di cui il primo ecceda il secondo, ed é questa condizione “locale” che non risulta difficile formulare tramite i seguenti vincoli.

$$x_i + x_j \leq 1 \text{ per ogni coppia } i, j = 1, 2, \dots, m \text{ con } i < j \text{ tale che } s_i \geq s_j.$$

(3pt) Nel caso particolare dell’istanza proposta ($n = 7$ e 5 inversioni) questo si traduce nel seguente problema di PLI con 7 variabili e 5 vincoli:

$$\begin{aligned} \max \quad & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \\ \text{s.t.} \quad & x_1 + x_2 \leq 1 \\ & x_1 + x_4 \leq 1 \\ & x_3 + x_4 \leq 1 \\ & x_3 + x_5 \leq 1 \\ & x_6 + x_7 \leq 1 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \in \{0, 1\} \end{aligned} \tag{1}$$

Problema 5 (7 punti):

Si consideri la seguente sequenza di numeri naturali (la prima riga serve solo ad indicizzarla).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
58	50	48	43	47	36	29	23	52	32	6	47	26	38	13	11	49	46	54	31	12	44	28	19	45

- 5.1(1pt)** trovare una sottosequenza (strettamente) decrescente che sia la più lunga possibile. Specificare quanto è lunga e fornirla.
- 5.2(1pt)** una sequenza è detta una Z-sequenza, o sequenza decrescente con un possibile ripensamento, se esiste un indice i tale che ciascuno degli elementi della sequenza, esclusi al più il primo e l’ i -esimo, sono strettamente minori dell’elemento che immediatamente li precede nella sequenza. Trovare la più lunga Z-sequenza che sia una sottosequenza della sequenza data. Specificare quanto è lunga e fornirla.
- 5.3(1pt)** trovare la più lunga sottosequenza decrescente che includa l’elemento di valore 52. Specificare quanto è lunga e fornirla.
- 5.4(1pt)** trovare una sottosequenza decrescente che sia la più lunga possibile ma eviti di utilizzare i primi 4 elementi. Specificare quanto è lunga e fornirla.
- 5.5(1pt)** trovare una sottosequenza decrescente che sia la più lunga possibile ma eviti di utilizzare gli elementi dal 13-esimo a 16-esimo. Specificare quanto è lunga e fornirla.
- 5.6(2pt)** fornire un minimo numero di sottosequenze (non-strettamente) crescenti tali che ogni elemento della sequenza fornita ricada in almeno una di esse. Specificare quante sono e fornirle.

tipo sottosequenza	opt val	soluzione ottima
decescente		
Z-sequenza		
decescente con 52		
evita i primi 4		
evita da 13-mo a 16-mo		
minima copertura		

svolgimento. Dapprima compilo la seguente tabella di programmazione dinamica.

CRESCENTE																								
⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
9	8	7	6	6	5	4	3	6	4	1	5	3	4	2	1	5	4	4	3	1	3	2	1	1
58	50	48	43	47	36	29	23	52	32	6	47	26	38	13	11	49	46	54	31	12	44	28	19	45
1	2	3	4	2	5	6	7	2	6	8	4	7	6	8	9	3	5	2	7	9	6	8	9	8
←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

CRESCENTE

Possiamo ora fornire le seguenti risposte.

tipo sottosequenza	opt val	soluzione ottima
decescente	9	58, 50, 48, 43, 40, 29, 23, 13, 11
Z-sequenza	14	58, 50, 48, 43, 40, 29, 23, 13, 11, 49, 46, 31, 28, 19
decescente con 60	7	58, 52, 47, 38, 31, 28, 19
evita i primi 4	6	51, 40, 29, 23, 13, 11
evita da 13-mo a 16-mo	9	58, 50, 48, 43, 40, 32, 31, 28, 19
minima copertura	9	$\underbrace{56}_{1}; \underbrace{50, 51, 52, 54}_{2}; \underbrace{48, 49}_{3}; \underbrace{43, 47}_{4}; \underbrace{40, 46}_{5}; \underbrace{29, 32, 38, 44}_{6}; \underbrace{23, 26, 31}_{7}; \underbrace{6, 13, 28, 45}_{8}; \underbrace{11, 12, 19}_{9}$

Dove per il penultimo punto (5.5) si é osservato dalla tabella di DP (ultima riga) che:

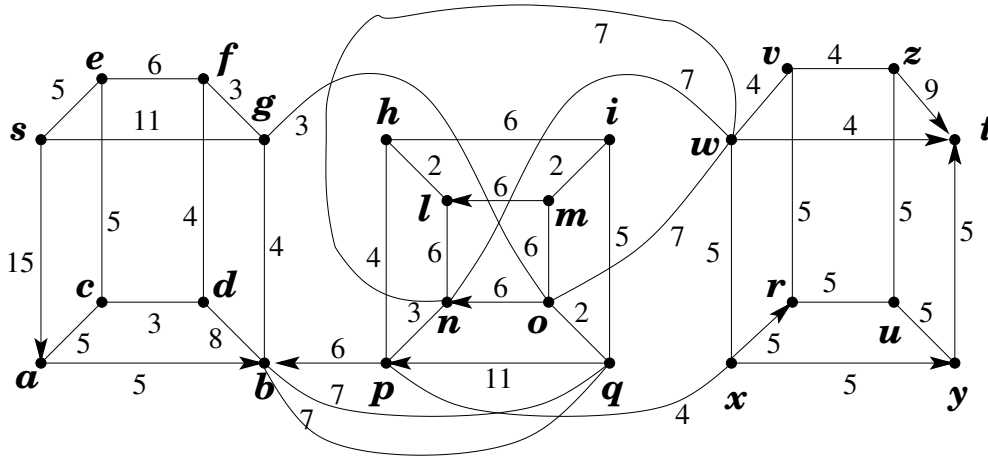
- per raccogliere 8 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 6,
- per raccogliere 7 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 23,
- per raccogliere 6 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 32,
- per raccogliere 5 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 40,
- per raccogliere 4 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 47,
- per raccogliere 3 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 48,
- per raccogliere 2 elementi sul solo lato sinistro, l'ultimo deve valere massimo 52,
- per raccogliere 1 elementi sul solo lato sinistro, esso deve valere massimo 66,

e si sono poi ordinatamente combinate queste osservazioni con analoghe osservazioni concernenti le migliori (non-dominate) scelte relative al come giocarsi il lato destro, sempre come lette dalla tabella (prima riga). La scelta migliore si è rilevata quella di prendere 6 elementi a sinistra (terminando in un 32) e 3 elementi a destra (cominciando con un 31); sono due scelte compatibili in quanto $32 > 31$.

Infine, per l'ultimo punto (5.6) ho costruito la sequenza crescente i -esima collocando in essa tutti quei numeri della sequenza in input tali che la massima lunghezza di una sequenza decrescente terminante in essi, come calcolata nell'ultima riga della tabella di PD, era precisamente i .

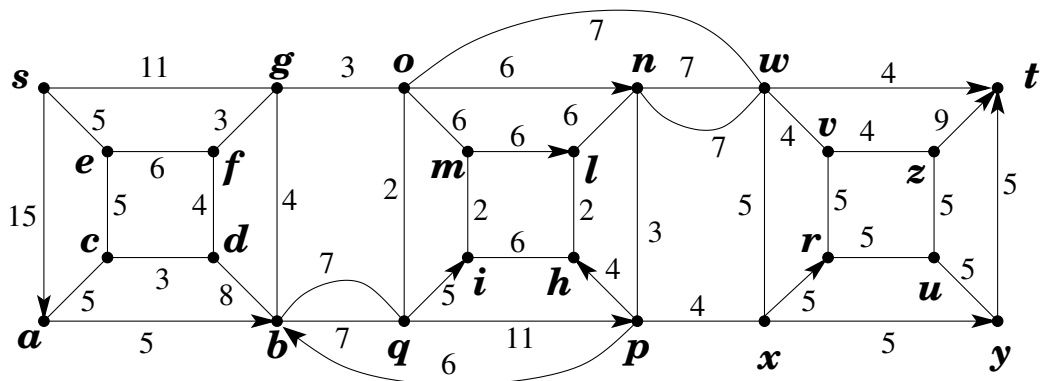
Problema 6 (15 punti):

Si consideri il grafo G , con pesi sugli archi, riportato in figura.



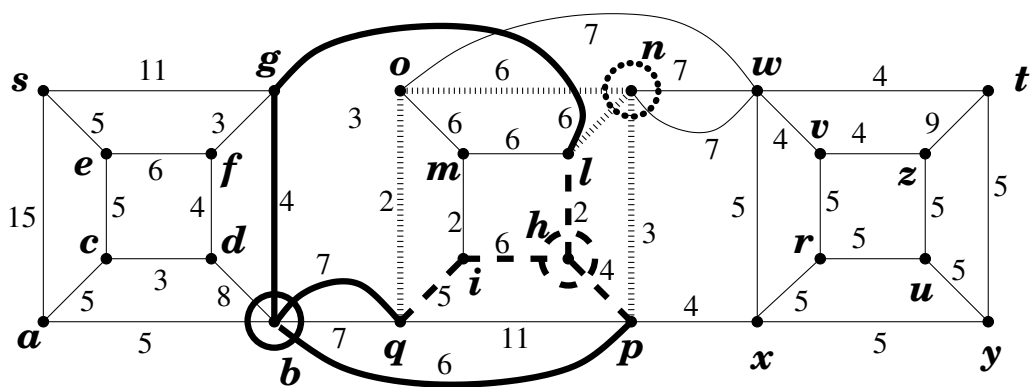
- 6.1.(2pt) Dire, certificandolo, (1) se il grafo G è planare oppure no; (2) se il grafo G' ottenuto da G rimpiazzando l'arco go con l'arco gl è planare oppure no.
- 6.2.(2pt) Fornendo i certificati del caso, dire quale sia il minimo numero di archi la cui rimozione renda bipartito: (1) il grafo G ; (1) il grafo G' .
- 6.3.(1pt) Trovare un albero ricoprente di G di peso minimo.
- 6.4.(3pt) Per ciascuno dei seguenti archi dire, certificandolo, se esso appartenga a (tutte / a nessuna / a qualcuna ma non a tutte) le soluzioni ottime: fg , wx , ln .
- 6.5.(1pt) Trovare tutti gli alberi ricoprenti di peso minimo. (Dire quanti sono e specificare con precisione come generarli).
- 6.6.(1pt) Trovare un albero dei cammini minimi da s e determinare le distanze di tutti i nodi da s .
- 6.7.(1pt) Trovare tutti gli alberi dei cammini minimi da s . (Dire quanti sono e specificare con precisione come generarli).
- 6.8.(2pt) Trovare un massimo flusso dal nodo s al nodo t .
- 6.9.(2pt) Certificare l'ottimalità del flusso massimo dal nodo s al nodo t .

risposte. Il fatto che G sia planare può essere messo in evidenza esibendo il planar embedding in figura.

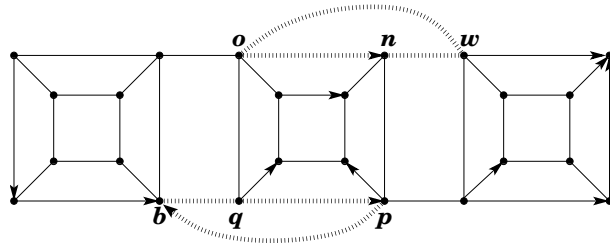


Nello svolgimento dei successivi punti converrà riferirsi al planar drawing fornito sopra.

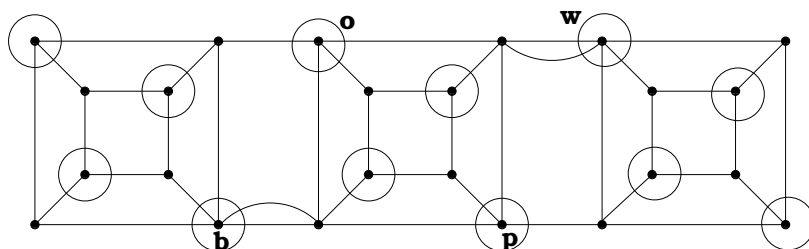
Invece G' non è planare come messo in evidenza (=certificato) dal sottografo isomorfo ad una $K_{3,3}$ -subdivision esibito in figura.



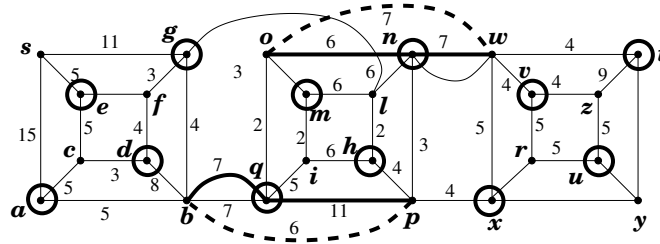
Il fatto che G non sia bipartito, e che sia richiesta la rimozione di almeno due archi per renderlo tale, è certificato dai due cicli dispari disgiunti sugli archi rappresentati in figura.



In effetti la rimozione di 2 soli archi (ow e pb) basta a rendere G bipartito come esibito in figura.



Il grafo G' ottenuto da G rimpiazzando l'arco go con l'arco gh non é bipartito, ed almeno archi devono essere rimossi per renderlo tale come messo in evidenza dai 2 cicli dispari giunti sugli archi esibiti nella seguente figura (sempre i 2 triangoli onw e bqp).



1 modo: prendi i 4 archi verticali.

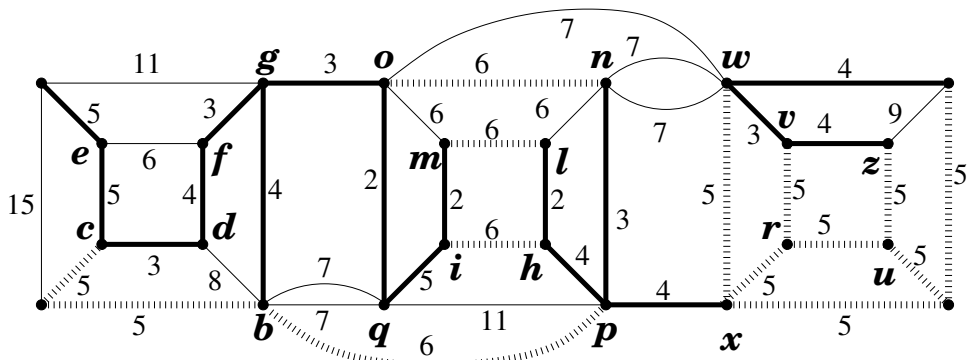
12 modi: prendi due archi del quadrato (base della piramide) adiacenti e due verticali; ci sono 4 modi per scegliere 2 archi adiacenti in un quadrato, e un arco verticale deve prendere il nodo altrimenti lasciato isolato mentre l'altro può essere liberamente scelto tra 3.

8 modi: prendi due archi del quadrato non adiacenti e due verticali; ci sono 2 modi per scegliere 2 archi adiacenti in un quadrato, e $2 \cdot 2 = 4$ modi per scegliere i due archi verticali in modo da connettere i 2 archi scelti nel quadrato.

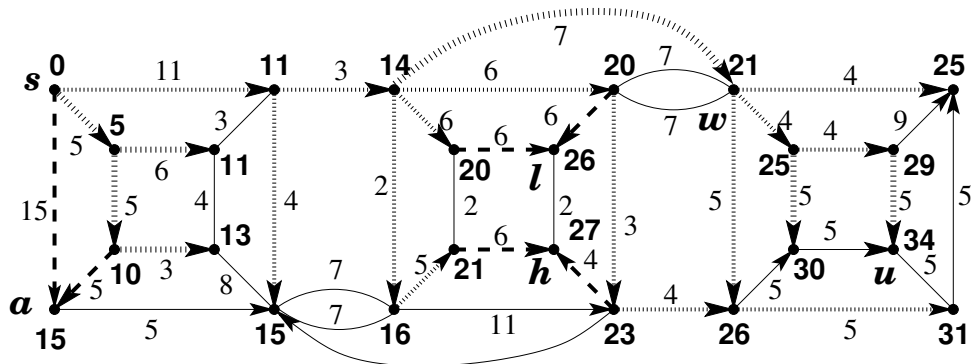
fg in tutte le soluzioni ottime in quanto unico arco di peso minimo nel taglio che separa i nodi s, e, a, c, f, d da tutti gli altri nodi;

wx in qualche soluzione ottima in quanto arco di peso minimo nel taglio che separa i nodi w, v, z, t da tutti gli altri nodi (primo certificato) ma non in tutte le soluzioni ottime in quanto arco di peso massimo nel ciclo $wxrv$;

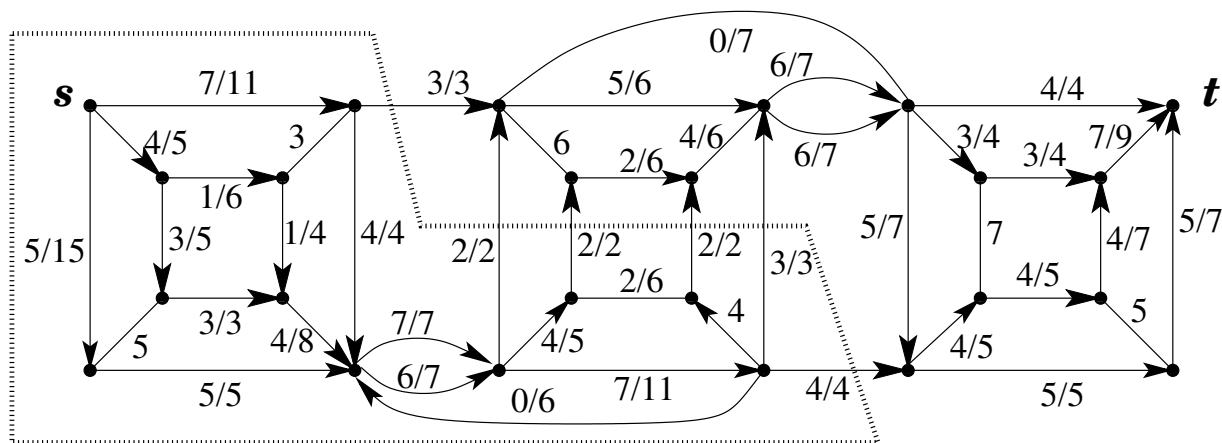
ln in nessuna soluzione ottima in quanto unico arco di peso massimo nel ciclo $lnph$.



La seguente figura esprime la famiglia degli alberi dei cammini minimi dal nodo s . Ci sono $2^3 = 8$ alberi dei cammini minimi dal nodo s e ciascuno di essi include i 21 archi in linea spessa, più uno qualsiasi dei 2 archi tratteggiati entranti nel nodo a , uno qualsiasi dei 2 archi tratteggiati entranti nel nodo h , uno qualsiasi dei 2 archi tratteggiati entranti nel nodo l .



La seguente figura esibisce un flusso massimo (non esibisco tutti i passaggi che ho dovuto compiere per ottenerlo) ed un taglio (minimo) che ne dimostra l'ottimalità.



Il flusso ha valore 16 e satura l'insieme degli archi che attraversano la curva tratteggiata portandosi dal lato di s al lato di t . Questi 6 archi costituiscono pertanto un minimo s, t -taglio, anch'esso di valore 16 e che certifica pertanto l'ottimalità del flusso proposto.

CONSIGLI SU COME PREPARARSI ALL'ESAME

Per conseguire un voto per l'insegnamento di Ricerca Operativa devi partecipare ad un appello di esame. Il primo appello d'esame di ogni anno accademico ha luogo a giugno, dopo la conclusione del corso. L'esame è scritto, dura circa 4 ore ed ha luogo in aula delta, dove, specie in estate, l'ambiente può risultare freddo. Consiglio di portarsi golfini, snack, acqua e matite o pennarelli colorati. (E dovete portare il tesserino col vostro numero di matricola.) Chi avesse problemi con l'aria condizionata è pregato di segnalarlo. L'esame presenta diverse tipologie di esercizi e domande su vari aspetti di quanto esposto a lezione. Nel prepararti all'esame, prendi a riferimento i testi e le correzioni dei temi precedenti come scaricabili al sito del corso:

<http://profs.sci.univr.it/~rrizzi/classes/RO/index.html>

Ogni esercizio è anche un'opportunità di apprendimento e di allenamento, usa pertanto il tuo senso critico per farne miglior uso senza sprecarlo. Una volta letto il testo di un esercizio, ti conviene sfruttarlo innanzitutto per testare la tua preparazione all'esame. Consigliamo pertanto di svolgere l'esercizio quantomeno nella propria mente, e comunque, su una buona percentuale di casi, anche materialmente (e prestando attenzione ai tempi impiegati ed ai punti conseguiti). Solo a valle di un'esperienza almeno parziale con l'esercizio, passa alla lettura della correzione. Se non sai come affrontare l'esercizio, sbircia sì la correzione, ma cercando di utilizzarla solo come suggerimento, cercando di riacquisire quanto prima autonomia nella conduzione dell'esercizio.

E una volta completato l'esercizio? Beh, a questo punto vale il converso: anche se ti sembra di avere svolto pienamente l'esercizio, omettere la successiva lettura della correzione, se fatto sistematicamente, rischia di rivelarsi una grave ingenuità. Il workflow standard cui riferirsi *cum granu salis* dovrebbe essere il seguente: esegui autonomamente l'esercizio e confronta poi le tue risposte con quelle nel rispettivo documento di correzione. Nel confronto con la correzione proposta, presta attenzione non solo alle risposte in sé, ma anche a come esse vadano efficacemente offerte all'esaminatore/verificatore, ossia alla qualità dei tuoi certificati, alla precisione della tua dialettica, a come ottemperi il contratto implicito nella soluzione di un problema ben caratterizzato. In un certo senso, questo ti consentirà di raggiungere pragmaticamente quella qualità che in molti chiamano impropriamente "ordine", che ha valore e giustamente finisce, volenti o nolenti, per essere riconosciuta in ogni esame della vita. Ordine, ma noi preferiamo chiamarlo "saper rispondere in chiarezza alla consegna" non significa bella calligrafia o descrizioni prolisse, ma cogliere tempestivamente gli elementi salienti, quelli richiesti da contratto più o meno implicito. In questo le competenze che abbiamo messo al centro di questo insegnamento di ricerca operativa potranno renderti più consapevolmente ordinato. Lo scopo del documento di correzione non è tanto quello di spiegare come l'esercizio vada risolto ma piuttosto come le risposte vadano adeguatamente esibite pena il non conseguimento dei punti ad esse associati. È secondo quest'ottica che i documenti con le correzioni sono stati scritti. Preso cura di questo delicato aspetto (chiarire cosa si voglia dallo studente), altri obiettivi che, subordinatamente, cerco di assecondare nella stesura dei documenti di correzione sono semmai: aggiungere domande che arricchiscano l'esperienza di apprendimento offerta dall'esercizio, compendiare con altre considerazioni a latere che non potevano essere richieste allo studente, avanzare proposte di percorso ulteriore, e offrire spiegazioni contestualizzate che non possano essere reperite in altro documento. Infatti, per le tipologie di esercizio classiche, descrizioni curate dei più noti algoritmi risolutivi possono essere facilmente reperite altrove (e vi incoraggio ad aiutarmi ad arricchire una tabella di link a tali sorgenti, o anche possiamo curare dispense di compendio a titolo di progetti che possono concorrere al voto).

I punti messi in palio ad ogni tema eccedono significativamente quanto necessario al raggiungimento dei pieni voti, gestitevi quindi per dimostrare le competenze che avete, senza impelagarvi dove avete invece delle lacune. Non mi interessano le vostre mancanze o lacune quanto piuttosto quello che dimostrate di saper fare. Se analizzate i temi di appelli precedenti, osserverete che avete a disposizione un'ampia varietà di modi per raccogliere punti e dimostrare la vostra preparazione. Lo scopo dell'esame sono il riconoscimento e la conferma. Essi sono a loro volta funzionali all'apprendimento. L'utilizzo corretto e pieno dei testi e correzioni rese disponibili ti consentirà di:

1. verificare la tua comprensione degli argomenti trattati e degli algoritmi e metodologie illustrati durante il corso;
2. affinare la tua preparazione ai fini dell'esame, non solo mettendo a punto le tue procedure ed approcci (privati e personali), ma chiarendo inoltre cosa l'esercizio richieda di produrre senza sbavature (ad

esempio, a meno che non sia esplicitamente richiesto diversamente, la maggior parte degli esercizi non chiede che lo studente spieghi od illustri come ha risolto un problema, ma solo che fornisca risposte certificate);

3. toccare con mano la portata metodologica del concetto di certificato offertaci dalla complessità computazionale.

Durante l'esame, dovrete lavorare per almeno 4 ore a quella che definisco "una prova di cromatografia su carta". Serve per riconoscervi con ragionevole confidenza quanto avete lavorato, appreso, sedimentato. E trasformare questo in una proposta di voto il più congrua possibile. La logica dello svolgimento dell'esame deve essere quella di dimostrare al meglio le competenze acquisite andando con efficienza a raccogliere, dei molti punti messi in palio a vario titolo, quelli che vi risultano più funzionali al concretizzare un buon punteggio. Il punteggio in buona sostanza corrisponde al voto. Contano le risposte corrette, fornite in chiarezza, ed i certificati. Tutto il resto non verrà conteggiato. In questo la struttura dell'esame ribadisce il ruolo metodologico ed ubiquo dei concetti di complessità computazionale propagandati nel corso.

gestione dei voti conseguiti.

I voti dei singoli appelli verranno comunicati e resi disponibili tramite ESSE3. Dal 18 in sù i voti verranno registrati automaticamente a valle di un intervallo di tempo concessovi per eventualmente rifiutare il voto. L'eventuale rifiuto del voto, oppure la sua sospensione (per condurre un progetto atto ad incrementare il voto, oppure perchè lo studente richiede del tempo per pensarci, oppure chiede di poter partecipare ad appello successivo decidendo solo alla fine se consegnare o meno riscrivendo voto precedente) vanno richiesti con una mail. Ovviamente, specie per un progetto, se ne deve parlare anche a voce, ma la mail serve comunque come promemoria e contabilità.

Se hai idee su come migliorare il corso od i suoi materiali proponi un tuo progetto, con esso potrai aggiungere al voto conseguito all'esame.