

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE  
Collegio Didattico di Ingegneria Informatica  
**Ottimizzazione della Logistica – terza prova intermedia**  
12 febbraio 2020

Nome:

Matricola:

Cognome:

Data orale: 24 febbraio ore 10:00 aula N14

**Voglio sostenere la seguente prova (barrare la casella scelta):**

- terza prova intermedia**, svolgo gli **esercizi 1 e 2 e la domanda 4** (facoltativa)
- seconda e terza prova intermedia**, svolgo gli **esercizi 1 e 3 e la domanda 5** (facoltativa)
- esame completo**, svolgo gli **esercizi 1 e 3 e la domanda 6** (facoltativa)

**Esercizio 1**

Sono dati 4 job da eseguire su 5 macchine M1, M2, M3, M4, M5. I job sono descritti nel formato OPERAZIONE (MACCHINA, DURATA):

job 1: A (M1, 4) B (M2, 5) C (M3, 2) D (M4, 7)

job 2: E (M4, 3) F (M1, 2) G (M3, 4)

job 3: H (M4, 6) I (M3, 5) L (M2, 3) M (M1, 2)

job 4: N (M5, 1) O (M4, 6) P (M1, 3)

La soluzione iniziale è data dall'ordinamento topologico coincidente con l'esecuzione delle operazioni sulle rispettive macchine in ordine alfabetico.

1. Modellare la soluzione iniziale per via di un grafo congiuntivo completamente selezionato.
2. Trovare teste, code e cammino critico secondo Nowicki & Smutnicki (1996).
3. Indicare i blocchi sul cammino critico e costruire il vicinato di Nowicki & Smutnicki (1996).
3. Se il vicinato è composto da almeno due mosse potenziali, calcolare per ogni mossa del vicinato: il lower bound di Taillard (1994) e il Cmax velocizzato di Nowicki & Smutnicki (2005).
4. Individuare la mossa più vantaggiosa secondo Taillard (1994) e Nowicki & Smutnicki (2005).
5. Implementare la mossa più vantaggiosa secondo Nowicki & Smutnicki (2005), calcolando le nuovamente: teste, code, cammino critico, blocchi, e vicinato di Nowicki & Smutnicki (1996).

**Esercizio 2**

Con riferimento al problema di job shop scheduling descritto al punto precedente, svolgere il seguente esercizio:

1. Calcolare il Jackson Preemptive Schedule nella versione primale e duale per ogni macchina che deve processare almeno 3 operazioni.
2. Determinare la macchina critica, il valore del lower bound  $LB$  e fissare  $UB = 1.2 LB$  con arrotondamento a intero inferiore.
3. Individuare input e/o output tramite le implicazioni di Carlier&Pinson (1989, 1994).
4. Aggiornare opportunamente teste e code nelle singole macchine. Propagare l'aggiornamento di teste e code alle altre macchine. Iterate le implicazioni di Carlier&Pinson (1989, 1994).
5. Quanto vale il lower bound al nodo radice dell'albero di ricerca? Come lo si ottiene?

**Domanda 4 Teoria (facoltativa)**

Descrivere l'algoritmo di Nowicki e Smutnicki del 2005 e le principali differenze rispetto a quello del 1996 degli stessi autori. Dimostrare in particolare l'esattezza della stima del makespan di una soluzione a valle di una mossa e la complessità computazionale di calcolarla.

### Esercizio 3

Una compagnia ferroviaria offre i seguenti servizi di collegamento tra le città A, B e C.

ID servizio	Lista servizi				Durata (ore)	Pausa breve (ore)
	Da	Partenza	A	Arrivo		
1	A	06	B	10	4	1
2	A	14	C	19	5	1
3	B	22	A	02	4	1
4	C	00	B	04	4	1
5	C	07	A	12	5	1
6	B	14	C	18	4	1

Si vogliono coprire tutti i servizi utilizzando sotto-turni ammissibili (che quindi possono iniziare e terminare in città diverse) a costo totale minimo. Un sotto-turno è ammissibile se la sua durata complessiva è di al più 14 ore, delle quali al più 9 di erogazione servizi. La pausa breve minima tra due servizi consecutivi di un sotto-turno è di 1 ora. Si tenga presente che il problema è ciclico (cioè i servizi si ripetono ogni giorno e quindi un sotto-turno può svolgersi in più giorni).

Il costo di un sotto-turno è di 2 euro per ogni ora di espletamento servizi e 1 euro per ogni ora di pausa, più un fisso di 15 euro per ogni sotto-turno.

- Vincoli sui servizi consecutivi  $(i,j)$  in un sotto-turno.
    1. Località arrivo di  $i$  = località partenza di  $j$
    2. Tempo partenza di  $j$  maggiore o uguale al tempo di arrivo di  $i$  + durata minima pausa breve
  - Vincoli sui sotto-turni
    3. Durata max 14 ore
    4. Tempo max di espletamento servizi 9 ore
1. Determinare una base ammissibile iniziale utilizzando sotto-turni composti da un unico servizio;
  2. Costruire la matrice CARRY associata alla base;
  3. Trovare, se esistono, tutti i sotto-turni di costo ridotto negativo;
  4. Scrivere la formulazione di set partitioning del problema di crew scheduling utilizzando tutti i sotto-turni generati ai passi 1 e 3.

#### Domanda 5 Teoria (facoltativa)

Descrivere le caratteristiche principali del problema di lot sizing tempo discreto con domanda variabile e senza backloging, descrivere un algoritmo appreso nel corso in grado di trovare una soluzione ottima e dimostrare l'ottimalità della soluzione trovata.

#### Domanda 6 Teoria (facoltativa)

Descrivere le caratteristiche principali del metodo del gradiente con generazione del passo con interpolazione, dimostrando in particolare che la funzione interpolante all'iterazione  $k$ -esima è convessa se il passo all'iterazione  $k-1$  non rispetta la condizione di sufficiente riduzione.