

Esercizio

Un veicolo viene utilizzato da una società di trasporti per trasportare beni a partire da un unico deposito verso prefissate località di destinazione. Si supponga che occorre trasportare singolarmente 4 beni ($i = 1, 2, 3, 4$), che sono pronti per essere trasportati in differenti istanti di tempo r_i . Ciascuna operazione di trasporto occupa il veicolo per un certo tempo t_i pari a quello che impiega per trasportare il bene i a destinazione e per ritornare al deposito. Siano r_i e t_i assegnati secondo la tabella:

bene i	1	2	3	4
r_i	0	4	7	9
t_i	3	9	5	2

Si vuole sapere in quale ordine devono essere effettuati i trasporti dei beni affinché sia garantito che il tempo medio di completamento delle operazioni di trasporto presenti un errore non più grande del 9%, rispetto al tempo medio di completamento minimo.

1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema.

2) Si determini la soluzione, descrivendo la procedura impiegata, e dandone la complessità di calcolo; rappresentare graficamente la schedula della soluzione e riportarne il valore della funzione obiettivo.

Esercizio

Una macchina utensile viene utilizzata per produrre 5 pezzi meccanici differenti. Per la produzione del generico pezzo i la macchina deve eseguire n_i operazioni in un ordine fissato da alcuni vincoli produttivi, in base al quale l'operazione $j+1$ per la produzione del pezzo i non può essere eseguita prima del completamento dell'operazione j . La seguente tabella mostra il numero di operazioni e le loro durate per la produzione dei pezzi meccanici:

pezzo i	# op. n_i	durata operazioni (minuti) p_{ij}				
1	4	5	5	4	3	
2	3	7	3	2		
3	5	4	1	1	2	1
4	2	4	5			
5	3	7	2	2		

Si supponga che, a causa di eccessivi costi di set-up della macchina utensile, non sia consentito l'arresto della produzione di un pezzo meccanico ma che questa debba essere portata a termine senza interruzione.

Si vuole sapere secondo quale sequenza devono essere prodotti i pezzi meccanici volendo minimizzare il flow-time medio della produzione dei pezzi, pesato rispetto al numero delle operazioni necessarie per produrre ciascun pezzo.

1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema.

2) Si determini una soluzione ottima, descrivendo la procedura impiegata e dandone la complessità computazionale; rappresentare graficamente la schedula ottima e riportarne il valore della funzione obiettivo.

[RIS.] 30,17 minuti

Esercizio

Un meccanico deve riparare 4 autovetture. Da contatti presi con i proprietari dei veicoli riesce a stimare il tempo richiesto per riparare ciascuna autovettura, e a sapere a che ora i proprietari portano i veicoli in officina per essere riparati, come riportato in tabella.:

vettura	A	B	C	D
orario di consegna	8:30	9:00	9:30	10:00
tempo (in ore) per la riparazione	2.5	1.5	0.5	3.0

Si vuole sapere come deve procedere il meccanico nella riparazione dei veicoli, volendo riconsegnare ai proprietari le vetture riparate in modo da minimizzare il tempo medio impiegato per la riparazione di un veicolo, sapendo che il meccanico non ha vincoli sul modo con cui deve effettuare le riparazioni.

- 1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema.
- 2) Si determini una soluzione ottima, descrivendo la procedura impiegata; rappresentare graficamente la schedula ottima e riportarne il valore della funzione obiettivo.

[RIS.] 3 ore e 15 minuti

Esercizio

Ad una società di traduzioni viene richiesto di tradurre in italiano 5 testi stranieri ciascuno composto di 2 sezioni: una sezione in francese ed una sezione in inglese.

Si supponga che i tempi stimati (in giorni) per le traduzioni siano i seguenti:

testo	sez. 1 francese	sez. 2 inglese
A	3	2
B	4	4
C	2	4
D	1	3
E	5	1

La società affida le traduzioni a due traduttori che effettuano rispettivamente traduzioni dal francese all'italiano e dall'inglese all'italiano. Vincoli di riservatezza impongono che sia disponibile una sola copia di ciascun testo (ciò comporta che quando un testo è affidato ad un traduttore per la traduzione di una sezione, l'altro traduttore non può effettuare la traduzione dell'altra sezione).

Si vuole sapere come devono essere schedate le traduzioni, in modo da minimizzare il tempo massimo richiesto per portare a termine tutte le traduzioni.

1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema.

2) Si determini una soluzione ottima, descrivendo la procedura impiegata; rappresentare graficamente la schedula ottima e riportarne il valore della funzione obiettivo.

[RIS.] 15 giorni

Esercizio

Un'industria dolciaria produce 5 tipi di biscotti che richiedono i seguenti tempi di lavorazione per l'impasto e la cottura.

tipo biscotti	impasto	cottura
A	1	2
B	6	6
C	3	6
D	7	5
E	5	2

Si supponga che l'impastatrice e il forno possono essere utilizzati per un solo tipo di biscotti alla volta e che le operazioni non possono essere interrotte.

Si vuole sapere come devono essere schedate le operazioni, in modo da terminare tutta la produzione dei biscotti nel minor tempo possibile.

1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema.

2) Si determini una soluzione ottima, descrivendo la procedura impiegata; rappresentare graficamente la schedula ottima e riportarne il valore della funzione obiettivo.

[RIS.] 24 unità di tempo

Esercizio

In un processo produttivo 7 beni ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) vengono realizzati attraverso due lavorazioni A, B che possono essere eseguite in qualsiasi ordine. Nella seguente tabella sono riportati i tempi richiesti per ciascuna operazione per ciascun bene i :

i	A	B
1	1	3
2	1	1
3	2	1
4	4	4
5	5	1
6	2	4
7	3	2

Si supponga che si impiegano due macchine, ciascuna dedicata ad eseguire una delle due operazioni, in grado di eseguire una sola operazione alla volta senza interruzione.

Si vuole sapere come devono essere schedate le operazioni, in modo da terminare tutta la produzione dei beni nel minor tempo possibile.

1) Descrivere dettagliatamente a quale problema di scheduling corrisponde il problema, discutendone la complessità.

2) Si determini una soluzione ottima, descrivendo la procedura impiegata e la sua complessità di calcolo; rappresentare graficamente la schedula ottima e riportarne il valore della funzione obiettivo.

[RIS.] 18 unità di tempo

Esercizio

Ad una società di consulenza in sistemi informativi vengono proposti diversi tipi di contratto per eseguire 7 progetti strategici. I dati di riferimento per gli scenari possibili sono mostrati nella tabella in cui durata, date di rilascio delle specifiche e data di consegna dei progetti sono tutti espressi in giorni.

progetto	A	B	C	D	E	F	G
priorità	1	3	2	1	5	1	2
durata	18	6	16	10	10	17	12
date di rilascio	10	0	32	63	5	51	21
data di consegna	46	8	79	90	24	89	46

Ogni progetto una volta avviato non può essere interrotto. La società di consulenza è formata da un piccolo gruppo di persone che devono lavorare insieme, quindi i progetti devono iniziare ed essere eseguiti sequenzialmente.

Ogni contratto implica per la società un diverso problema di scheduling. Per ognuno dei contratti elencati nel seguito indicare:

- il corrispondente modello di scheduling
- la complessità del modello (se NP-completo o polinormiale)
- l'algoritmo di risoluzione, la soluzione ottima, ed il suo valore.

Contratto 1

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio e le priorità. La società riceverà 500 \$ per ogni giorno in anticipo sulla consegna e 500 \$ di penalità per ogni giorno di ritardo sulla consegna. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per massimizzare i guadagni.

[RIS.] 41000 \$

Contratto 2

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio, le priorità e le date di consegna. La società riceverà un compenso K fissato a priori a cui dovrà togliere delle spese interne che sono proporzionali (secondo H) al tempo medio di completamento dei progetti. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per massimizzare i guadagni.

[RIS.] $K - H$ 42,85 \$

Contratto 3

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio e le date di consegna. La società riceverà un compenso K fissato a priori a cui dovrà togliere le spese proporzionali (secondo H) al tempo medio *pesato di* completamento dei progetti. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per massimizzare i guadagni.

[RIS.] $K - H$ 65,14 \$

Contratto 4

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio e le priorità. La società riceverà un compenso K fissato a priori a cui dovrà sottrarre una penalità proporzionale (secondo H) al massimo ritardo tra il tempo di completamento di un progetto rispetto alla data di consegna. Progetti terminati in anticipo rispetto alla data di consegna non vengono premiati. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per massimizzare i guadagni.

[RIS.] K \$

Contratto 5

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio e le priorità. Un vincolo impone alla società di rispettare le date di consegna. La società riceverà un compenso K fissato a priori a cui dovrà sottrarre una penalità proporzionale (secondo H) al tempo medio di completamento dei progetti. Progetti terminati in anticipo rispetto alla data di consegna non vengono premiati. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziali i progetti in modo da massimizzare i guadagni.

[RIS.] $K - H 44,71$ \$

Contratto 6

Nei termini del contratto vengono ignorate le priorità. Le date di rilascio indicano il giorno in cui un progetto può essere avviato. La società riceverà 500 \$ per ogni giorno in anticipo sulla scadenza e 500 \$ di penalità per ogni giorno di ritardo sulla scadenza. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per massimizzare i guadagni.

[RIS.] 27500 \$

Contratto 7

Nei termini del contratto vengono ignorate le date di rilascio, mentre le date di consegna sono uguali e pari a 30. La società riceverà una penalità di 500 \$ per ogni progetto terminato in ritardo moltiplicato il peso associato al progetto pari alla sua priorità. La società si chiede come dovrebbero essere sequenziati i progetti per minimizzare la penalità totale.

[RIS.] 2500 \$

Esercizio

Ad una società che gestisce il trasferimento intercontinentale di dati viene commissionato il trasferimento di dati, nel formato di pacchetti non frazionabili. La società dispone di canali trasmissivi bidirezionali a 1 Gbit/sec che collegano Roma a Los Angeles attraverso la seguente rete con Parigi e New York come nodi di transito dove i dati possono momentaneamente essere memorizzati. I pacchetti da trasmettere hanno la seguente dimensione in Gbit.

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
10	5	7	6	6

A causa delle diverse caratteristiche dei collegamenti e dei pacchetti da trasferire, occorre effettuare una operazione di preprocessing sui dati immediatamente prima di trasferirli al nodo successivo, cosicché al tempo necessario per il trasferimento occorre aggiungere quello richiesto per il preprocessing dato dalla seguente tabella in secondi.

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
Rm - Pa	2	1	3	4	5
Pa - NY	5	7	2	1	2
NY - LA	3	4	2	5	4

Considerato che ciascun canale può essere impegnato per il trasferimento di un pacchetto alla volta, compreso il preprocessing, la società vuole temporizzare le operazioni di trasmissione dati in maniera da rendere prima possibile nuovamente disponibile la risorsa rete per altri clienti e massimizzare gli eventuali profitti.

In particolare, si considerino i seguenti scenari:

- Scenario 1) Tutti i pacchetti devono essere trasferiti da Roma a Los Angeles. [RIS.] 77 s.
- Scenario 2) I pacchetti A, C, E da New York a Roma e i restanti da Roma a New York. [RIS.] 51 s.
- Scenario 3) Tutti i pacchetti da Roma a Parigi, rispettando le seguenti date di consegna. [RIS.] 3650 \$

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
40	10	50	16	50

Secondo accordi pattuiti la società che gestisce il servizio riceverà un compenso fisso di 1000\$ pacchetto a cui dovrà detrarsi un costo di 10\$ al secondo sul tempo impiegato per il trasferimento di ciascun pacchetto.

Per tutti i precedenti scenari:

- discutere il corrispondente modello di scheduling;
- discutere la complessità del modello (se NP-hard o polinomiale). Se NP-hard definire il problema NP-completo utilizzato nella prova di NP-completezza.
- se NP-hard risolvere euristicamente il problema, descrivendone l'algoritmo; se polinomiale risolvere all'ottimo il problema, descrivendo l'algoritmo impiegato e la sua complessità.

Rappresentare graficamente la soluzione ottima e riportarne il suo valore, commentare il tipo di schedula (non-delay, attiva o semiattiva).