

1. Uno studente di Fondamenti di Ricerca Operativa decide di portare con sé all'esame scritto alcuni foglietti con appunti delle dimensioni complessive di  $95 \text{ cm}^2$ . L'esame comprende 10 diversi argomenti e lo studente ha già preparato per ciascuno di essi delle note riassuntive. Le note hanno le caratteristiche riportate in tabella. (N.B. La terza colonna indica quanta parte dell'intero esame viene coperta dalla singola nota.)

| Nota | Argomento        | Spazio occupato in $\text{cm}^2$ | Copertura esame in % |
|------|------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1    | Grafi            | 10                               | 5                    |
| 2    | Alberi e cammini | 32                               | 20                   |
| 3    | Modelli PL       | 22                               | 15                   |
| 4    | Simpleso         | 12                               | 15                   |
| 5    | Dualità          | 14                               | 10                   |
| 6    | Modelli PLI      | 20                               | 5                    |
| 7    | B&B              | 16                               | 10                   |
| 8    | Euristiche       | 12                               | 5                    |
| 9    | Non lineare      | 18                               | 10                   |
| 10   | Analisi MO e MC  | 10                               | 5                    |

Lo studente è poco preparato sugli argomenti 2, 3, 7, 8 e 9 e vuole portare le note riassuntive di almeno tre di essi.

Egli, ritenendolo poco utile, decide di non portare contemporaneamente le note relative agli argomenti 3 e 6.

Infine, le note sull'argomento 5 risultano inutili senza le note dell'argomento 4.

Si formuli un modello di programmazione lineare intera per individuare quali note conviene (*rischiare di ☺*) portare all'esame.

2. Convertitasi da tempo all'allevamento intensivo, nonna Amelia acquista due tipi differenti di additivi vitaminici, A e B, per integrare l'alimentazione dei suoi polli. Ogni confezione da 1 hg di additivo di tipo A costa 4 Euro e contiene 2 unità di vitamina K, 2 unità di vitamina B e 4 unità di vitamina D. Ogni confezione da 1 hg di additivo di tipo B costa 5 Euro e contiene 1 unità di vitamina K, 3 unità di vitamina B e 12 unità di vitamina D. Nella dose di mangime che nonna Amelia prepara ogni giorno, aggiungendo i due tipi di additivi, il requisito minimo di vitamine K, B e D è di 15, 27 e 90 unità al giorno, rispettivamente.

Si fornisca un modello di PLI per determinare il numero ottimale di confezioni di additivo che nonna Amelia deve acquistare giornalmente.

Si risolva il problema mediante un algoritmo di Branch & Bound. Si adotti una strategia "Depth First" e si esplori per primo il ramo dell'albero di "branching" associato al vincolo  $x_i \leq \lfloor \alpha \rfloor$ , dove  $\alpha$  rappresenta il valore frazionario della variabile  $x_i$  nella soluzione ottima del rilassamento continuo.

3. Si risolva mediante un algoritmo di Branch & Bound il problema di zaino definito dai seguenti dati.

Profitti,  $(p_j) = (52, 40, 38, 9, 1)$

Pesi,  $(w_j) = (15, 5, 13, 3, 1)$

Capacità,  $b = 20$

Si utilizzi come rilassamento quello lineare, risolto mediante un opportuno algoritmo.

Si adotti una strategia “Depth First” e si esplori per primo il ramo dell’albero di “branching” associato al vincolo  $x_i \geq \lceil \alpha \rceil$ , dove  $\alpha$  rappresenta il valore frazionario della variabile  $x_i$  nella soluzione ottima del rilassamento continuo.

4. Si imposti la risoluzione mediante un algoritmo di Branch & Bound del problema del commesso viaggiatore (simmetrico), la cui matrice delle distanze (parte triangolare superiore) è riportata in tabella. Si utilizzi il rilassamento dell’1-albero.

Si faccia branching sull’arco di costo minimo incidente al nodo che ha grado massimo nell’1-albero.

Si esplori l’albero con una strategia di tipo “best bound first”, cioè in base ai valori del rilassamento.

Si generino i primi 4 nodi di branching, oltre al nodo radice.

|   |    |    |    |   |
|---|----|----|----|---|
| - | 30 | 20 | 10 | 6 |
|   | -  | 10 | 20 | 4 |
|   |    | -  | 30 | 6 |
|   |    |    | -  | 4 |
|   |    |    |    | - |