

## Esercizio 2: Rover su Marte

Il problema richiede anzitutto di decidere quali siti possono essere esplorati. Occorre quindi associare una variabile binaria,  $y(i)$ , ad ogni sito  $i$ , per indicare se il sito viene visitato o no. Inoltre si vuole determinare il percorso del rover, poiché da esso dipende il consumo delle risorse disponibili in quantità limitata, ossia tempo ed energia. A questo scopo si possono introdurre variabili binarie  $x(i,j)$ , che indicano se il rover si sposta dal sito  $i$  al sito  $j$ . E' utile anche introdurre variabili  $e(j)$  e  $t(j)$  che indicano l'energia e il tempo consumati dopo aver esplorato il sito  $j$ .

Le variabili  $x$  e  $y$  sono collegate tra loro da vincoli che impongono che un sito viene visitato solo se viene raggiunto almeno una volta ed inoltre non può essere visitato più di una volta.

Altri vincoli impongono che il grado uscente da ogni sito non ecceda il grado entrante, ad eccezione del sito n.7, da cui parte il rover. Il grado uscente per il sito 7 è limitato superiormente ad 1. E' consentito che il grado entrante sia superiore al grado uscente poiché ciò deve potersi verificare nell'ultimo sito visitato (grado entrante = 1 e grado uscente = 0). Non occorre imporre che il grado entrante ed uscente dei siti non ecceda il valore di 1, poiché non è mai conveniente visitare un sito più di una volta, dal momento che il profitto corrispondente si può ottenere una volta sola e le visite successive consumerebbero solo risorse. Altri vincoli possono essere usati per impedire autoanelli, cioè per azzerare i valori delle variabili  $x(i,i)$ .

I vincoli sulle risorse disponibili si impongono limitando le variabili  $e(i)$  e  $t(i)$  ai valori dati di energia e tempo complessivi disponibili. Naturalmente tali variabili vanno poste in relazione alle variabili  $x$ . Se il rover viaggia dal sito  $i$  al sito  $j$ , allora il valore del consumo  $e(j)$  deve superare il valore del consumo  $e(i)$  di tanto quanto viene consumato per viaggiare dal sito  $i$  al sito  $j$  più tanto quanto viene consumato per esplorare il sito  $j$ . La stessa cosa vale per la risorsa tempo. Tali vincoli tra l'altro impediscono la formazione di sottocicli e quindi assicurano che la soluzione consisterà effettivamente in un cammino, come richiesto.

La funzione obiettivo principale consiste nel massimizzare il valore complessivo delle esplorazioni effettuate e dalla soluzione si desume che in effetti non è possibile visitare tutti i siti.

Il modello è di programmazione lineare 0-1, il modello si trova nel file Lingo ROVER.LG4 e la soluzione corrispondente (garantita ottima) è nel file ROVER.LGR.