

## Esercizio 1: Ring Loading Problem

Si tratta di un problema applicativo vero, anche se di dimensioni molto maggiori di quelle proposte nell'esercizio.

Ad ogni coppia ordinata di calcolatori  $(i, j)$ , con  $i < j$ , è associata una variabile binaria  $x(i, j)$ , che indica se i messaggi da  $i$  a  $j$  devono viaggiare in senso orario o antiorario. Esistono quindi  $N^2 - N$  variabili binarie.

La funzione obiettivo è di tipo min-max, poichè si vuole minimizzare il carico (traffico) massimo che un arco deve sopportare. Perciò la formulazione ha una funzione obiettivo del tipo  $\min z$  e  $N$  vincoli del tipo  $z \geq \text{carico sull'arco } k$ , per ogni  $k=1..N$ .

La difficoltà dell'esercizio sta nel rappresentare il carico su ogni arco in funzione delle variabili  $x(i, j)$ . A questo scopo si possono distinguere 6 casi:

- 1)  $i < j \leq k$ ,
- 2)  $j < i \leq k$ ,
- 3)  $i \leq k$  e  $k < j$
- 4)  $j \leq k$  e  $k < i$
- 5)  $k < i < j$
- 6)  $k < j < i$

e per ciascuno dei sei scrivere la somma dei contributi dovuti al traffico da  $i$  a  $j$ . Ad esempio, supponendo che se  $x(i, j)=1$  allora il traffico da  $i$  a  $j$  segue l'ordinamento crescente dei nodi  $(i, i+1, i+2, \dots, j-2, j-1, j)$  e supponendo che l'arco  $k$  colleghi il nodo  $k$  col nodo  $k+1$ , si ha:

- 1) per  $i < j \leq k$  passano per l'arco  $k$  i messaggi con  $x(i, j)=0$
  - 2) per  $j < i \leq k$  passano per l'arco  $k$  i messaggi con  $x(i, j)=1$
  - 3) per  $i \leq k$  e  $k < j$  passano per l'arco  $k$  i messaggi con  $x(i, j)=1$
- eccetera.

Nei vincoli compaiono quindi sommatorie di variabili binarie  $x(i, j)$  pesate con i coefficienti del traffico  $t(i, j)$  dati nella matrice di ingresso. Si tratta quindi di un problema di PLI, risolvibile con Lindo.

E' conveniente servirsi di un semplice programma per scrivere correttamente e rapidamente i vincoli senza correre il rischio di incorrere in errori manipolando gli indici. Il programma, scritto in Turbo Pascal, è nel file FORMUL.PAS, legge il file T.TXT, che contiene la matrice del traffico copiata dal file RLP.TXT, e scrive il file Lindo RLP.LTX.

L'output di Lindo è riassunto nel file RLP.OUT.