

## Robot

In una nuova linea di produzione robotizzata sono integrati N robot, ciascuno dei quali può ruotare a  $360^\circ$  attorno ad un asse verticale. Le aree di lavoro di ciascun robot non devono sovrapporsi, per evitare possibili collisioni tra di essi.

Il coordinamento tra i robot impone che ciascuno sia collegato con tutti gli altri con cavi in fibra ottica. Poiché i cavi sono costosi, è necessario che il progetto sia fatto in modo tale da minimizzare la lunghezza totale di fibre ottiche impiegate.

Formulare il problema, classificarlo e risolverlo con i dati del file ROBOT.TXT.

---

---

I robot sono 6.

I loro raggi d'azione, espressi in centimetri sono i seguenti:

Robot	Raggio
1	120
2	80
3	100
4	70
5	45
6	120

## Soluzione

Le variabili del problema sono ovviamente le coordinate dei robot nel piano. Con  $N$  robot ci sono quindi  $2N$  variabili continue e libere (per comodità si può fissare nell'origine degli assi coordinati la posizione di un robot affinché funga da riferimento).

Ci sono tanti vincoli quante le coppie di robot distinti, ossia  $N(N-1)/2$ . Ogni vincolo impone che la distanza tra i due robot sia maggiore o uguale alla somma dei raggi delle loro aree di lavoro.

La funzione obiettivo da minimizzare è la somma delle distanze tra i robot ed è quindi data da  $N(N-1)/2$  addendi, ciascuno dei quali è la distanza Euclidea tra i punti corrispondenti alle localizzazioni dei robot.

Il problema è non-lineare.

La soluzione corrisponde ad un minimo locale. Non c'è garanzia che si tratti anche di un minimo globale, poiché il problema chiaramente non è convesso: lo si vede anche intuitivamente dal fatto che per passare in modo continuo da una configurazione ragionevole ad un'altra (scambiando per esempio due dei robot più esterni adiacenti), bisogna inizialmente peggiorare la funzione obiettivo.