

# CSP – Constraint satisfaction problems

Martini Davide

Aprile 2022

## 0.1 Elaborato

Per questo elaborato necessitiamo di minimizzare i costi di rifornimento dei negozi tramite dei magazzini, ovvero minimizzare i costi rispetto ai prezzi di acquisto e vendita dei magazzini ed i costi di rifornimento verso i negozi associati, inoltre dobbiamo tenere conto che tutti i negozi devono essere riforniti e che un magazzino può rifornire solo un numero limitato di negozi. Ciò si traduce in un CSP dove utilizziamo una matrice detta *associazione* per associare i negozi ai magazzini, questa matrice  $n \times m$  ha per righe i negozi e per colonne i magazzini; le celle di quest'ultima possono assumere solo 2 valori: 1 dove il negozio è associato a un determinato magazzino 0 altrimenti. Abbiamo inoltre un vettore *MagUsati*, che anch'esso assume come valori 0 e 1, dove abbiamo 1 per i magazzini utilizzati 0 altrimenti. Per quanto riguarda i vincoli da rispettare possono tutti essere soddisfatti dallo studio della matrice *associazione*:

- Tutti i negozi devono essere riforniti (da un solo magazzino), per rispettare questo vincolo dobbiamo assicurarci che per ogni riga della matrice *associazione* ci sia una sola cella con valore 1
- La capacità dei magazzini, identificata dal vettore  $S$ , viene rispettata facendo in modo che il numero delle celle uguali ad 1 in ciascuna colonna della matrice *associazione* sia minore o uguale alla capacità del magazzino corrispondente
- Abbiamo inoltre un vincolo sulla capacità dei magazzini che deve essere compresa fra 1 ed  $n$  (numero negozi)

Detto ciò rimane solo da sviluppare la funzione da minimizzare *exp* che consiste nel minimizzare la somma dei costi di rifornimento dei negozi e la somma dei costi di acquisto dei magazzini. Per minimizzare la somma dei costi di rifornimento moltiplichiamo la matrice dei costi  $c$  per la matrice *associazione* così da avere tutti i valori uguali a 0 tranne dove abbiamo effettivamente un'associazione negozio-magazzino così poi da poterli sommare, per quanto riguarda la somma dei costi dei magazzini usiamo lo stesso metodo utilizzato in precedenza soltanto moltiplicando in questo caso il vettore *MagUsati* con un vettore ottenuto dalla differenza tra il vettore dei costi di acquisto  $A$  e dei costi di vendita  $V$  dei magazzini.

## 0.2 Esperimenti e risultati

Di seguito analizziamo i risultati ottenuti dai diversi esperimenti :

### 0.2.1 Dati-1

Abbiamo in questo caso 4 negozi e 4 magazzini, dai risultati notiamo che 3 negozi su 4 vengono forniti dallo stesso magazzino, questo perché nel caso il negozio sia fornito dal quarto magazzino si avrebbe un costo di fornitura molto basso rispetto agli altri magazzini ma anche più conveniente dell'acquisto di un nuovo magazzino rendendolo un ottima scelta, successivamente dovendo rispettare il vincolo di fornitura massima uguale ad 1, non posso assegnarli altri negozi, le altre 3 assegnazioni vengono fatte tutte dal magazzino 2, esso infatti ha il miglior costo di rifornimento per il negozio 3 rendendolo la scelta migliore, non si può dire altrettanto per gli altri 2 negozi che però lo rendono ugualmente la scelta migliore in quanto se andassimo a prendere i costi minori sarebbe necessario acquistare altri magazzini nullificando la diminuzione in costo ed addirittura aumentando il costo totale dell'operazione.

### 0.2.2 Dati-2

Qui abbiamo 4 negozi e 8 magazzini possiamo subito notare che i magazzini scelti hanno tutti un costo di vendita maggiore di quello di acquisto rendendoli le opzioni migliori generando un vero e proprio guadagno, successivamente vediamo che al negozio 3 viene associato il magazzino 1 in quanto al costo di rifornimento più basso, per gli altri magazzini possiamo vedere che non sono stati scelti i costi di rifornimento più bassi in quanto questi vengono compensati dal guadagno che si ottiene dalla rivendita dei magazzini stessi rendendo più conveniente la scelta di un costo di rifornimento maggiore rispetto all'acquisto di un nuovo magazzino.