

**Progetto di Intelligenza Artificiale e Laboratorio**  
**Modulo: Planning e Regole di Produzione**  
**a.a. 2017-2018**

**Introduzione.**

L'azienda ItaliaInMovimento (IIM) gestisce trasporti di beni in tutto il territorio nazionale.

A sua disposizione ci sono furgoni per il collegamento a terra, ma anche traghetti e aerei cargo per i collegamenti marittimi e aerei.

La IIM ha quindi l'esigenza di allocare le sue risorse (cioè i mezzi di trasporto) nel modo migliore possibile, cioè soddisfacendo le diverse richieste con il costo minore possibile.

Vi viene sottoposto il seguente problema: ci sono tre prodotti critici A, B e C che vengono emessi da certe città e consumate con le seguenti modalità:

<b>Città</b>	<b>Produce</b> (unità prodotto)	<b>Consuma</b> (unità prodotto)
Torino	10 B	20 A
Milano	5 C	30 A
Venezia	10 C	5 B
Genova	10 C	5 B
Bologna	10 B	10 C
Roma	10 A	5 C
Napoli	5 B	5 C
Bari	10 A	5 B
Reggio Calabria	20 A	5 B
Palermo	10 A	5 C

Per semplicità ogni città consuma e produce un solo prodotto, inoltre si assuma che la quantità di prodotti emessi dalle città sia già disponibile al momento della pianificazione, occorre solo andarlo a prendere.

La IIM ha a disposizione le seguenti risorse:

- 5 furgoni con capacità 4
- 2 aerei con capacità 7
- due navi con capacità 11 (ciascuno)

Ogni mezzo può caricare (load) o scaricare (unload) una qualsiasi quantità di merci purché inferiore della capacità massima del mezzo stesso. Sono ammissibili carichi eterogenei (es. un furgone potrebbe essere caricato con un A, due B e un C). Il costo delle load/unload è pari a 10 per ogni unità (s)caricata indipendentemente dal mezzo che la compie.

Inizialmente, 3 furgoni sono a Bologna e due sono a Roma, mentre una nave è a Genova e l'altra a Venezia. Un aereo è fermo a Palermo, l'altro a Milano.

I collegamenti tra le diverse città sono come indicato nella seguente figura:



In rosso i collegamenti via terra, in blu quelli via mare, in verde quelli aerei.

Il costo (e il tempo<sup>1</sup>) per spostare la merce dipende dal mezzo usato:

- 1) via terra il costo è pari alla distanza chilometrica
- 2) via nave il costo è  $\frac{2}{3}$  la distanza chilometrica
- 3) via aereo il costo è pari alla distanza chilometrica più il 25 %

Le distanze chilometriche di riferimento sono riportate qui di seguito.

---

<sup>1</sup> Per semplicità non consideriamo l'aspetto temporale.

	BA	BO	FI	GE	MI	NA	PA	RC	RM	TO	VE
Bari	–	1026	662	407	711	255	762	439	412	998	754
Bologna	1026	–	101	393	206	570	1288	1014	370	327	158
Firenze	662	101	–	230	295	468	1185	912	268	400	258
Genova	407	393	230	–	253	707	1412	1150	507	170	402
Milano	711	206	295	253	–	764	1476	1208	564	138	276
Napoli	255	570	468	707	764	–	740	462	219	869	727
Palermo	762	1288	1185	1412	1476	740	–	257	932	1596	1431
Reggio Calabria	439	1014	912	1150	1208	462	257	–	662	1312	1171
Roma	412	370	268	507	564	219	932	662	–	669	527
Torino	998	327	400	170	138	869	1596	1312	669	–	405
Venezia	754	158	258	402	276	727	1431	1171	527	405	–

### Obiettivi del progetto.

- 1) Modellare in CLIPS il dominio sopra esposto scegliendo opportunamente tra fatti ordinati e non ordinati e considerandone vantaggi e svantaggi.
- 2) Modellare il problema di pianificazione scegliendo in che modo rappresentare i goal.
- 3) Implementare almeno un algoritmo di pianificazione sfruttando Iterative Deepening o A\* (come visto a lezione, ma non sono preclusi anche altri algoritmi) che risolva il problema di pianificazione. Se usate A\* occorre pensare ad una buona euristica per il dominio della logistica.
- 4) Studiare la soluzione implementata in termini di bontà della soluzione (è ottima? subottima?, che costo ha). Quali sono i limiti della soluzione proposta (scalabilità)? È corretta e completa?

### Avvertenza.

Il problema così come è presentato potrebbe essere molto complesso per essere affrontato in modo monolitico. Si suggerisce quindi di sviluppare un modulo di “goal reasoning” che semplifica il problema in sotto problemi, e risolve ciascun sotto problema indipendentemente.