

FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

28 Gennaio 2016 – Tempo a disposizione: 2 h – Risultato: 32/32 punti

Esercizio 1 (6 punti)

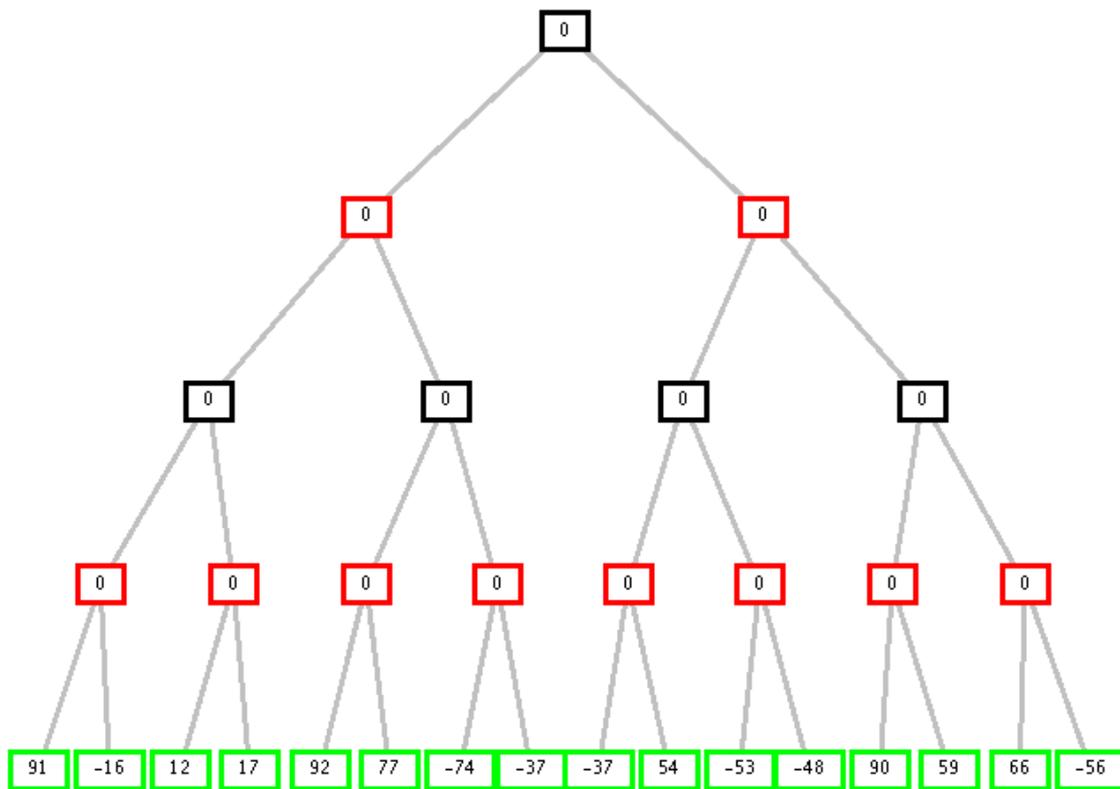
Date le seguenti frasi in linguaggio naturale:

1. Anna ama gli stessi dolci che ama Luca
2. Luca ama gli stessi dolci che ama Anna (*si noti che 1) e 2) sono l'una il viceversa dell'altra*)
3. Chi ama la torta al cioccolato, ingrassa
4. La torta al cioccolato è un dolce.
5. Anna non ingrassa

Dimostrare, tramite il principio di risoluzione, che ci sono dolci che Luca non ama.

Esercizio 2 (5 punti)

Si consideri il seguente albero di gioco in cui la valutazione dei nodi terminali è dal punto di vista del primo giocatore (MAX). Si mostri come l'algoritmo *min-max* e l'algoritmo *alfa-beta* risolvono il problema e la mossa selezionata dal giocatore.



Esercizio 3 (4 punti)

Si considerino vettori rappresentati come liste (la lista ha N elementi). Scrivere un programma PROLOG `prodAux(A,B,C)` che, dato il vettore (lista) A, e lo scalare B, calcoli il prodotto di A per lo scalare B.

Ad esempio alla query:

```
?- prodAux([1,2],5,C).
```

la risposta sarà:

```
yes C=[5,10]
```

Esercizio 4 (5 punti)

Dato il programma Prolog:

```
setdiff(L,[ ],L):-!.
```

```
setdiff([ ],_,[ ]):-!.
```

```
setdiff([H|T1],L2,[H|T2]):- not(member(H,L2)),!,
                             setdiff(T1,L2,T2).
```

```
setdiff([_|T],L2,T2):- setdiff(T,L2,T2).
```

$\text{member}(X, [X \mid _]) : -!$
 $\text{member}(X, [_ \mid T]) : -\text{member}(X, T)$.

Si rappresenti l'albero di derivazione SLDNF relativo al goal
 $?-\text{setdiff}([3], [2, 3], L)$
 e si indichi qual è la risposta calcolata.

Esercizio 5 (6 punti)

Si consideri il problema 3-puzzle (una versione semplificata dell' 8-puzzle, o gioco del filetto) in cui la griglia è 2×2 e ci sono tre piastrelle, numerate 1, 2, e 3, e uno spazio vuoto. Si hanno quattro operatori, che muovono il vuoto su, giù, a sinistra, o a destra. Lo stato iniziale (Start) e obiettivo (Goal) sono indicati di seguito:

Start
2 3
1

Goal
1 2
3

Mostrare come si individua la sequenza di azioni che porta da Start a Goal,

sviluppando lo spazio di ricerca utilizzando le seguenti strategie:

- a) breadth-first
- b) depth-first
- c) A* con funzione euristica $h(\dots)$ data dal numero di tessere "fuori posto" rispetto al goal. Ogni mossa effettuata ha costo unitario.

Si assuma che le strategie di ricerca non "ricordino" i nodi visitati in precedenza. Inoltre, si utilizzino gli operatori (su, giù, sinistra, destra) nell'ordine indicato, a meno che il metodo di ricerca non stabilisca in diverso modo.

Nello sviluppo dell'albero, etichettare ogni nodo visitato con un numero che indica l'ordine di visita. Si indichino inoltre quale/quale strategia/e porta ad una situazione di loop.

Esercizio 6 (5 punti)

Gordon Ramsey, nel suo ristorante londinese, sta predisponendo un menu per un evento speciale. Ci sono diverse portate, ciascuna rappresentata da una variabile:

(A)ppetizer, (B)everage, main (C)ourse, and (D)essert.

Gordon deve decidere cosa servire, avendo diverse scelte per ogni portata. I domini delle variabili sono i seguenti:

- A: (v)eggies, (e)scargot
 B: (w)ater, (s)oda, (m)ilk
 C: (f)ish, (b)eef, (p)asta
 D: (a)pple pie, (i)ce cream, (ch)eese

Affinché tutti gli ospiti abbiano lo stesso menu, Gordon deve inoltre soddisfare i seguenti vincoli:

- (i) Se l'Appetizer è veggies, il main Course non è pasta, e viceversa (se il main Course è pasta, l'Appetizer non è veggies);
- (ii) Se si servono escargot come Appetizer, il Beverage può essere solo water (questo per limitare il costo totale del menu).
- (iii) Se si serve milk, il Dessert non è né ice-cream né cheese (per non avere troppo calcio nel menu).

Aiutiamo Gordon a individuare i possibili menu.

Si risponda, quindi, ai seguenti punti:

- (a) Modellare i vincoli precedenti tra le variabili A, B, C, e D.
- (b) Si assegni inizialmente $A=e$. Si utilizzi la propagazione del Forward Checking, mostrando come si riducono i domini delle altre variabili.

FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

28 gennaio 2016 – Soluzioni

Esercizio 1

Conversione in clausole

1. *Anna ama gli stessi dolci che ama Luca.*

$$\forall P, \text{dolce}(P) \wedge \text{ama}(\text{luca}, P) \Rightarrow \text{ama}(\text{anna}, P)$$

$$\forall P, \sim \text{dolce}(P) \vee \sim \text{ama}(\text{luca}, P) \vee \text{ama}(\text{anna}, P)$$

$$\sim \text{dolce}(P) \vee \sim \text{ama}(\text{luca}, P) \vee \text{ama}(\text{anna}, P)$$

2. *Luca ama gli stessi dolci che ama Anna*

$$\sim \text{dolce}(P) \vee \sim \text{ama}(\text{anna}, P) \vee \text{ama}(\text{luca}, P)$$

3. *Chi ama il dolce torta al cioccolato ingrassa.*

$$\forall X \text{ ama}(X, \text{tortacioc}) \Rightarrow \text{ingrassa}(X)$$

$$\sim \text{ama}(X, \text{tortacioc}) \vee \text{ingrassa}(X)$$

3.a $\text{dolce}(\text{tortacioc})$

4. *Anna non ingrassa.*

$$\sim \text{ingrassa}(\text{anna}).$$

Q. *ci sono dolci che Luca non ama.*

$$\exists P, \text{dolce}(P) \wedge \sim \text{ama}(\text{luca}, P)$$

$$\sim Q: \sim(\exists P, \text{dolce}(P) \wedge \sim \text{ama}(\text{luca}, P))$$

$$\forall P, \sim \text{dolce}(P) \vee \text{ama}(\text{luca}, P)$$

$$\sim \text{dolce}(P) \vee \text{ama}(\text{luca}, P)$$

Risoluzione

5. ($\sim Q+1$) $\sim \text{dolce}(P) \vee \text{ama}(\text{anna}, P)$

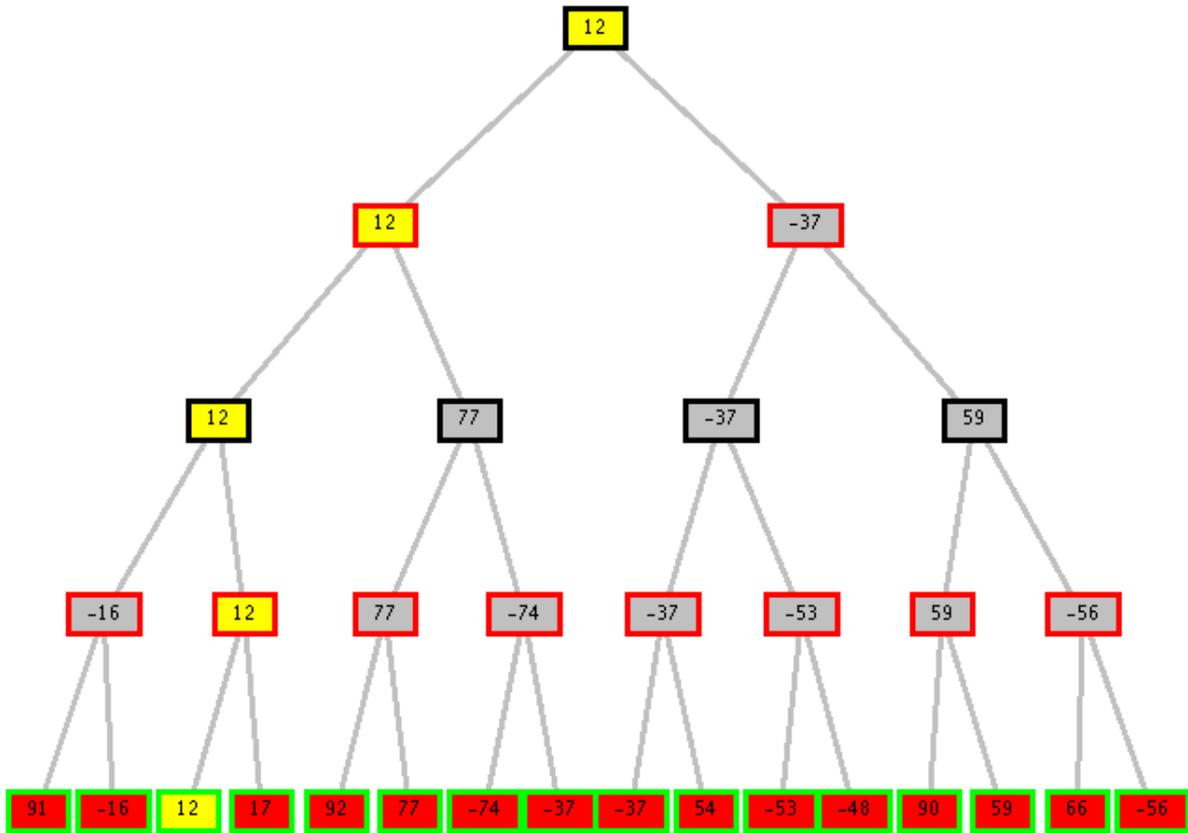
6. ($5+3a$) $\text{ama}(\text{anna}, \text{tortacioc})$

7. ($6+3$) $\text{ingrassa}(\text{anna})$

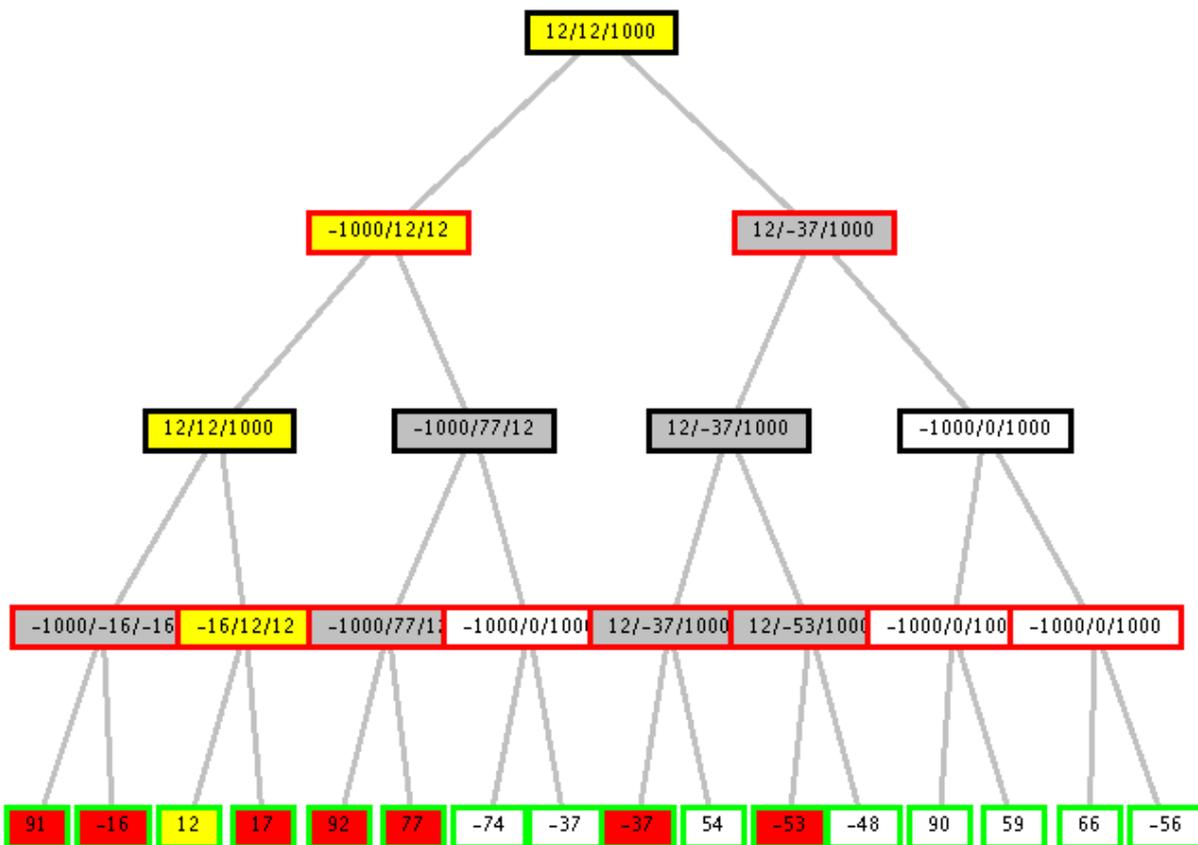
8. ($7+4$) \square

Esercizio 2

Min-Max:



Alfa-beta:



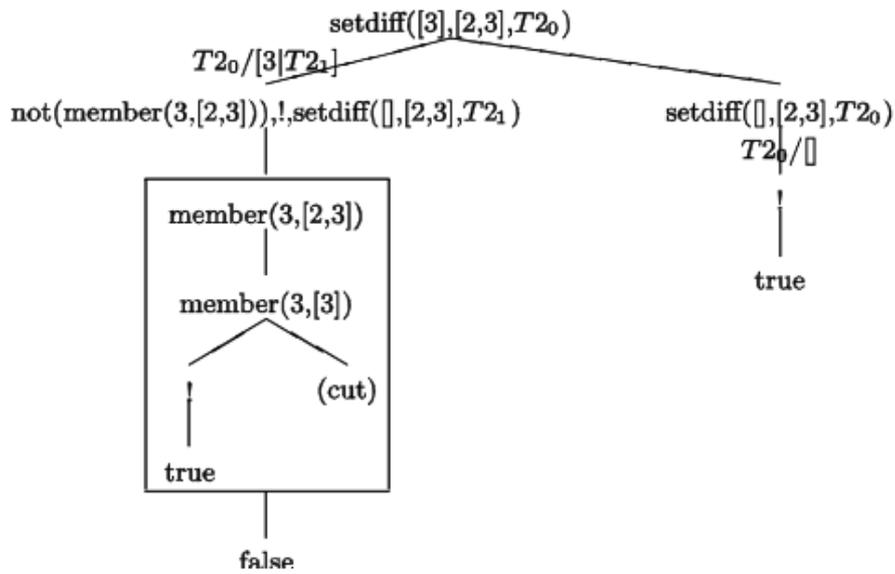
I nodi che portano alla soluzione sono in giallo, quelli tagliati in bianco.

Esercizio 3

`prodAux([],_,[]).`

`prodAux([H|T],B,[H1|T1]):-H1 is H*B, prodAux(T,B,T1).`

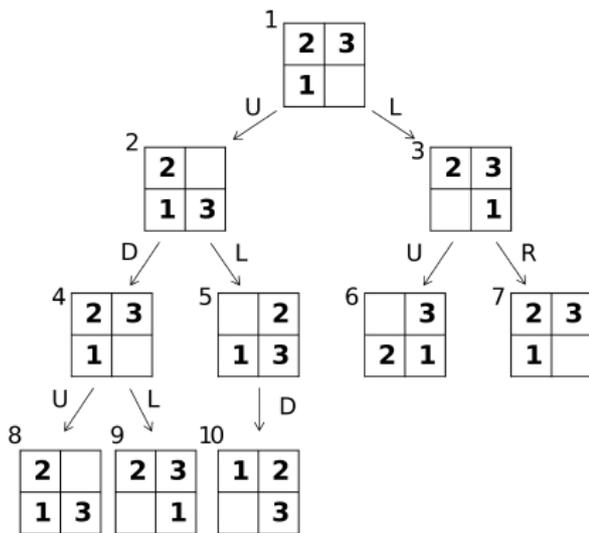
Esercizio 4



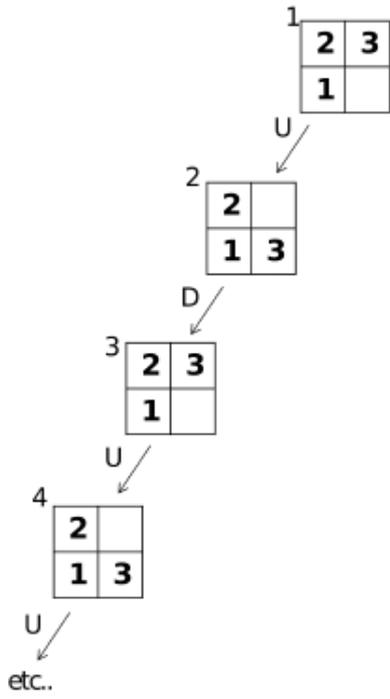
La risposta calcolata è $L=[]$.

Esercizio 5

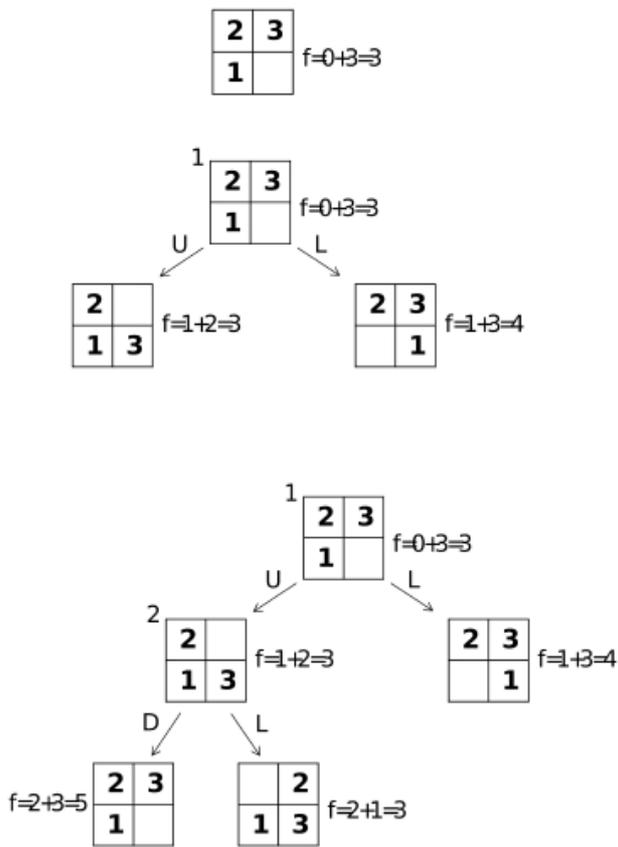
a) Breadth first:

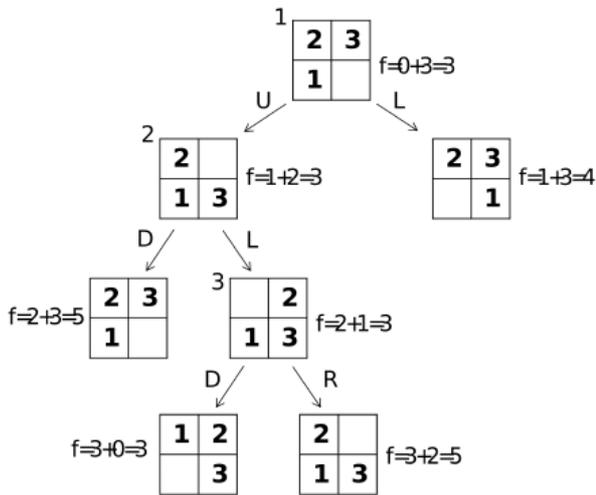


b) Depth first:



c) A-star:





Esercizio 6

(a)
 (i) Se l'Appetizer è veggies il main Course non è pasta, e viceversa (se il main Course è pasta, l'Appetizer non è veggies):

$$A=w \Rightarrow C \neq p$$

$$C=p \Rightarrow A \neq w$$

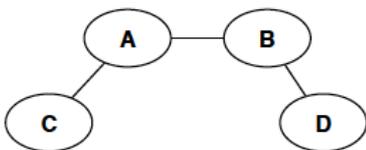
(ii) Se si servono escargot come Appetizer, il Beverage può essere solo water (questo per limitare il costo totale del menu):

$$A=e \Rightarrow B=w$$

(iii) Si si serve milk, il Dessert non è né ice-cream né cheese (per non avere troppo calcio nel menu). Aiutiamo Gordon a individuare i possibili menu.

$$B=m \Rightarrow D \neq i$$

$$B=m \Rightarrow D \neq c$$



(b)

VARIABILI	DOMINIO_iniziale	DOMINIO_FC	Motivo
A	e	e	
B	w, s, m	w	Vincolo (ii)
C	f, b, p	f, b, p	
D	a, i, ch	a, i, ch	