FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

14 Giugno 2019 – Tempo a disposizione: 2 h – Risultato: 32/32 punti

Esercizio 1 (punti 7)

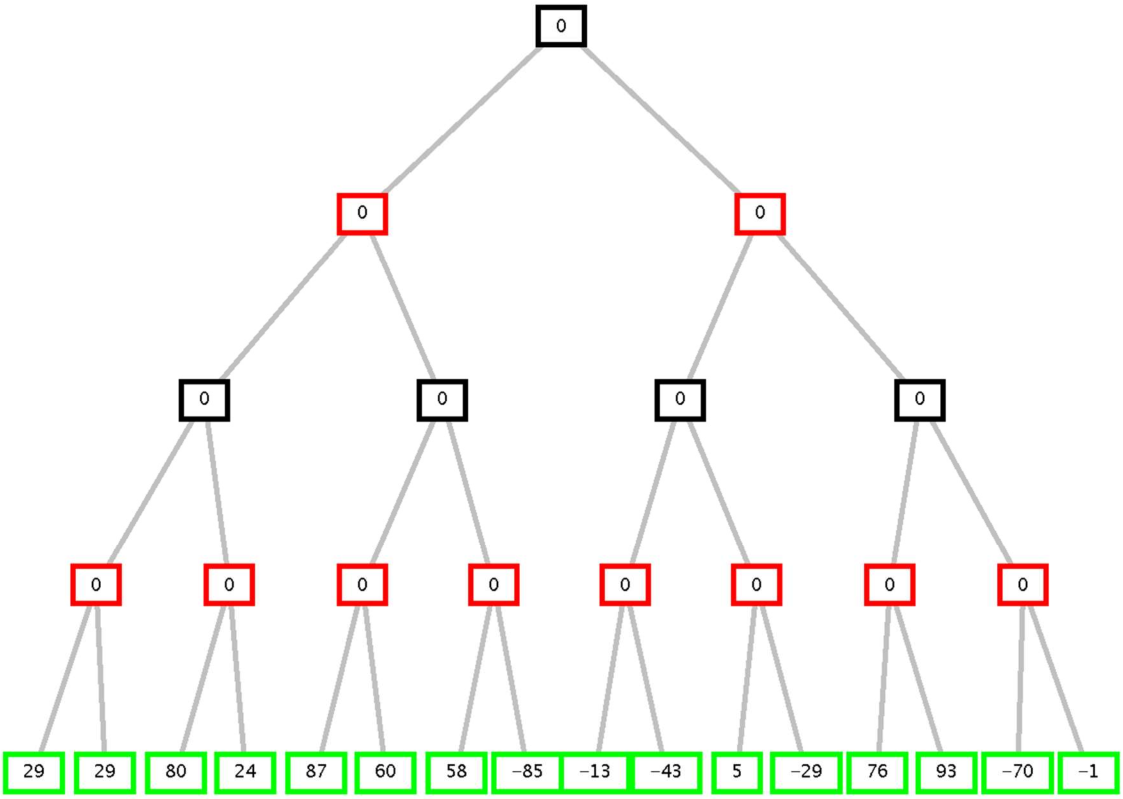
Modellare in logica del I ordine le seguenti frasi:

1. Tutte le anatre maschio hanno piume di cinque colori
2. Nessuna anatra femmina ha piume di cinque colori (ovvero non esiste un'anatra femmina che ha 5 colori)
3. Ogni anatra femmina ha piume di un numero di colori inferiore a quello di ogni anatra maschio
4. Paco è un'anatra maschio
5. Guenda è un'anatra femmina e ha un certo numero di colori.

Si mettano tutte le formule in forma a clausole e si dimostri poi, mediante il principio di risoluzione, che Paco ha un numero di colori delle piume più alto di quello di Guenda.
Si usino i predicati anatra_f(X), anatra_m(X), colori(X, Numero), e il predicato maggiore(X,Y) (vero se X >Y).

Esercizio 2 (punti 5)

Si consideri il seguente albero di gioco in cui il primo giocatore è *MAX*. Si mostri come l'algoritmo *min-max* e l'algoritmo *alfa-beta* risolvono il problema e la mossa selezionata dal primo giocatore.



Esercizio 3 (punti 6)

Dato il seguente programma Prolog:

```
member(X,[X|_]):-!.
member(X,[_|T]):-member(X,T).
last(X,[X]):-!.
last(X,[_|T]):-last(X,T).
```

disegnare l'albero SLD per il goal seguente (si indichino i tagli effettuati dal *cut* e non si espandano i rami tagliati):

```
?-last(X,[1,2,5]),member(X,[1,5,3]).
```

Esercizio 4 (punti 4)

Si definisca in Prolog un predicato `sum(L,V)` che, data una lista di interi `L`, controlla se la somma di tutti i suoi elementi maggiori o uguali a 0 è uguale a `V`. Se la lista è vuota il valore di `V` sarà 0. Ad esempio per il goal:

```
?-sum([6,7,2,0,-4], 15).
Yes
```

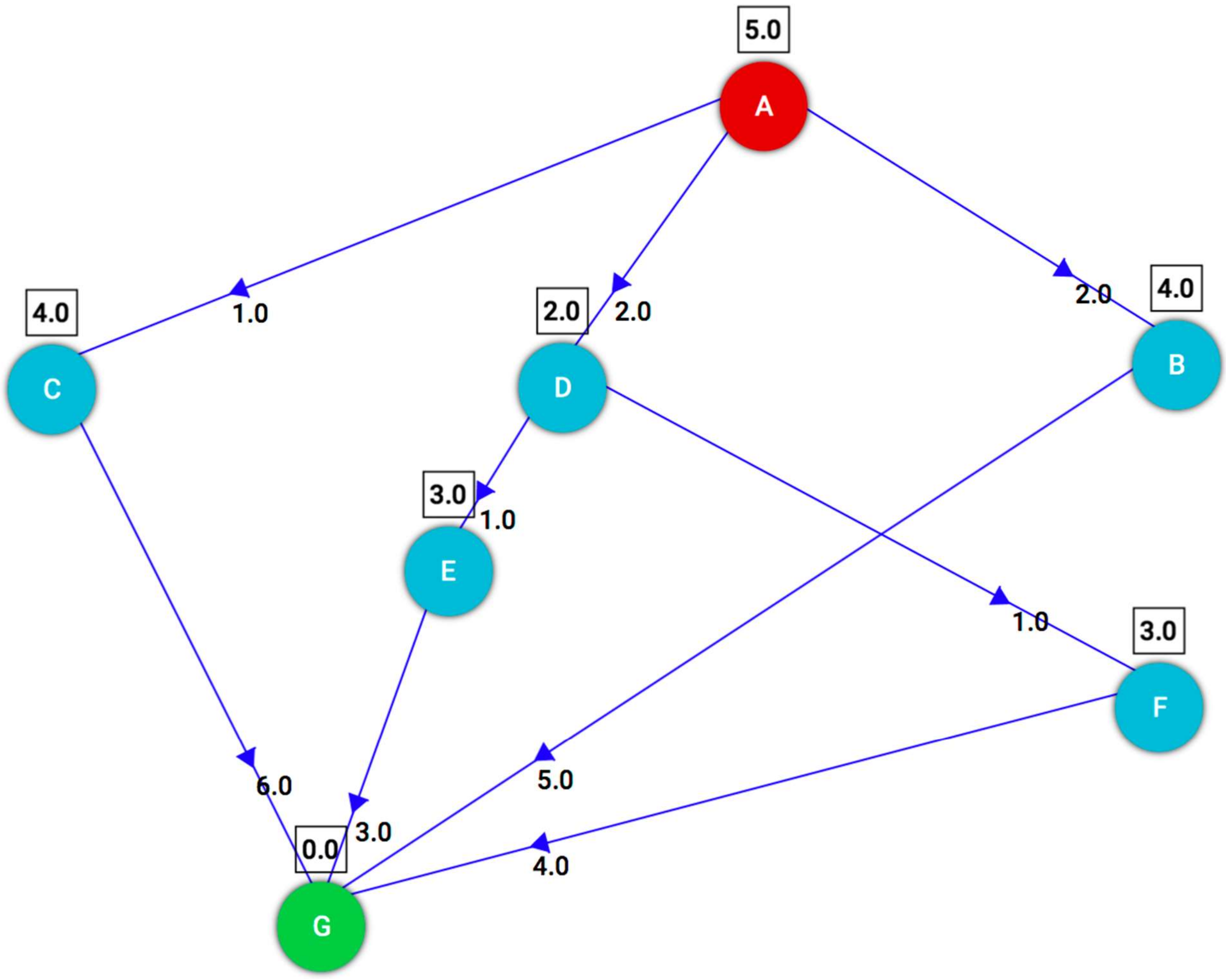
perché la somma degli elementi maggiori di 0, ovvero 6+7+2, è pari a 15.

Altri esempi:

```
?-sum([6,7,2,0,-4], V).
Yes V=15
?-sum([6,7,2], 12).
No
?-sum([], 0).
Yes
```

Esercizio 5 (punti 7)

Si consideri il seguente grafo, dove A è il nodo iniziale e G il nodo goal, e il numero associato agli archi è il costo dell'operatore per andare dal nodo di partenza al nodo di arrivo dell'arco. A fianco di ogni nodo, in un quadrato, è indicata inoltre la stima euristica della sua distanza dal nodo goal:



a) Si applichi la ricerca A* e si disegni l'albero di ricerca sviluppato indicando per ogni nodo *n* l'ordine di espansione. In caso di non-determinismo, si scelgano i nodi da espandere in base all'ordine alfabetico. Si consideri come euristica h(*n*) quella indicata nel quadrato a fianco di ogni nodo in figura.
b) L'euristica è ammissibile?
c) Qual è il costo di cammino trovato da A* ed il numero di nodi espansi per arrivare al Goal G a partire dal nodo iniziale A?

Esercizio 6 (punti 3)

Si consideri il seguente CSP:

A::[1, 2, 3, 4, 5, 6]
B::[1, 2, 3, 4, 5, 6]
C::[1, 2, 3, 4, 5, 6]
A>=B+1
B>=C-3

Si cerchi la prima soluzione, applicando labeling e Forward Checking dopo ogni passo di labeling, considerando le variabili secondo l'ordine alfabetico del loro nome, e i valori nel dominio secondo l'ordine crescente sugli interi.

14 Giugno 2019 - Soluzioni

Esercizio 1

1. Tutte le anatre maschio hanno piume di cinque colori
2. Nessuna anatra femmina ha piume di cinque colori
3. Ogni anatra femmina ha piume di un numero di colori inferiore a quello di ogni anatra maschio
4. Paco è una anatra maschio.
5. Guenda è un'anatra femmina e ha un certo numero di colori.

1. $\forall X\ (anatra\_m(X) \rightarrow colori(X,5))$.
2. $\forall X\ (anatra\_f(X) \rightarrow \neg colori(X,5))$.
   Si noti che sarebbe stato equivalente scrivere: $\neg\exists X\ [\ anatra\_f(X)$ and $colori(X,5)\ ]$
3. $\forall X\ \forall A\ \forall Y\ \forall B\ (anatra\_m(X), anatra\_f(Y), colori(X,A), colori(Y,B) \rightarrow maggiore(A,B))$.
4. anatra_m(paco).
5. anatra_f(guenda).
6. $\exists Y\ colori(guenda,Y)$

Query: $\exists X\ \exists Y\ colori(paco,X)$ and $colori(guenda,Y)$ and $maggiore(X,Y)$

Goal=QueryNeg: $\forall X\ \forall Y\ (\neg colori(paco,X) \vee \neg colori(guenda,Y) \vee \neg maggiore(X,Y))$

Trasformazione in clausole

C1. $\neg anatra\_m(X) \vee colori(X,5)$

C2. $\neg anatra\_f(X) \vee \neg colori(X,5)$

C3. $\neg anatra\_m(X) \vee \neg anatra\_f(Y) \vee \neg colori(X,A) \vee \neg colori(Y,B) \vee maggiore(A,B)$

C4. anatra_m(paco)

C5. anatra_f(guenda)

C6. colori(guenda,v1)

C7. $\neg colori(paco,X) \vee \neg colori(guenda,Y) \vee \neg maggiore(X,Y)$

Risoluzione:

C8 = C4+C3: $\neg anatra\_f(Y) \vee \neg colori(paco,A) \vee \neg colori(Y,B) \vee maggiore(A,B)$

C9 = C8 + C5: $\neg colori(paco,A) \vee \neg colori(guenda,B) \vee maggiore(A,B)$

C10 = C4+C1: colori(paco,5)

C11 = C10+C9: $\neg colori(guenda,B) \vee maggiore(5,B)$

C12 = C6 + C11: maggiore(5,v1)

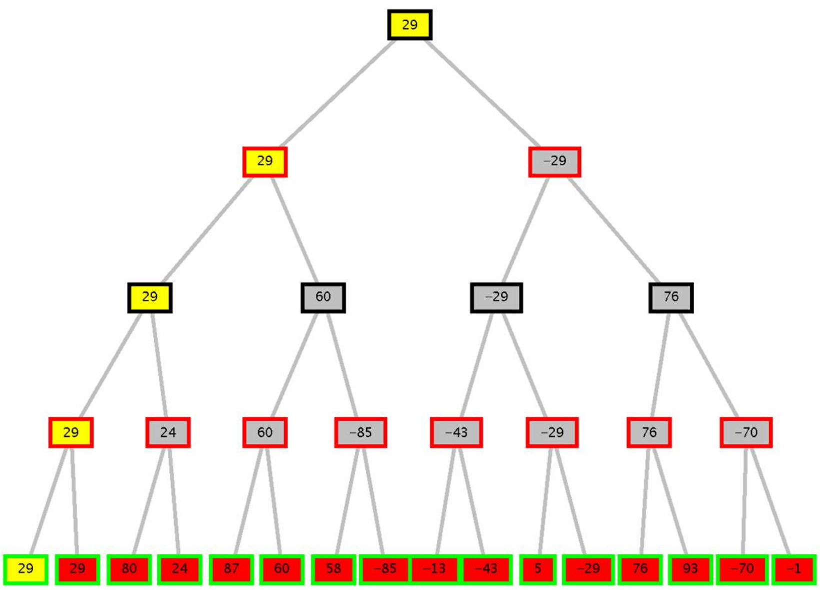
C13 = C12 + C7: $\neg colori(paco,5) \vee \neg colori(guenda,v1)$

C14 = C13 + C10: $\neg colori(guenda,v1)$

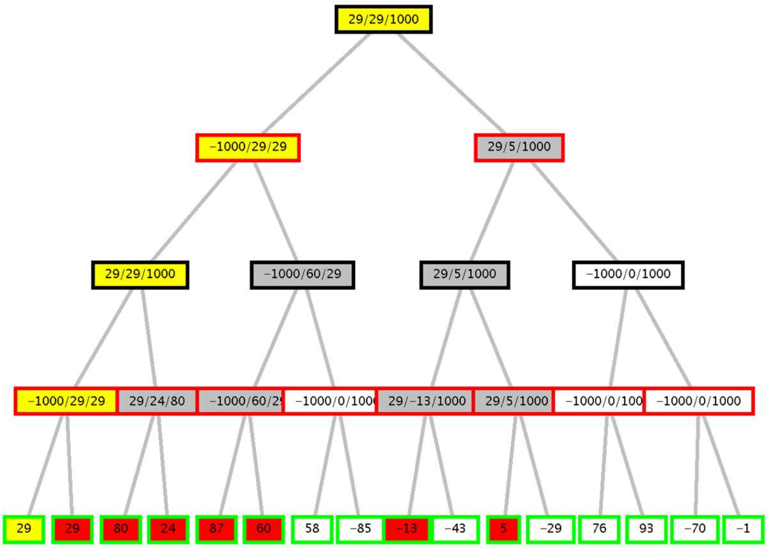
C15 = C14 + C6: clausola vuota

Esercizio 2

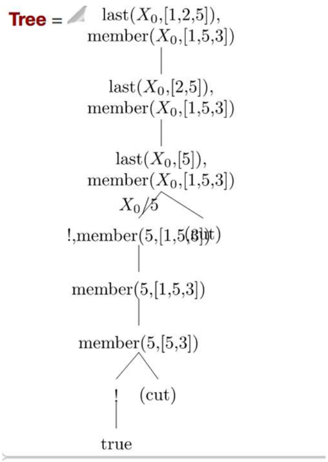
Min-max



Tagli alfa-beta: Sono 4 Tagli



Esercizio 3

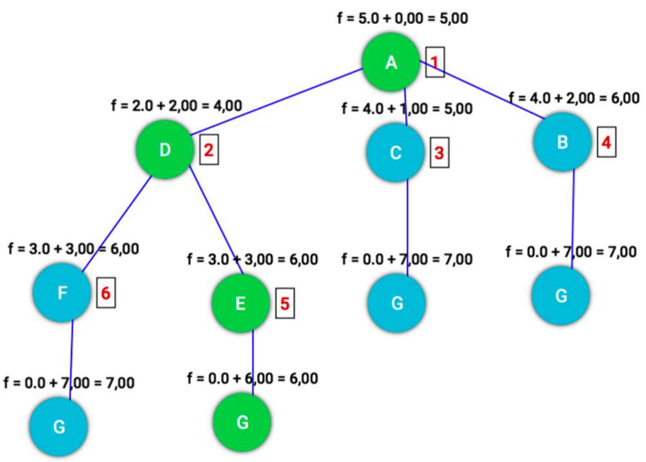


Esercizio 4

```
sum([], 0) :- !.
sum([H|R], V) :- H >= 0, !, sum(R,V1), V is H+V1.
sum([H|R], V) :-  sum(R,V).
```

Esercizio 5

A* (l’euristica è ammissibile; costo di cammino: 6; nodi espansi: 6, quelli con etichetta quadrata a fianco, con all’interno numero d’ordine di espansione)



Esercizio 6

	A	B	C
Backtracking	A=1	Fail	[1...6]
Labeling e FC	A=2	[1]	[1...6]
Labeling e FC	A=2	B=1	[1...4]
Labeling e FC	A=2	B=1	C=1