

Esercizio 1 (6 punti)

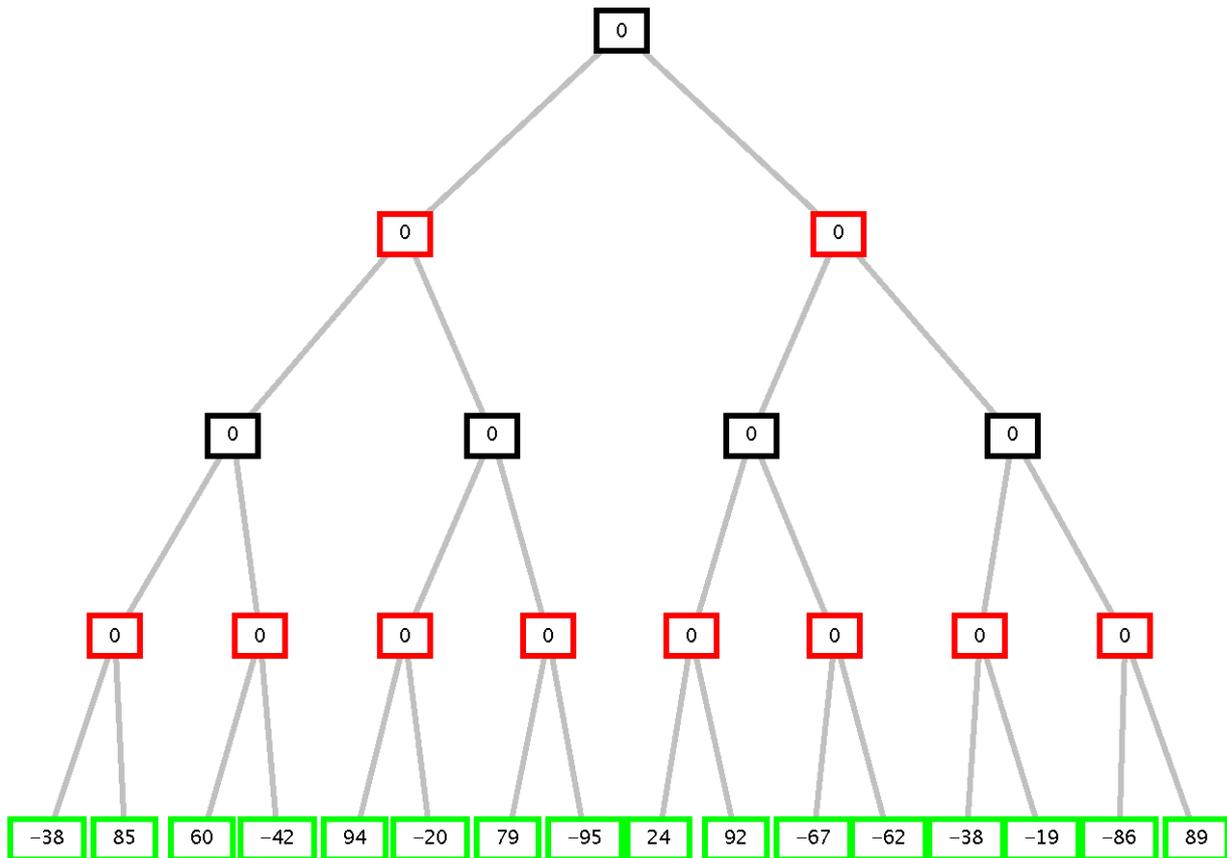
Si formalizzino le seguenti frasi in logica dei predicati:

1. Esiste almeno un libro che non riguarda le streghe.
2. Un libro che riguarda le streghe spaventa.
3. Qualunque cosa che spaventa non è gradita.
4. Biancaneve è un libro e riguarda le streghe.

Le si trasformi in clausole usando i seguenti predicati: **libro (X)** (X è un libro), **riguarda (X, Y)** (X ha come argomento Y, cioè X riguarda Y), **spaventa (X)** (X spaventa, è spaventoso), **gradito (X)** (X è gradito). Si usi poi il principio di risoluzione per dimostrare che c'è un libro che non è gradito.

Esercizio 2 (4 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 (6 punti)

Dato il seguente programma Prolog:

```

coppie( [], [] ).
coppie( [ [X,Y] | RS ], [ X1 | R1S ] ) :- X > Y, !, X1 is X + Y,
    coppie(RS, R1S).
coppie( [ _ | RS ], R1S) :- coppie(RS, R1S).
    
```

si disegni l'albero SLDNF relativo al goal:

```

?-not (coppie( [ [1,2] ], [3] ) ).
    
```

Esercizio 4 (5 punti)

Date due liste L1 e L2 di uguale lunghezza si definisca un predicato Prolog

faicoppie(L1, L2, L3)

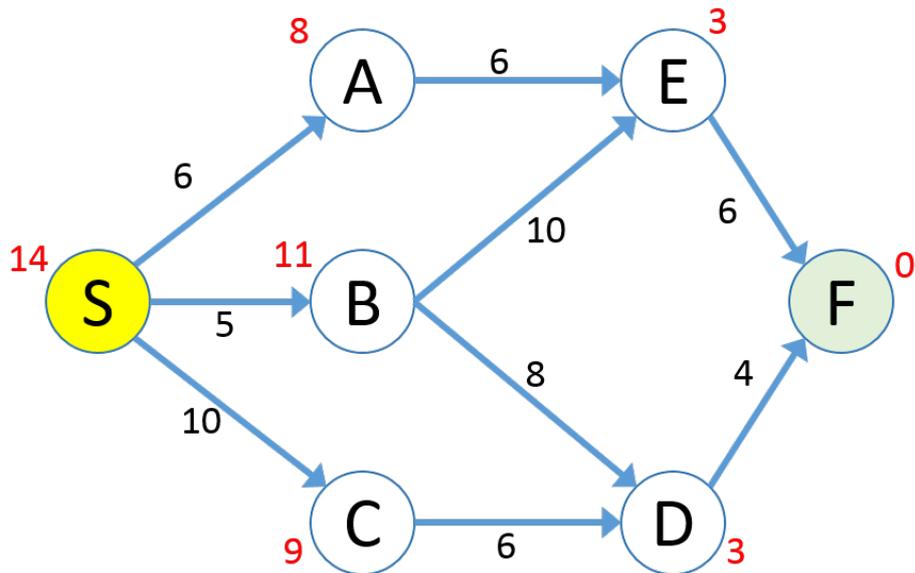
che costruisca una nuova lista L3 di coppie (liste di due elementi) il cui primo appartiene alla lista L1 e il secondo alla lista L2, scartando da L3 le coppie con tutti e due gli elementi uguali.

```
?- faicoppie([1,7,3,2,9], [2,2,3,4,5], L3).  
L3 = [[1,2], [7,2], [2,4], [9,5]]
```

Esercizio 5 (7 punti)

Si consideri il seguente grafo, dove ogni arco è etichettato con la sua lunghezza (in nero). Si vuole andare dal nodo S al nodo F, determinando con l’algoritmo A* il percorso. Ogni nodo è etichettato con la stima della sua distanza dal nodo F (in rosso). Tale stima è ammissibile?

Mostrare l’albero di ricerca sviluppato con A* applicando la ricerca su albero senza eliminazione dei nodi ripetuti, indicando l’ordine con cui sono espansi i nodi (indicare tale ordine con un numero tra parentesi quadre a fianco di ogni nodo espanso dell’albero) fino al raggiungimento della soluzione.



Esercizio 6 (4 punti)

Si descrivano brevemente le tecniche di propagazione di vincoli (FC, PLA, FLA) applicabili nella fase di ricerca di una soluzione su una modellazione CSP.

FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

14 Settembre 2017– Soluzioni

1. $\exists X (\text{libro}(X) \wedge \neg \text{riguarda}(X, \text{streghe}))$
2. $\forall X (\text{libro}(X) \wedge \text{riguarda}(X, \text{streghe}) \rightarrow \text{spaventa}(X))$
3. $\forall X (\text{spaventa}(X) \rightarrow \neg \text{gradito}(X))$
4. $\text{libro}(\text{biancaneve}) \wedge \text{riguarda}(\text{biancaneve}, \text{streghe})$

Goal: $\exists X \text{ libro}(X) \wedge \neg \text{gradito}(X)$

Clausole:

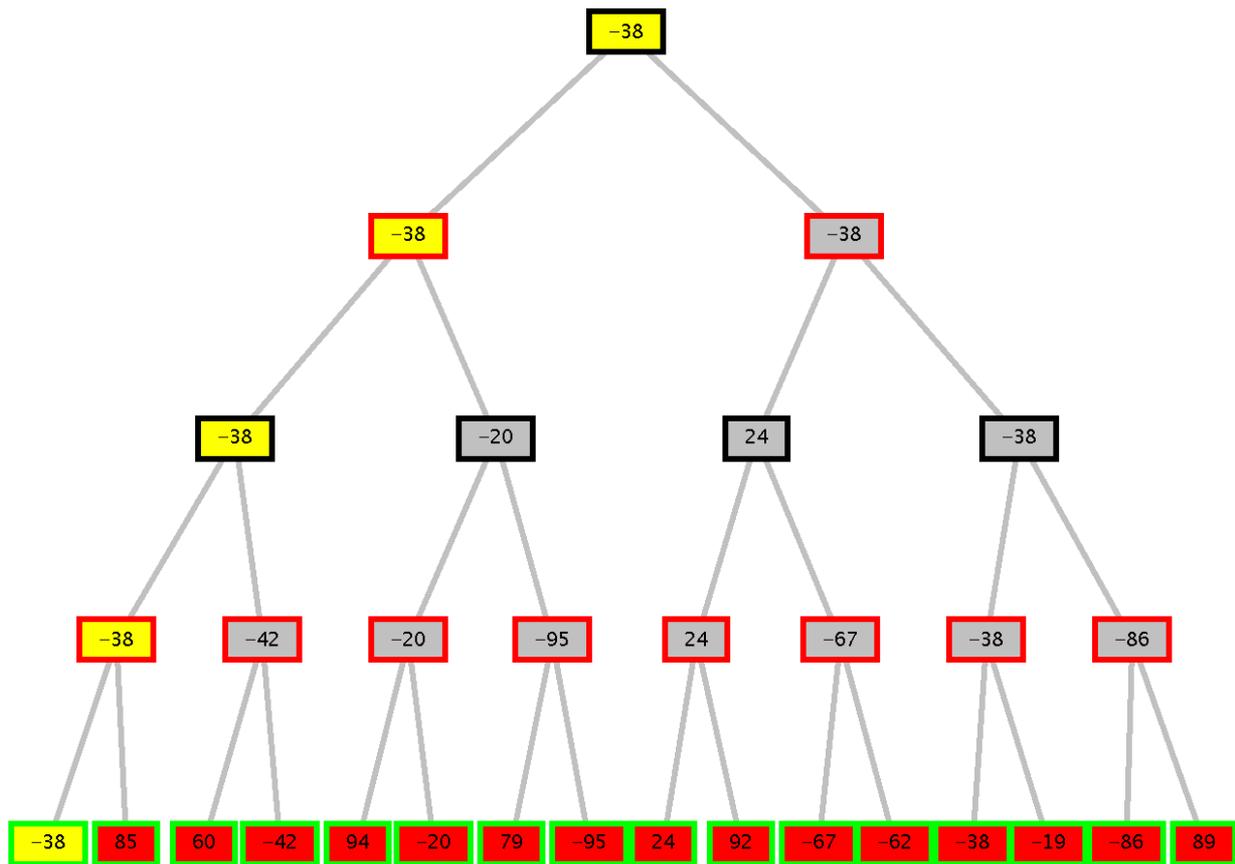
- 1a. $\text{libro}(c)$
 - 1b. $\neg \text{riguarda}(c, \text{streghe})$
 2. $\neg \text{libro}(X) \vee \neg \text{riguarda}(X, \text{streghe}) \vee \text{spaventa}(X)$
 3. $\neg \text{spaventa}(X) \vee \neg \text{gradito}(X)$
 - 4a. $\text{libro}(\text{biancaneve})$
 - 4b. $\text{riguarda}(\text{biancaneve}, \text{streghe})$
- GNeg: $\neg \text{libro}(X) \vee \text{gradito}(X)$

Risoluzione:

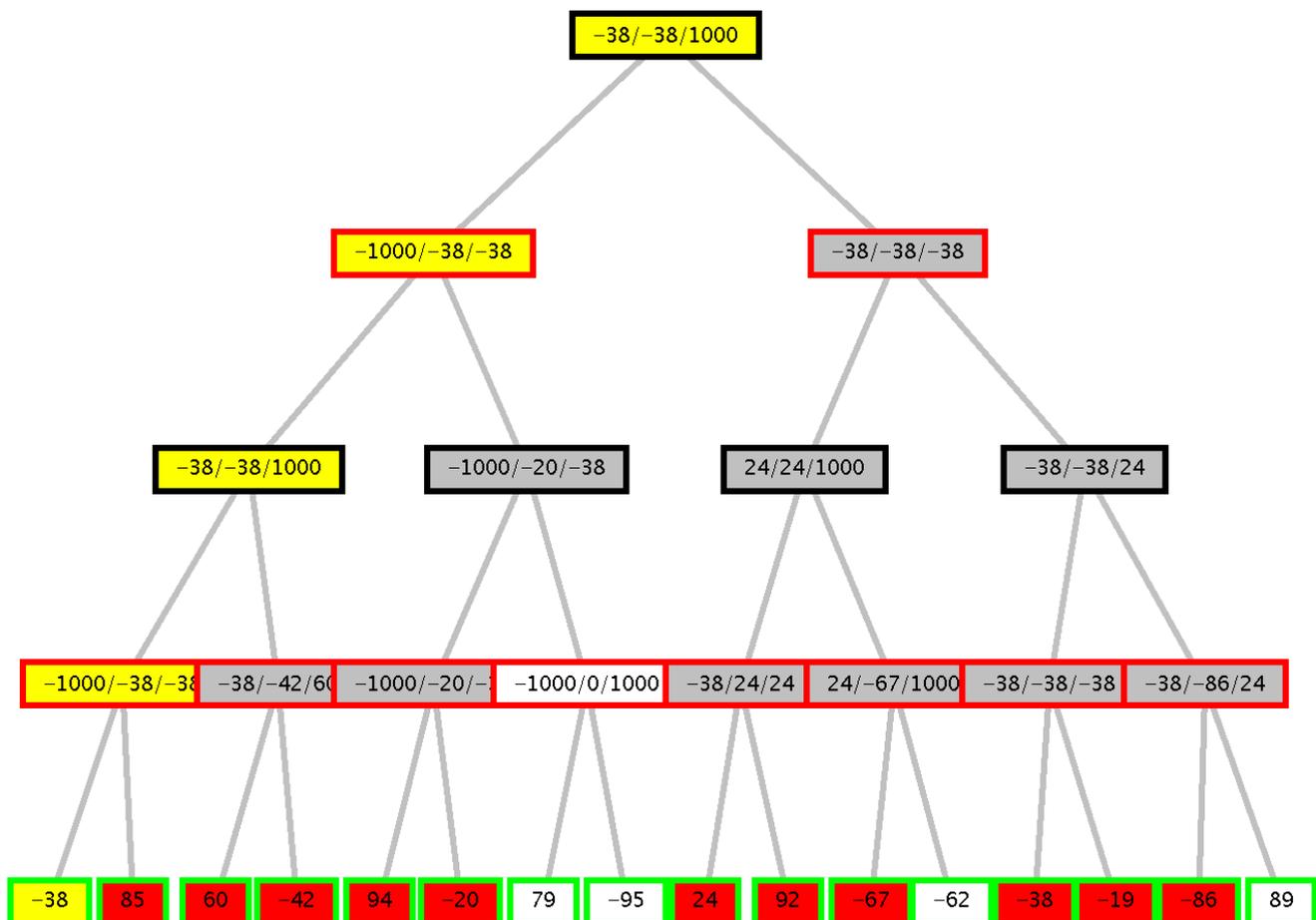
- 5.: GNeg+4a: $\text{gradito}(\text{biancaneve})$
- 6.: 5 + 3: $\neg \text{spaventa}(\text{biancaneve})$
- 7.: 6 + 2: $\neg \text{libro}(\text{biancaneve}) \vee \neg \text{riguarda}(\text{biancaneve}, \text{streghe})$
- 8.: 7 + 4a: $\neg \text{riguarda}(\text{biancaneve}, \text{streghe})$
- 9.: 8 + 4b: clausola vuota.

Esercizio 2

Min-Max:



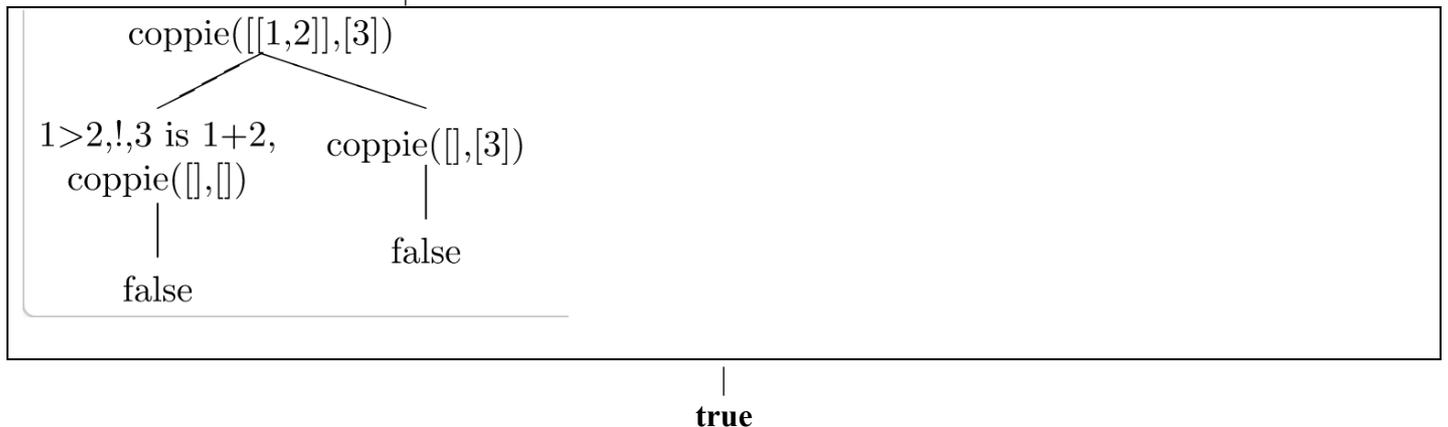
Alfa-beta:



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

Esercizio 3

`not (coppie([[1,2]], [3])).`

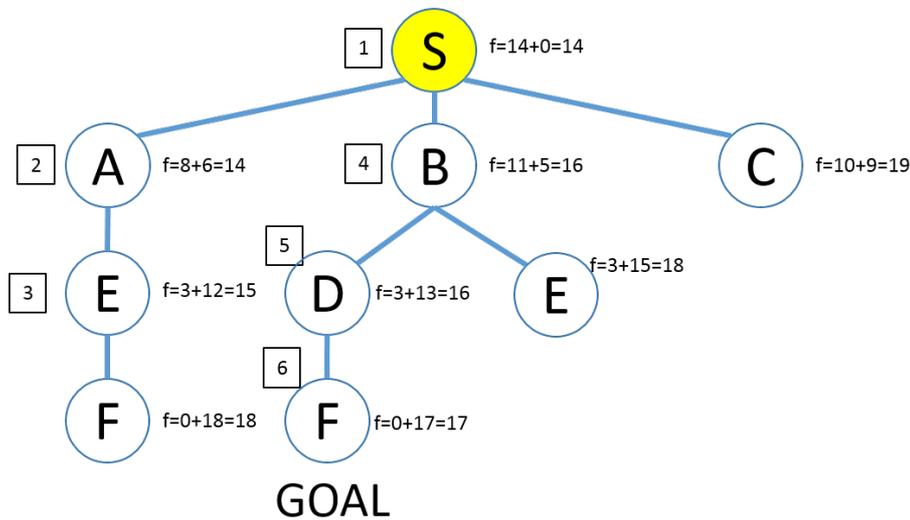


Esercizio 4

```

faicoppie([], [], []).
faicoppie([X|RS], [Y|R1S], [[X,Y]|T]) :-
    X /= Y,
    !,
    faicoppie(RS, R1S, T).
faicoppie([_|RS], [_|R1S], T) :-
    faicoppie(RS, R1S, T).
    
```

Esercizio 5



La stima euristica è ammissibile perché per ogni nodo è minore o uguale del costo effettivo per raggiungere il Goal a partire da tale nodo.

Esercizio 6

Vedi slides del Corso