

# FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE (8 CFU)

29 Gennaio 2015 – Tempo a disposizione: 2 h – Risultato: 32/32 punti

## Esercizio 1 (6 punti)

Si esprimano in logica dei predicati del I ordine le seguenti frasi:

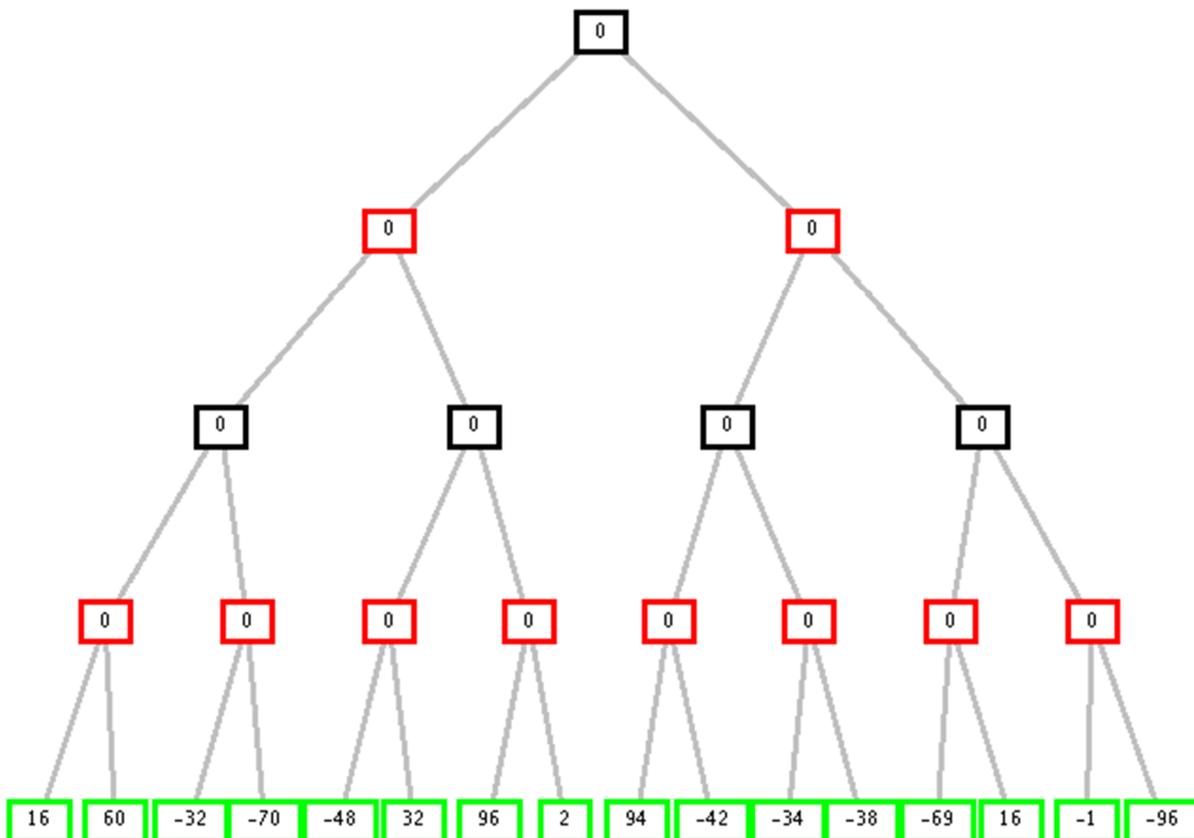
- Alcuni botanici sono eccentrici;
- Alcuni botanici non amano gli eccentrici.

SI utilizzi a tal scopo il seguente vocabolario:  $b(X)$  per indicare che  $X$  è un botanico,  $e(X)$  per indicare che  $X$  è un eccentrico, e  $a(X,Y)$  per indicare che  $X$  ama  $Y$ .

Si usi poi il principio di risoluzione per dimostrare che “esistono alcuni che non sono amati da tutti i botanici” (in parole equivalenti “esistono alcuni tali che non tutti i botanici li amano”).

## 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 gli algoritmi *min-max* e *alfa-beta* risolvono il problema.



## Esercizio 3 (5 punti)

Definire nel linguaggio *Prolog* il predicato  $\text{count}(X, L, N)$ , che dato un termine  $X$  ground, e una lista di termini ground  $L$ , ha successo con  $N$  numero di volte in cui  $X$  compare in  $L$ . Esempi:

?-count(1, [1,4,5,4,1,1], N).

yes N=3

?-count(1, [1,4,5,4,1,1], 3).

yes

?-count(2, [1,4,5,4,1,1], N).

yes N=0

?-count(f(5), [f(1),4,f(5),4,1,1], N).

yes N=1

#### Esercizio 4 (6 punti)

Si modelli come problema a vincoli il problema “delle case e delle famiglie”: 4 famiglie A, B, C e D vivono vicine, in case consecutive, numerate da 1 a 4.

- D vive in una casa con numero inferiore a quello della casa di B;
- B vive di fianco ad A, con numero più alto;
- C'è almeno una casa tra B e C;
- D non vive nella casa n. 2;
- C non vive nella casa n. 4.

Si disegni la rete che rappresenta il problema, resa già node-consistente.

Si cerchi una soluzione applicando la propagazione Forward Checking ad ogni passo, selezionando per il labeling le variabili secondo l'ordine A, B, C, D, etc. e i valori nei domini secondo il loro ordine crescente.

#### Esercizio 5 (6 punti)

Sia dato il seguente predicato Prolog:

```
factorial(X,1):- X=<1,!.
factorial(X,Y):-
    A is X-1,
    factorial(A,R),
    Y is R*X.
```

Disegnare l'albero SLD esplorato dall'interprete Prolog, per il goal:

```
?- factorial(3,X).
```

#### Esercizio 6 (2 punti)

Si descriva brevemente, con un esempio a supporto, in cosa consiste l'anomalia di Sussman.

#### Esercizio 7 (2 punti)

Si introduca brevemente il concetto di negazione per fallimento usato in Prolog, e se ne discutano brevemente (con esempi) le possibili problematiche nel suo utilizzo.

# FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

29 Gennaio 2015 – Soluzioni

## Esercizio 1

- a) Alcuni botanici sono eccentrici  
 $\exists X \text{ b}(X) \text{ and } e(X)$
- b) Alcuni botanici non amano cose eccentriche  
 $\exists X ( \text{b}(X) \text{ and } \forall Y ( e(Y) \rightarrow \neg a(X,Y) ) )$

*Formula da dimostrare:*

- c) Alcuni non sono amati da tutti i botanici  
 $\exists Y ( \neg \forall X ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

*Trasformazione in clausole:*

- a)  $\exists X \text{ b}(X) \text{ and } e(X)$

Introducendo Skolem:

$\text{b}(c_0) \text{ and } e(c_0)$

cioè:

**C1:       $\text{b}(c_0)$**

**C2:       $e(c_0)$**

- b)  $\exists X ( \text{b}(X) \text{ and } \forall Y ( e(Y) \rightarrow \neg a(X,Y) ) )$   
 $\exists X \forall Y ( \text{b}(X) \text{ and } ( \neg e(Y) \text{ or } \neg a(X,Y) ) )$

Introducendo Skolem:

$\text{b}(c_1) \text{ and } ( \neg e(Y) \text{ or } \neg a(c_1,Y) )$

cioè:

**C3:       $\text{b}(c_1)$**

**C4:       $\neg e(Y) \text{ or } \neg a(c_1,Y)$**

- c)  $\exists Y ( \neg \forall X ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

Goal negato:

$\neg \exists Y ( \neg \forall X ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

$\forall Y \neg ( \exists X \neg ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

$\forall Y \neg \exists X ( \neg ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

$\forall Y \forall X \neg ( \neg ( \text{b}(X) \rightarrow a(X,Y) ) )$

$\text{b}(X) \rightarrow a(X,Y)$

**C5:       $\neg \text{b}(X) \text{ or } a(X,Y)$**

*Applicando il Principio di Risoluzione:*

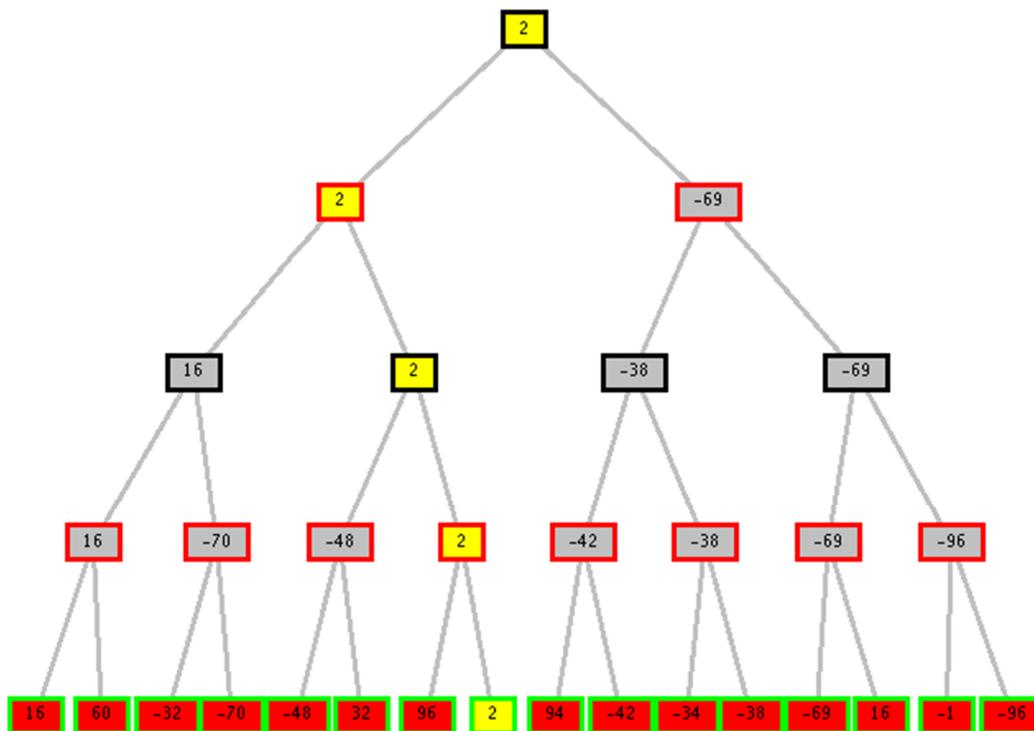
C6: C5+C4:  $\neg \text{b}(c_1) \text{ or } \neg e(Y)$

C7: C6+C3:  $\neg e(Y)$

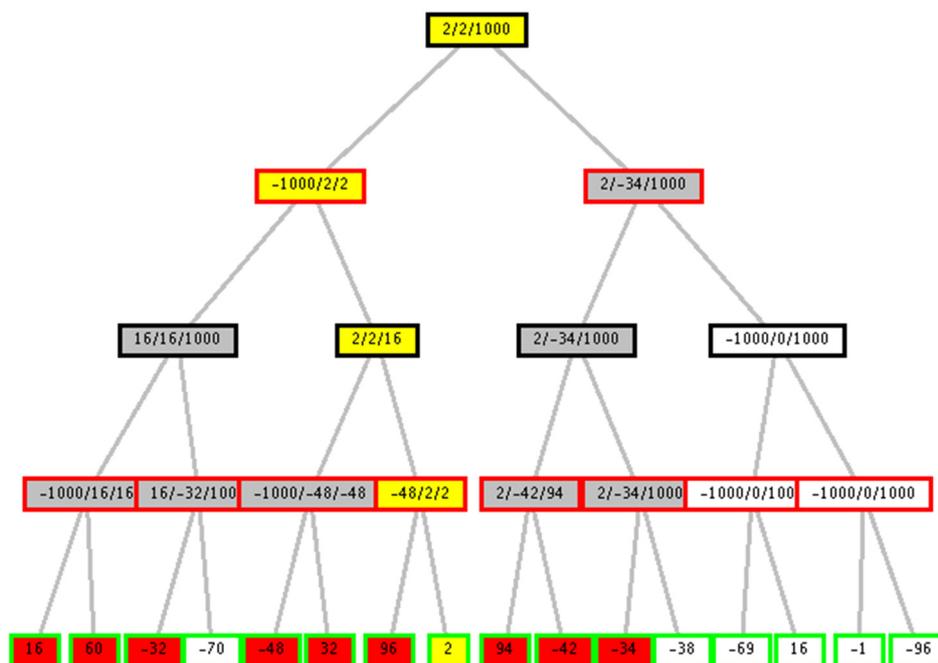
C8: C7+C2: clausola vuota

## Esercizio 2

Min-max:



Alfa-Beta:



## Esercizio 3

`count(_, [], 0).`

`count(X, [X|T], N) :- !, count(X, T, N1), N is N1+1.`

`count(X, [_|T], N) :- count(X, T, N).`

Nota: l'uso del cut evita di generare in backtracking soluzioni spurie

### Esercizio 4

A,B,C,D::[1,2,3,4]

$D < B$

$B = A + 1$

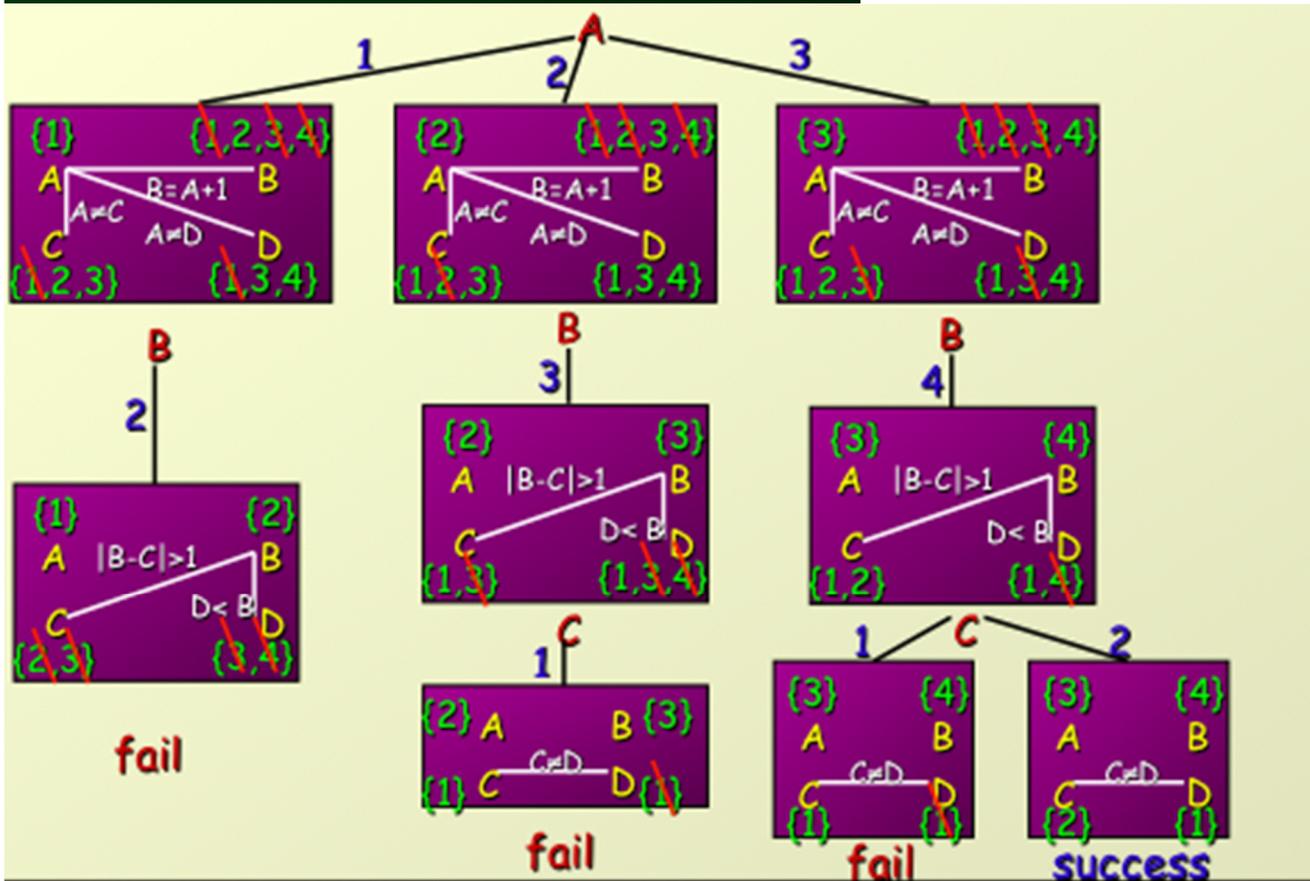
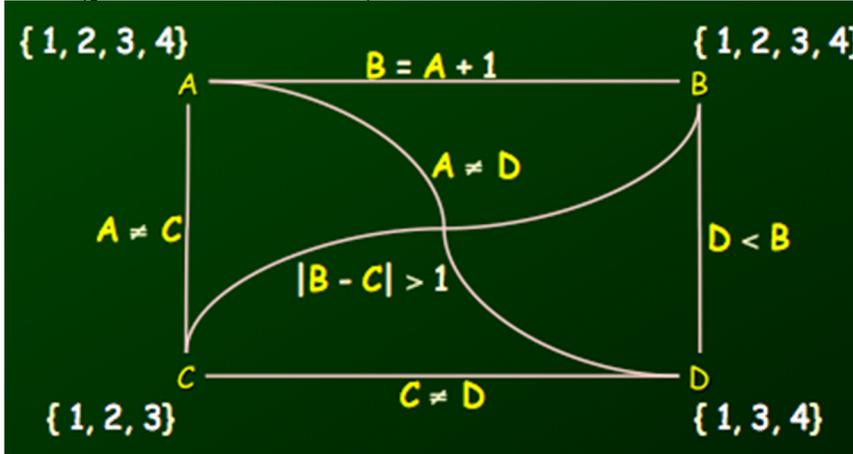
$|B - C| > 1$

$A \neq C, A \neq D, C \neq D$

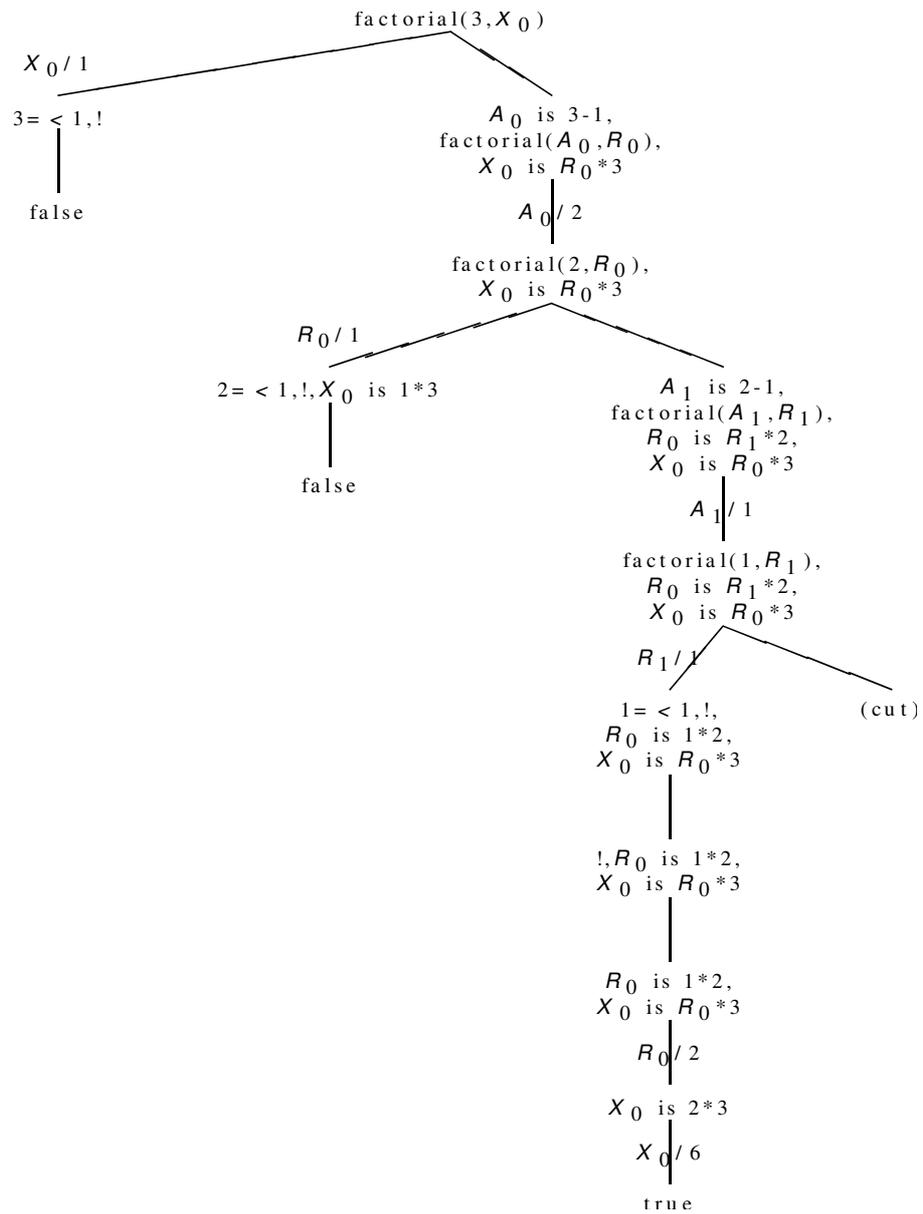
$C \neq 4$

$D \neq 2$

Rete (già node consistente):



## Esercizio 5



## Esercizio 6

Vedi slide del corso.

## Esercizio 7

Vedi slide del corso.