

# FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

16 Febbraio 2017 – Tempo a disposizione: 2 h – Risultato: 32/32 punti

## Esercizio 1 (6 punti)

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

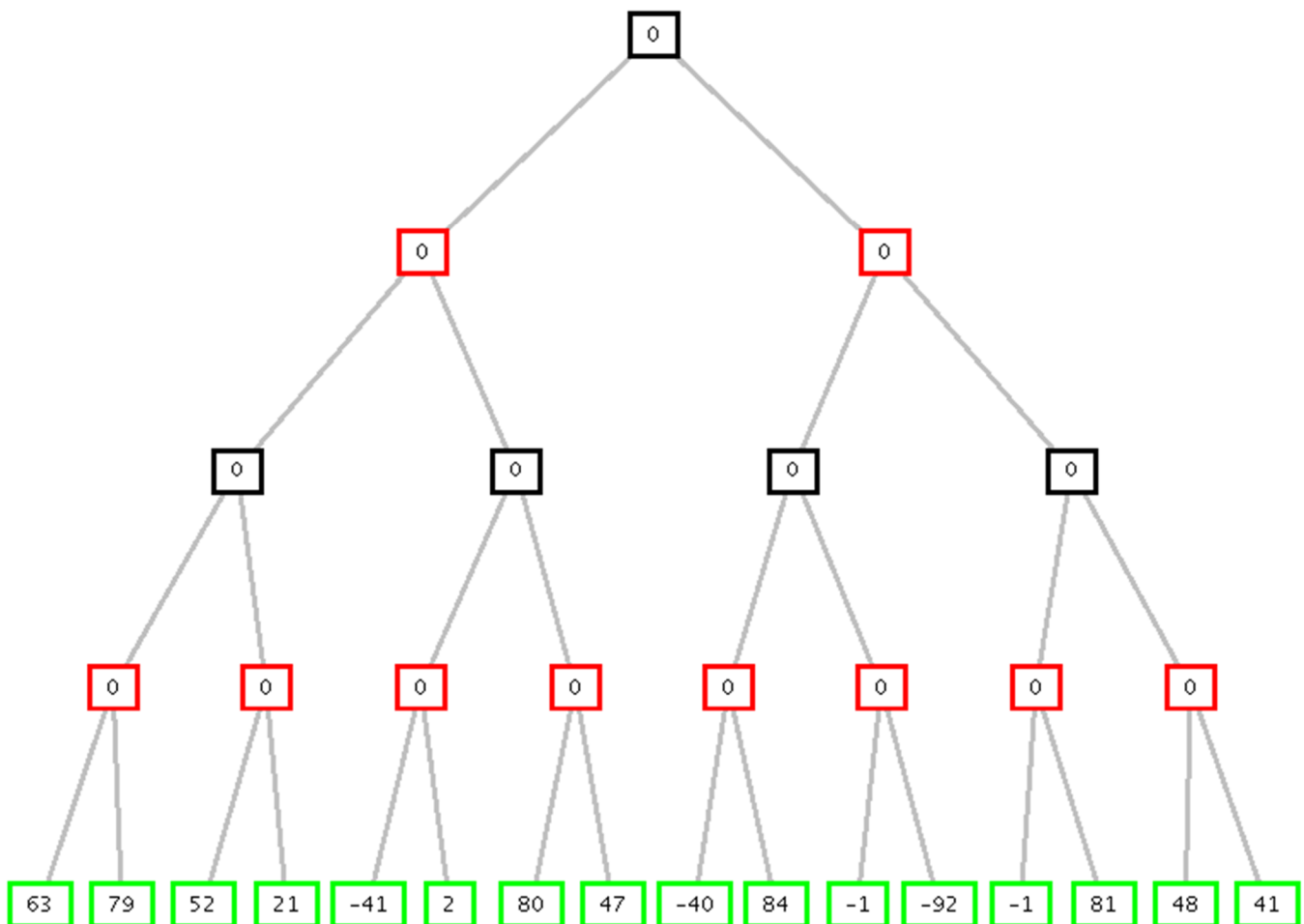
1. Se un qualunque membro di una famiglia ha avuto un tumore, la famiglia entra in screening.
2. Chiunque è risultato positivo al test per marker tumorale o è positivo a un esame radiografico per tumore, allora ha un tumore.
3. Mario è membro della famiglia Rossi.
4. Luisa è membro della famiglia Bianchi.
5. Mario è risultato positivo al test per marker tumorale.
6. Luisa ha un esame radiografico positivo per tumore.

Si utilizzi la risoluzione per dimostrare che esiste almeno una famiglia che entra in screening. Si usino i seguenti predicati dove ".../x" esprime il numero x di parametri richiesti:

`hasMember/2`, `screeningFamily/1`, `testPositive/1`, `radioTestPositive/1`, `hasTumor/1`.

## 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 (6 punti)

Dato il seguente programma Prolog:

```
insert(X, [], [X]).  
insert(X, [H|T], [X,H|T]):- X=<H,!.  
insert(X, [H|T], [H|L]):- insert(X,T,L).
```

si disegni l'albero SLD relativo al goal:

```
?-insert(-2, [-7,-3,2,5],L).  
yes L=[-7,-3,-2,2,5]
```

### Esercizio 4 (5 punti)

Si definisca un predicato Prolog `differenti(L1,L2)` che ha successo se le due liste `L1` e `L2` non hanno elementi in comune. Si definiscano anche eventuali predicati di supporto. Esempio:

```
?-differenti([a,b,c],[d,e]) yes  
?-differenti([a,b,c],[c,e]) no
```

### Esercizio 5 (6 punti)

Oggi in classe c'è grande fermento! Gli alunni stanno confrontando la media dei voti che ognuno di loro ha ottenuto in pagella. I voti medi assegnati sono interi, e possono variare da 1 a 5.

Dice Anna: "Io ho la stessa media dello scorso anno, ma quest'anno sono andata meglio di quell'antipatico di Carlo". Bruno invece ha peggiorato la sua media di un punto, ma quest'anno anche lui è andato meglio di Carlo. Carlo, che lo scorso anno era andato meglio di Anna e di Bruno, quest'anno è andato peggio di Anna e peggio di Bruno.

Si modelli il problema come CSP, dove le variabili rappresentano la media dei tre alunni lo scorso anno (`A`, `B`, `C`, rispettivamente), e quest'anno (`A'`, `B'`, e `C'`).

Si applichi poi la tecnica dell'arc-consistenza (si considerino a tale scopo i vincoli binari nell'ordine con cui sono enunciati nelle frasi che descrivono il problema).

Si applichi l'arc-consistenza fino alla quiescenza, e si indichi se è possibile già trovare la soluzione o meno.

### Esercizio 6 (4 punti)

Si descriva l'algoritmo di ricerca a costo uniforme, mostrando un semplice esempio. Se ne discutano le proprietà (completezza, ottimalità, etc.)

# FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

16 Febbraio 2017– Soluzioni

## Esercizio 1

- $\forall \text{Family}, \forall \text{Member } \text{hasMember}(\text{Family}, \text{Member}) \wedge \text{hasTumor}(\text{Member}) \rightarrow \text{screeningFamily}(\text{Family}).$
  - $\forall \text{Person}$   
 $( \text{testPositive}(\text{Person}) \vee \text{radioTestPositive}(\text{Person}) ) \rightarrow \text{hasTumor}(\text{Person}).$
  - $\text{hasMember}(\text{rossi}, \text{mario})$
  - $\text{hasMember}(\text{bianchi}, \text{luisa})$
  - $\text{testPositive}(\text{mario})$
  - $\text{radioTestPositive}(\text{luisa})$
- Query:  $\exists X \text{screeningFamily}(X).$

Trasformazione in clausole:

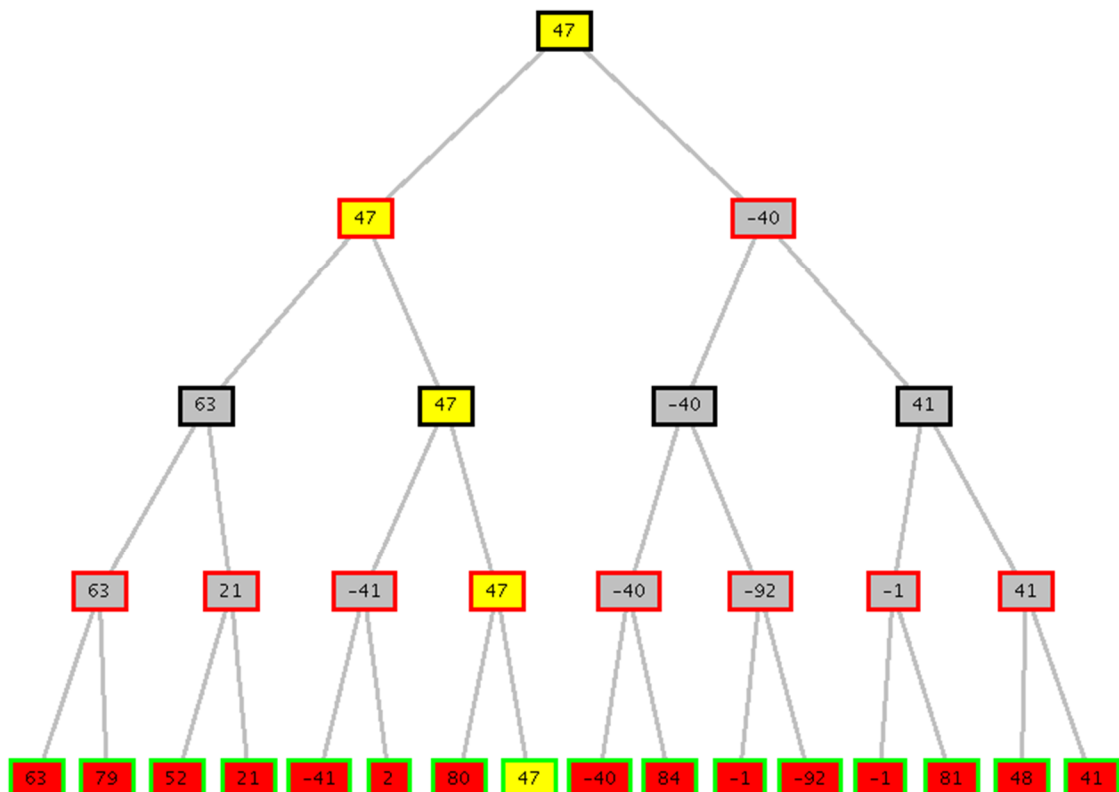
- C1:  $\neg \text{hasMember}(\text{Family}, \text{Member}) \vee \neg \text{hasTumor}(\text{Member}) \vee \text{screeningFamily}(\text{Family}).$   
C2a:  $\neg \text{testPositive}(\text{Person}) \vee \text{hasTumor}(\text{Person}).$   
C2b:  $\neg \text{radioTestPositive}(\text{Person}) \vee \text{hasTumor}(\text{Person}).$   
C3:  $\text{hasMember}(\text{rossi}, \text{mario})$   
C4:  $\text{hasMember}(\text{bianchi}, \text{luisa})$   
C5:  $\text{testPositive}(\text{mario})$   
C6:  $\text{radioTestPositive}(\text{luisa})$   
QNeg:  $\neg \text{screeningFamily}(X).$

Risoluzione:

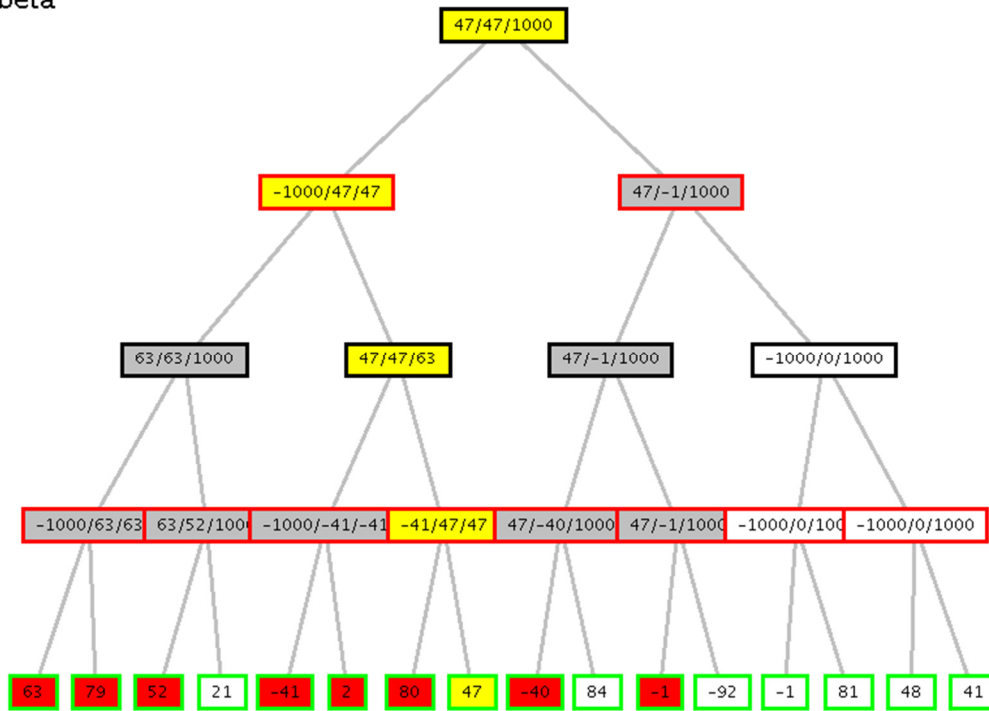
- C7: QNeg+C1:  $\neg \text{hasMember}(\text{Family}, \text{Member}) \vee \neg \text{hasTumor}(\text{Member})$   
C8: C7+C3:  $\neg \text{hasTumor}(\text{mario})$   
C9: C8+C2a:  $\neg \text{testPositive}(\text{mario})$   
C10: C9+C5: **contraddizione!**

## Esercizio 2

Min-Max:

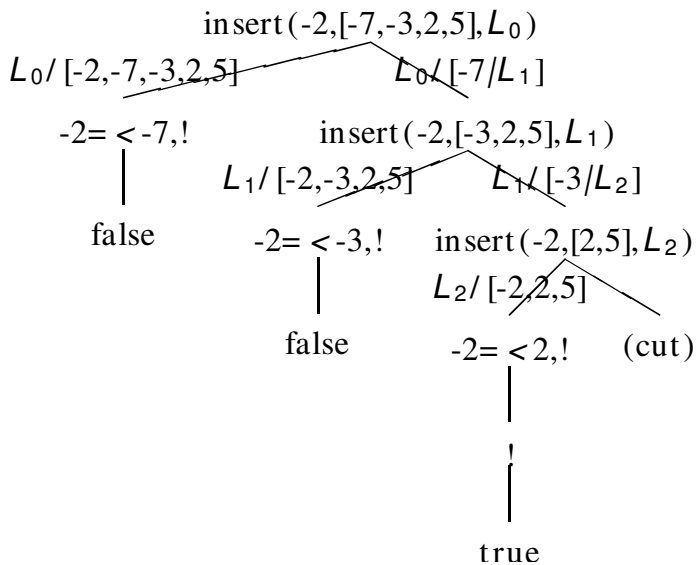


Alfa-beta:  
alpha-beta



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

### Esercizio 3



### Esercizio 4

```

differenti([], L).
differenti([A|B], L) :- non_member(A, L), differenti(B, L).
non_member(X, []).
non_member(X, [A|B]) :- X \= A, non_member(X, B).
  
```

Nota: non-member(X,L) può essere sostituito da not(member(X,L)).

## Esercizio 5

Dice Anna: "Io ho la stessa media dello scorso anno, ma quest'anno sono andata meglio di quell'antipatico di Carlo".

$A'=A$

$A'>C'$

Bruno invece ha peggiorato la sua media di un punto, ma quest'anno è andato anche lui meglio di Carlo.

$B'=B-1$

$B'>C'$

Carlo, che era il migliore della classe lo scorso anno, è quest'anno il peggiore.

$C>A$

$C>B$

$C'<A'$

$C'<B'$

	A	B	C	A'	B'	C'
<b>I iterazione</b>	[1,2,3,4,5]	[1,2,3,4,5]	[1,2,3,4,5]	[1,2,3,4,5]	[1,2,3,4,5]	[1,2,3,4,5]
$A'=A$						
$A'>C'$				[2,3,4,5]		[1,2,3,4]
$B'=B-1$		[2,3,4,5]			[1,2,3,4]	
$B'>C'$					[2,3,4]	[1,2,3]
$C>A$	[1,2,3,4]		[2,3,4,5]			
$C>B$		[2,3,4]	[3,4,5]			
$C'<A'$						
$C'<B'$						
<b>II iterazione</b>	[1,2,3,4]	[2,3,4]	[3,4,5]	[2,3,4,5]	[2,3,4]	[1,2,3]
$A'=A$	[2,3,4]			[2,3,4]		
$A'>C'$						
$B'=B-1$		[3,4]			[2,3]	
$B'>C'$					[2,3]	[1,2]
$C>A$						
$C>B$		[3,4]	[4,5]			
$C'<A'$						
$C'<B'$						
<b>III iterazione</b>	[2,3,4]	[3,4]	[4,5]	[2,3,4]	[2,3]	[1,2]
$A'=A$						
$A'>C'$						
$B'=B-1$						
$B'>C'$						
$C>A$						
$C>B$						
$C'<A'$						
$C'<B'$						

Alla terza iterazione è stata raggiunta la quiescenza. Non è possibile, dopo Arc Consistency, identificare già una soluzione (ci sono domini non unari).

## Esercizio 6

Vedi slide