FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

9 Gennaio 2020 – 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:

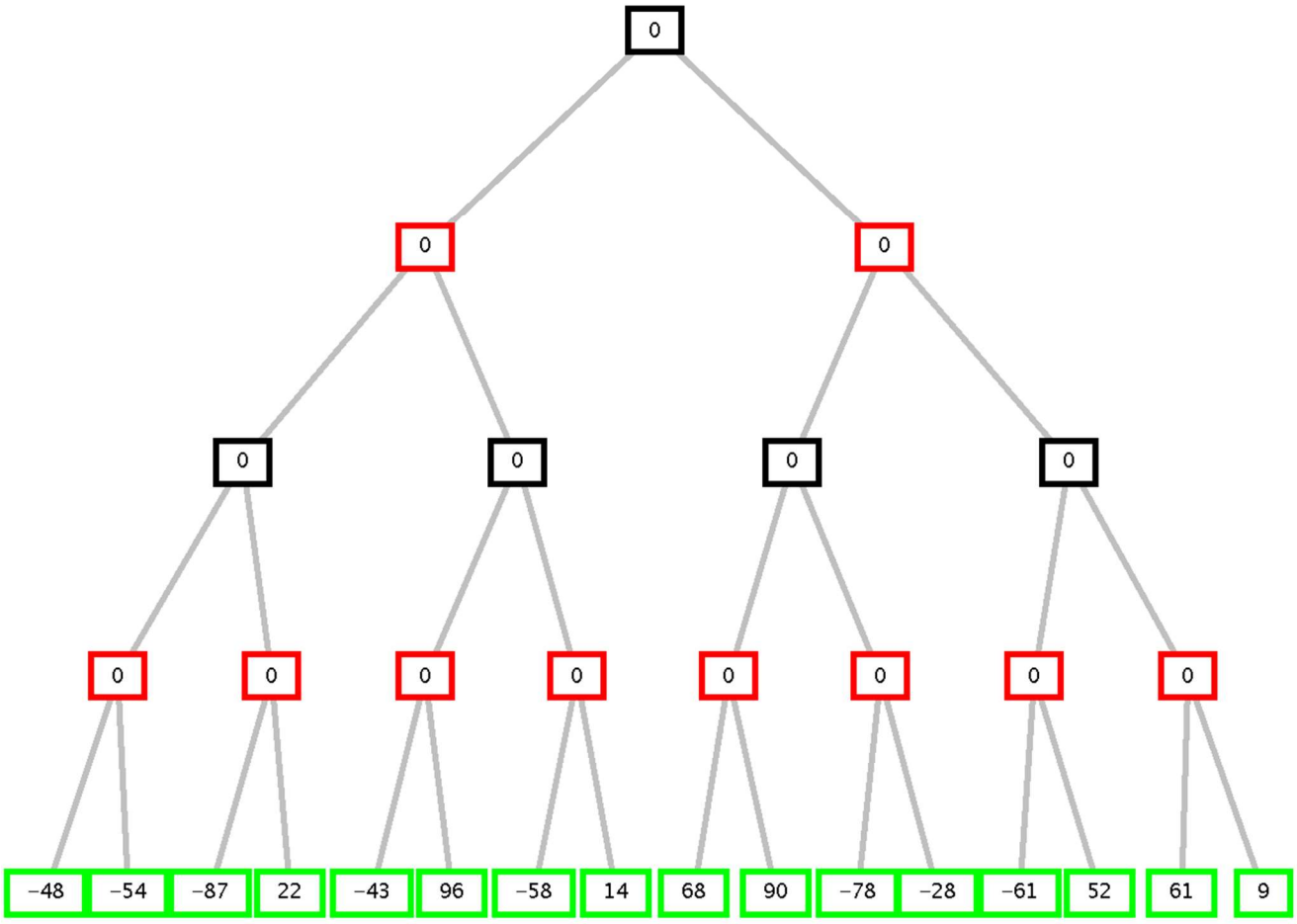
1. Se qualcuno ha la meningite, tutti i suoi amici sono sottoposti a vaccinazione.
2. Chiunque ha la febbre alta ed è risultato positivo al test sulla meningite allora ha la meningite
3. Tutti hanno almeno un amico.
4. Giovanni ha la febbre alta
5. Giovanni è risultato positivo al test per meningite.

Si utilizzi la risoluzione per dimostrare che **esiste qualcuno sottoposto a vaccinazione**. Si usino i seguenti predicati dove "…`/n`" esprime il numero `n` di parametri richiesti:

`haAmico/2`, `febbreAlta/1`, `testMenPos/1`, `vaccinaMen/1`, `haMen/1`.

Esercizio 2 (5 punti)

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 (5 punti)
Dato il seguente programma Prolog, **`rangeList(L1, L2, Min, Max)`** che riporta nella lista **`L2`** gli elementi della lista **`L1`** esclusi nell'intervallo con estremi **`Min`** e **`Max`**:

```
esclusi([], [], _, _).
esclusi([A|B], [A|T], Min, Max) :-
                    A =< Min, !, esclusi(B,T,Min,Max).
esclusi([A|B], [A|T], Min, Max) :-
                    A >= Max, !, esclusi(B,T,Min,Max).
esclusi([_|B], T, Min, Max) :- esclusi(B,T,Min,Max).
```

disegnare l'albero SLD per il goal seguente (si indichino i tagli effettuati dal *cut* e non si espandano gli eventuali rami tagliati):
`?- esclusi([1,2,10], L, 3, 7).`

Esercizio 4 (5 punti)
Si consideri una lista L formata a sua volta da liste di numeri interi. Si scriva un programma PROLOG `aggiungi(L,B,L1)` che, data la lista di liste `L`, e il numero intero `B`, produca in uscita la lista di liste `L1` in cui ad ogni lista elemento di `L` che non contenga già `B`, è stato aggiunto il numero `B` in testa.
Ad esempio alla query:
`?- aggiungi ([[1,5],[1,3]],5, L1).`
la risposta sarà:
`yes L1 = [[1,5], [5,1,3]]`
Si riportino nella soluzione le definizioni di eventuali predicati ausiliari utilizzati.

Esercizio 5 (7 punti)

> *"Sono arrivati in un negozio di animali quattro nuovi esemplari: un gatto, un topo, un ramarro e un serpente. Purtroppo, le gabbie sono solamente tre (denominate a, b, c). Il problema è che il gatto si mangerebbe volentieri sia il topo sia il ramarro. Il ramarro a sua volta ha paura del topo, ed il serpente, se potesse, mangerebbe il topo. Riesci a suggerire chi potrebbe andare in gabbia insieme?"*

Si modelli il problema come un CSP, utilizzando quattro variabili Xi per ciascuno degli animali (nell'ordine: gatto, topo, serpente e ramarro), e si determini il valore (numero della gabbia) assegnato a ciascuna dati i vincoli. Si risolva il problema modellato con il metodo di *forward checking* mostrando i vari passi fino a trovare la prima soluzione. Si considerino le variabili secondo il loro pedice (ovvero nell'ordine dato: gatto, topo, serpente e ramarro)
Si forzi poi il backtracking cronologico e si trovi, se possibile, un'altra soluzione.

Esercizio 6 (punti 4)
Descrivere la ricerca A* e definire sotto quali condizioni tale algoritmo di ricerca trova la soluzione ottima.

9 Gennaio 2020 - Soluzioni

Esercizio 1

1. ∀X, ∀Y haMen(Y) ∧ haAmico(Y,X) ⟶ vaccinaMen(X).
2. ∀X testMenPos(X) ∧ febbraAlta(X) ⟶ hasMen(X).
3. ∀Y, ∃X haAmico(Y, X).
4. febbreAlta(giovanni).
5. testMenPos(giovanni).

Query: ∃X vaccinaMen(X).

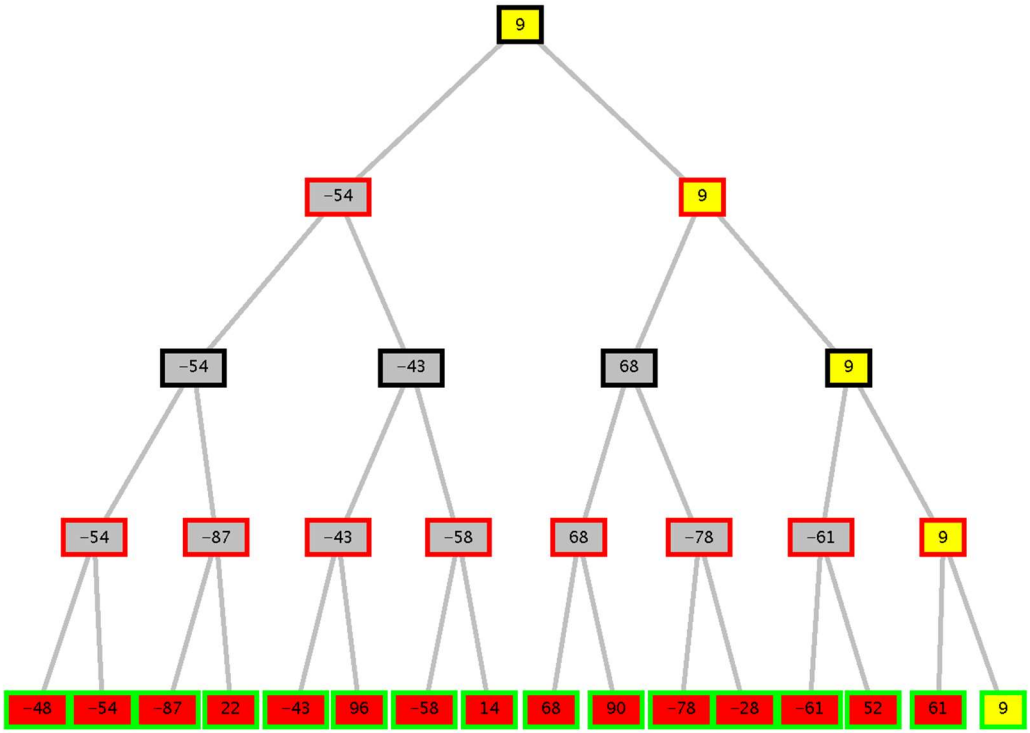
Trasformazione in clausole:

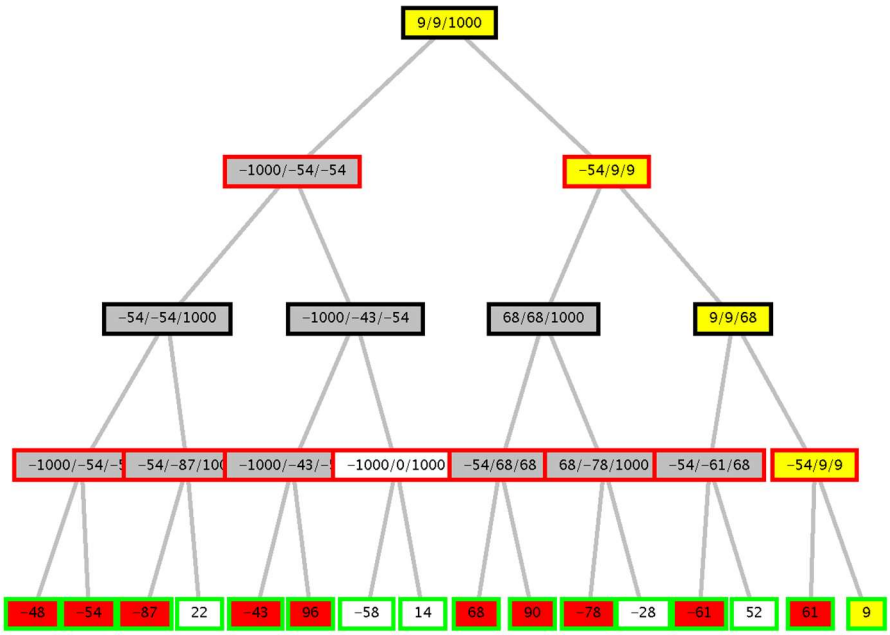
C1: ¬haMen(Y) ∨ ¬haAmico(Y,X) ∨ vaccinaMen(X).
C2: ¬testMenPos(X) ∨ ¬febbreAlta(X) ∨ hasMen(X).
C3: haAmico(Y, a(Y)) *a(…) è la funzione di Skolem*
C4: febbreAlta(giovanni)
C5: testMenPos(giovanni)
QNeg: ¬vaccinaMen(X).

Risoluzione:

C8: QNeg+C1: ¬hasMen(Y) ∨ ¬haAmico(Y,X)
C9: C8 + C3: ¬hasMen(Y)
C10: C9 + C2: ¬testMenPos(X) ∨ ¬febbreAlta(X)
C11: C10 + C4: ¬testMenPos(giovanni)
C12: C11 + C5: *contraddizione!*

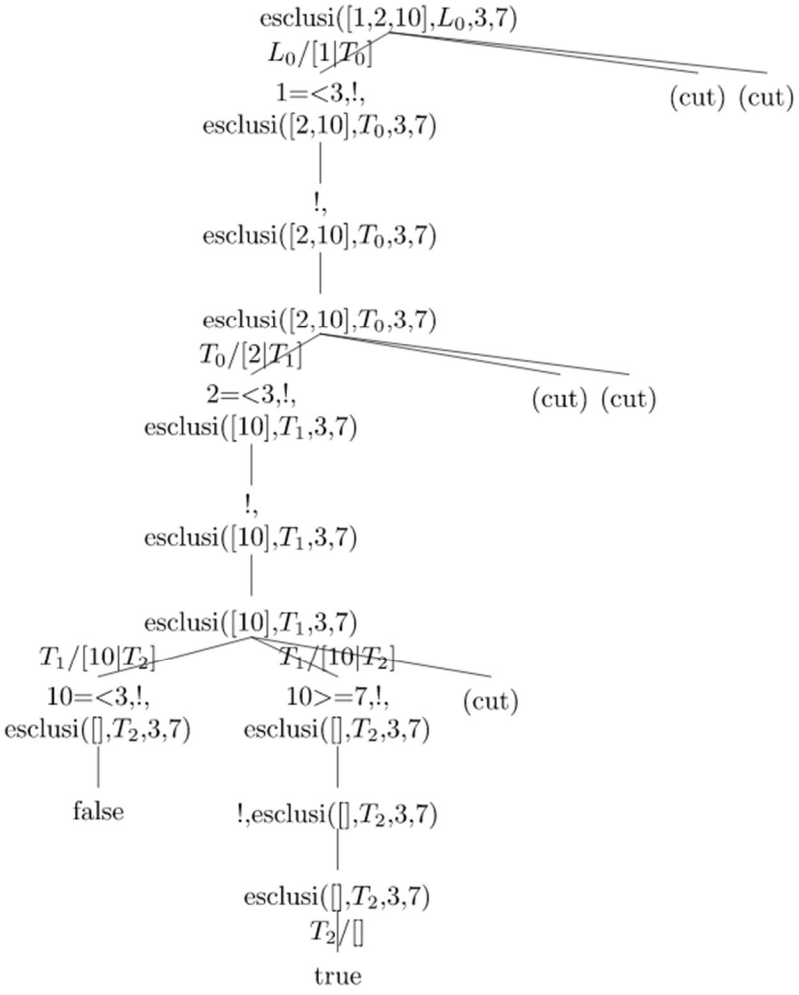
Esercizio 2





In rosso i nodi espansi, in giallo la strada trovata, i nodi in bianco non sono esplorati per effetto dei tagli alfa-beta.

Esercizio 3



Esercizio 4

```
aggiungi([], _, []).
aggiungi([H|T], B, [H|T1]) :-
      member(B, H),
      !,
      aggiungi(T, B, T1).
aggiungi([H|T], B, [[B|H]|T1]) :-
      aggiungi(T,B,T1).

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

Esercizio 5

Il problema è rappresentabile come un CSP a quattro variabili, ciascuna corrispondente a uno degli animali: $X_{\text{gatto}}, X_{\text{topo}}, X_{\text{serpente}}, X_{\text{ramarro}}$. Il valore assunto da ciascuna variabile indica la gabbia (che denomineremo a, b e c) in cui è possibile mettere lo specifico animale. Le quattro variabili possiedono lo stesso dominio $D_{\text{gatto}} = D_{\text{topo}} = D_{\text{serpente}} = D_{\text{ramarro}} = \{a, b, \text{c}\}$ poiché ciascun animale potrebbe essere messo in una qualsiasi delle tre gabbie (se non considerassimo i vincoli di incompatibilità). I vincoli che devono essere soddisfatti per ottenere la soluzione del quesito sono: $X_{\text{gatto}} \neq X_{\text{topo}}$, $X_{\text{gatto}} \neq X_{\text{ramarro}}$, $X_{\text{ramarro}} \neq X_{\text{topo}}$, $X_{\text{serpente}} \neq X_{\text{topo}}$.

Risolvendolo poi con il metodo di forward checking, i vari passi fino a trovare la prima soluzione sono i seguenti, considerando le variabili con ordine $X_{\text{gatto}}, X_{\text{topo}}, X_{\text{serpente}}, X_{\text{ramarro}}$

XG,	**XT,**	**XS,**	**XR**
a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
a	b,c	a,b,c	b,c
a	b	a,c	c
a	**b**	**a**	**c**

Forzando poi il backtracking cronologico è possibile trovare un'altra soluzione:

XG,	**XT,**	**XS,**	**XR**
a,b,c	a,b,c	a,b,c	a,b,c
a	b,c	a,b,c	b,c
a	b	a,c	c *(*) punto di scelta più recente backtracking*
a	**b**	**c**	**c**