

**COMPITO DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE (v.o.) – PARTE I**  
**FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

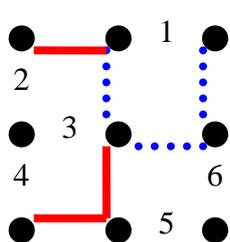
**1 Dicembre 2006 (Tempo a disposizione 2 ½ h; su 32 punti)**

**Esercizio 1 (punti 7)**

Si consideri il seguente gioco a due giocatori; un giocatore usa il colore rosso (Max) e l'altro usa il colore blu (tratteggiato, min). Su un foglio a quadretti vengono rappresentati i punti. Ogni giocatore può congiungere due punti adiacenti (in verticale o orizzontale) con un tratto di penna. Chi chiude un quadretto 1x1 colora il quadretto del suo colore ed ha diritto ad aggiungere un altro tratto. Il colore del quadretto non è quindi assegnato a chi ha più lati, ma a quello che ha chiuso il quadretto. Vince chi ha più quadretti del suo colore.



Si rappresenti l'albero esplorato dall'algoritmo alfa-beta su 3 livelli, partendo dalla seguente situazione, nell'ipotesi che inizi Max. Nel disegno sono indicati con dei numeri i tratti di penna che si possono ancora aggiungere; Si indichino sui rami dell'albero le mosse che vengono eseguite (ad esempio, se il rosso mette i tratti 1 e 3, si indichi la mossa con 1,3).



Lo studente può scegliere autonomamente l'euristica di selezione delle mosse (cioè si può decidere in quale ordine vengono selezionate le mosse; si consiglia di selezionare per prime le mosse più promettenti).

**Esercizio 2 (punti 7)**

Si traducano le seguenti frasi nella logica dei predicati del primo ordine, poi in forma a clausole:

- Ogni ASL ha almeno un centro prenotazioni
- La ASL Bologna Città ha un centro prenotazioni all'Ospedale S.Orsola e uno all'Ospedale Maggiore
- Ogni centro prenotazioni di qualsiasi ASL gestisce sia esami diagnostici sia esami di screening
- Qualsiasi persona usa un qualsiasi centro prenotazione della propria ASL per prenotare gli esami diagnostici che il centro gestisce
- Anna afferisce alla ASL Bologna Nord

Si usi poi il principio di risoluzione per dimostrare presso quale centro prenotazioni Anna prenota esami diagnostici (trovare tutte le soluzioni).

**Esercizio 3 (punti 7)**

Considerando il seguente programma Prolog:

```
listminus([],_,[]).
listminus([H|T1],L2,[H|T2]):- not(member(H,L2)),!,
                               listminus(T1,L2,T2).
listminus([H|T],L2,T2):- listminus(T,L2,T2).
```

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

Si rappresenti l'albero di derivazione SLDNF relativo al goal

```
?-listminus([a,b,c,d][b,c],L).
```

e si dica qual è la risposta calcolata.

Commentare se e come cambierebbero le soluzioni nel caso di assenza del cut nella seconda clausola per il predicato `listminus/3`.

#### Esercizio 4 (punti 5)

Si scriva un programma Prolog `liste(Lin,Lout)` che data una lista di liste di interi `Lin`, produca una lista di interi in uscita `Lout` contenente solo gli elementi di `Lin` che hanno lunghezza uguale al proprio primo elemento. Si scrivano esplicitamente tutti i predicati Prolog usati nella soluzione.

Esempi:

```
?-liste([[2], [2,3], [3,2,3], [], [4,1,5,4]], X)
restituisce
yes X=[[2,3], [3,2,3], [4,1,5,4]]
```

```
?-liste([[9,20]], X)
restituisce
yes X=[]
```

#### Esercizio 5 (punti 3)

Si applichi la arc consistenza al seguente problema di soddisfacimento di vincoli:

$A :: [1..20],$

$B :: [1..30],$

$C :: [1..10],$

$D :: [1..50],$

$A \geq B,$

$B+5 > C,$

$D \neq A,$

$D+10 \leq B$

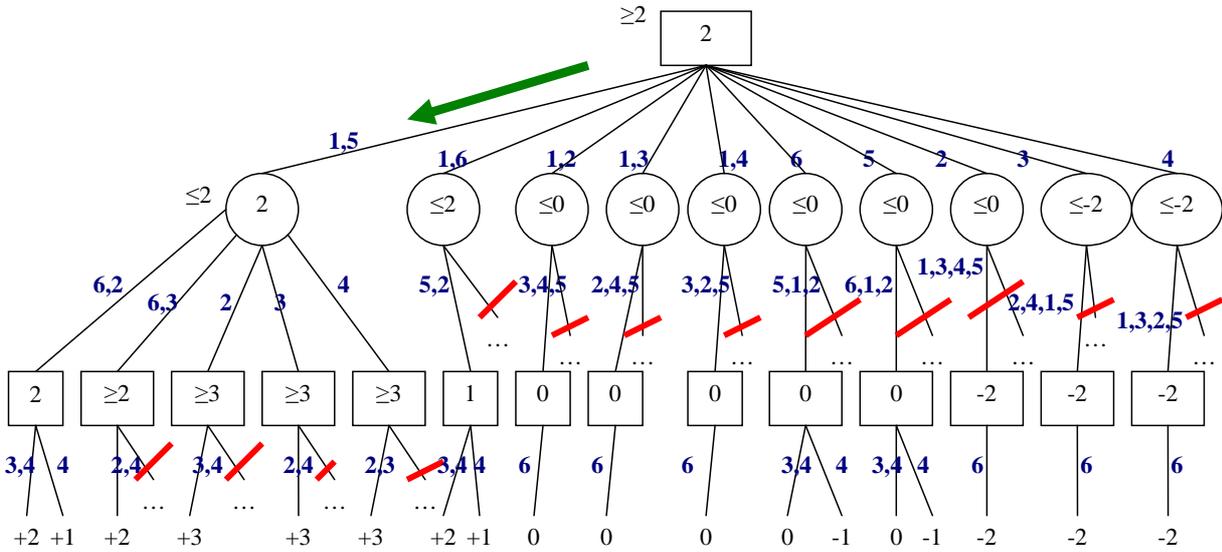
e si verifichi se la rete può essere resa arc consistente.

#### Esercizio 6 (punti 3)

Definire che cos'è la correttezza di un dimostratore automatico di teoremi e motivare perché Prolog, visto come dimostratore automatico, non è corretto.

## SOLUZIONE

### Esercizio 1



### Esercizio 2

Logica:

Ogni ASL ha almeno un centro prenotazioni

$$\forall X(\text{asl}(X) \Rightarrow (\exists Y \text{centropren}(X,Y)))$$

- La ASL Bologna Città ha un centro prenotazioni all'Ospedale S.Orsola e uno all'Ospedale Maggiore

$$\text{asl}(\text{bocitta}) \wedge \text{centropren}(\text{bocitta}, \text{sorsola}) \wedge \text{centropren}(\text{bocitta}, \text{maggiore})$$

- Ogni centro prenotazioni di qualsiasi ASL gestisce sia esami diagnostici sia esami di screening

$$\forall XY(\text{asl}(X) \wedge \text{centropren}(X,Y) \Rightarrow \text{gestisce}(X, \text{diag}) \wedge \text{gestisce}(X, \text{screen}))$$

- Qualsiasi persona usa un qualsiasi centro prenotazione della propria ASL per prenotare gli esami diagnostici che il centro gestisce

$$\forall X,Y,Z,E (\text{persona}(X) \wedge \text{asl}(Y) \wedge \text{afferisce}(X,Y) \wedge \text{centropren}(Y,Z) \wedge \text{gestisce}(Y,E) \Rightarrow \text{prenota}(X,Z,E))$$

- Anna afferisce alla ASL Bologna Città

$$\text{persona}(\text{anna}) \wedge \text{afferisce}(\text{anna}, \text{bocitta})$$

Query: presso quale centro prenotazioni Anna prenota esami diagnostici.

$$\exists XY (\text{asl}(X) \wedge \text{centropren}(X,Y) \wedge \text{prenota}(\text{anna}, Y, \text{diag}))$$

Goal:  $\forall X \forall Y$  not asl(X) or not centro\_pren(X,Y) or not prenota(anna,Y,diag)

Trasformazione in clausole

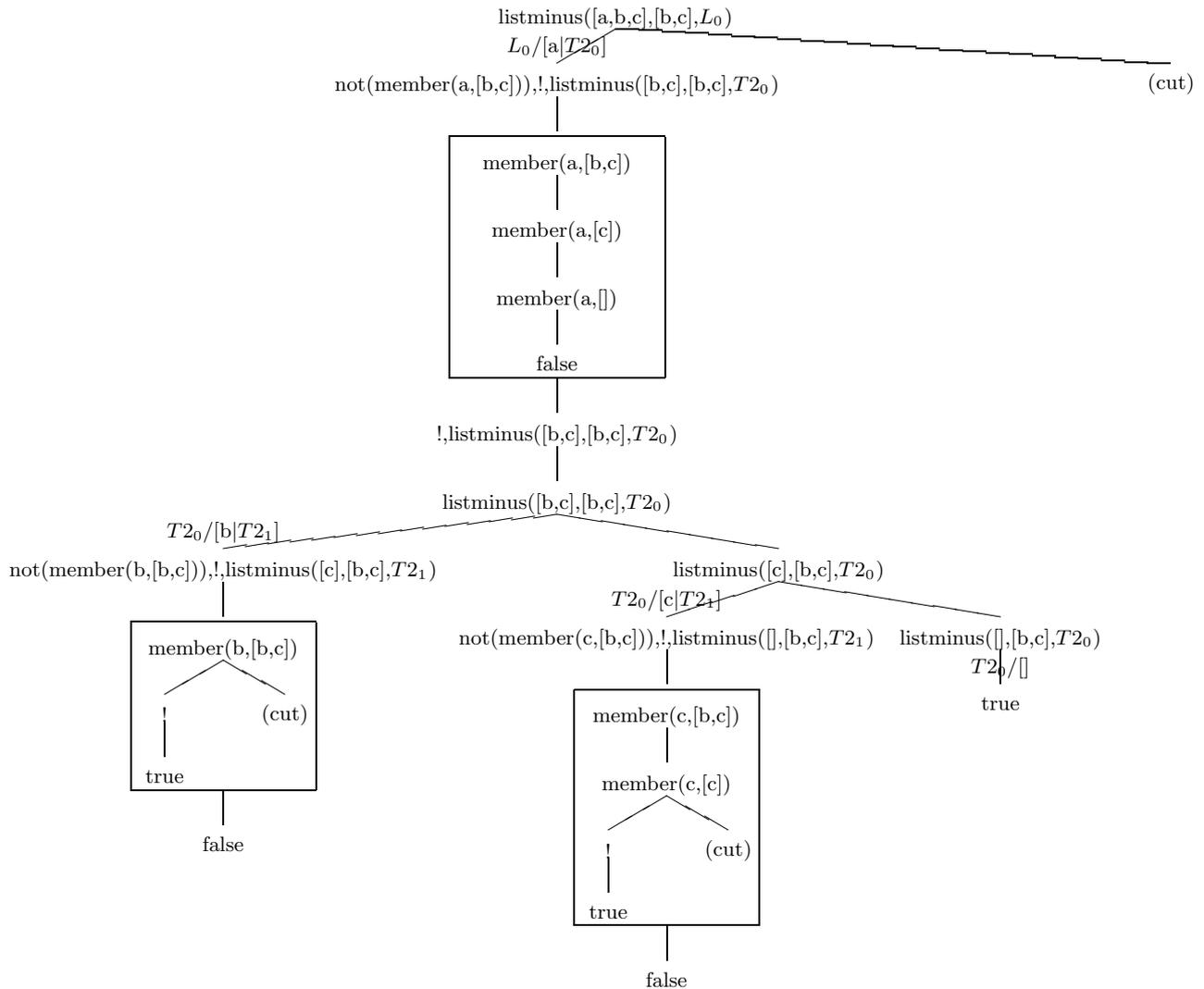
- $\neg \text{asl}(X) \vee \text{centropren}(X, f1(X))$
- $\text{asl}(\text{bocitta})$
- $\text{centropren}(\text{bocitta}, \text{sorsola})$
- $\text{centropren}(\text{bocitta}, \text{maggiore})$
- $\neg \text{asl}(X) \vee \neg \text{centropren}(X,Y) \vee \text{gestisce}(X, \text{diag})$
- $\neg \text{asl}(X) \vee \neg \text{centropren}(X,Y) \vee \text{gestisce}(X, \text{screen})$

- $\neg \text{persona}(X) \vee \neg \text{asl}(Y) \vee \neg \text{afferisce}(X,Y) \vee \neg \text{centropren}(Y,Z) \vee \neg \text{gestisce}(Y,E) \vee \text{prenota}(X,Z,E)$
- $\text{persona}(\text{anna})$
- $\text{afferisce}(\text{anna}, \text{bocitta})$
- $\neg \text{asl}(X) \vee \neg \text{centropren}(X,Y) \vee \neg \text{prenota}(\text{anna}, Y, \text{diag})$

Risoluzione

1.  $\neg \text{asl}(A) \vee \neg \text{centropren}(A,B) \vee \text{gestisce}(A, \text{diag})$
2.  $\neg \text{persona}(A) \vee \neg \text{asl}(B) \vee \neg \text{afferisce}(A,B) \vee \neg \text{centropren}(B,C) \vee \neg \text{gestisce}(B,D) \vee \text{prenota}(A,C,D)$
3.  $\neg \text{asl}(A) \vee \neg \text{centropren}(A,B) \vee \neg \text{prenota}(\text{anna}, B, \text{diag})$
4.  $\text{asl}(\text{bocitta})$
5.  $\text{centropren}(\text{bocitta}, \text{sorsola})$
6.  $\text{centropren}(\text{bocitta}, \text{maggiore})$
7.  $\text{persona}(\text{anna})$
8.  $\text{afferisce}(\text{anna}, \text{bocitta})$
9. (da , **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, )  $\text{gestisce}(\text{bocitta}, \text{diag})$
10. (da , , , , , )  $\text{prenota}(\text{anna}, \text{maggiore}, \text{diag})$
11. (da , , , ) []

### Esercizio 3



La risposta calcolata è L/[a].

### Esercizio 4

```

liste([], []).
liste([[L|R]|T], [[L|R]|Lout]) :-
    length([L|R], L), !,
    liste(T, Lout).
liste([_|T], Lout) :-
    liste(T, Lout).

length([], 0).
length([_|T], N) :- length(T, N1), N is N1+1.

```

### Esercizio 5

	A	B	C	D
A ≥ B	1..20	<b>1..20</b>	1..10	1..50
B+5 > C	1..20	1..20	1..10	1..50
D ≠ A	1..20	1..20	1..10	1..50
D+10 ≤ B	1..20	<b>11..20</b>	1..10	<b>1..10</b>

Seconda iterazione:

	A	B	C	D
$A \geq B$	<b>11..20</b>	11..20	1..10	1..10
$B+5 > C$		si risospende		
$D \neq A$				
$D+10 \leq B$				

La rete può essere resa arc consistente.