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

10 Gennaio 2008 (Tempo a disposizione 2h e 1/2; su 32 punti)

Esercizio 1 (punti 7)
Si rappresenti in logica dei predicati del I ordine la frase:
"Soltanto se (se e solo se) un'automobile ha benzina può funzionare".
Si mostri mediante il principio di risoluzione, quali delle seguenti query sono derivabili.
1) Se un'automobile ha la benzina allora funziona
2) Se un'automobile non funziona, allora non ha la benzina
3) Se un'automobile funziona, allora ha la benzina

Esercizio 2 (punti 6)
Si consideri il seguente programma Prolog:

```
elems([],[]).
elems([H|T],[H|L]):- not(H=[]), not(H=[A|B]),!,
    elems(T,L).
elems([H|T],L):- elems(T,L).
```

Si disegni l'albero SLDNF relativo all'invocazione `elems([2,[3,4],X],E)` e si dica qual è la risposta calcolata.

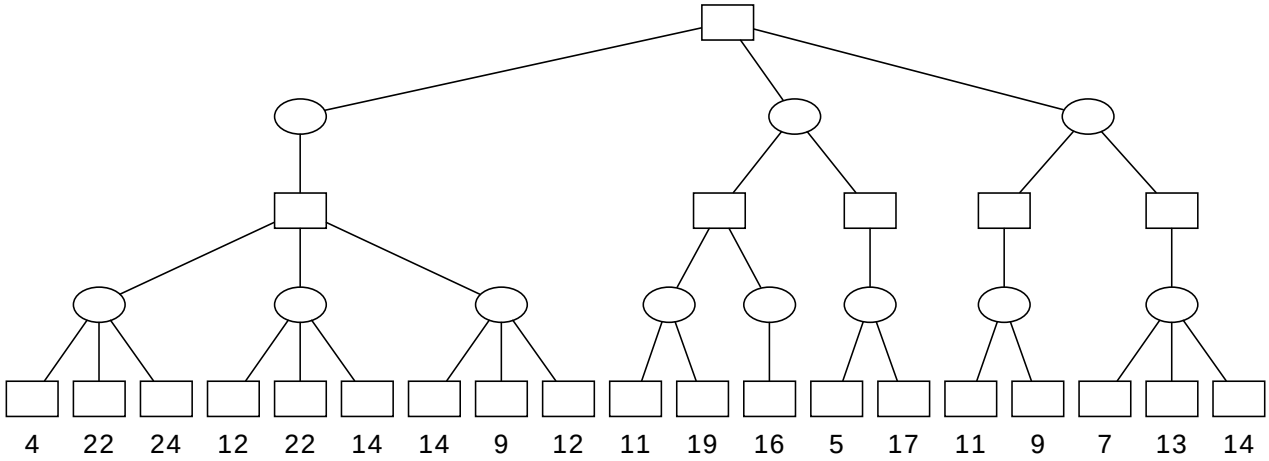
Esercizio 3 (punti 4)
Si scriva un programma Prolog che data una lista `List1` composta da liste di interi, restituisca in uscita una lista `List2` di interi che all'i-esimo posto contiene la somma di tutti gli elementi della i-esima lista di `List1`.
Esempi:

```
?- listsum([[4,5],[3,7],[1,9]], L) yes L= [9,10,10].
?- listsum([[4,5,3,7],[2,4]], L) yes L= [19,6].
```

Esercizio 4 (punti 7)
Il Signor Gedeone è davvero un patito di enigmistica. A un amico che gli chiede quanti giorni di vacanza abbia trascorso al mare la scorsa estate, risponde in questa maniera: "Mia moglie Miranda e mio figlio Filippo sono stati al mare con me, ma Miranda è stata la prima dei tre ad arrivare al mare ed è restata 8 giorni più di Filippo; Filippo d'altra parte è arrivato al mare 3 giorni prima di me e se ne è andato 5 giorni prima di me. Io sono arrivato per ultimo e sono restato fino a quando è restata Miranda, che alla fine si è fatta ben tre settimane di mare!".
Si modelli il CSP suggerito dal Signor Gedeone, sapendo che nessuno dei tre componenti ha passato al mare più di tre settimane e ciascuno è stato al mare almeno 10 giorni.
Si semplifichino i vincoli n-ari ricavandone vincoli binari, ove possibile.
Si applichi l'arc-consistenza al CSP modellato.
Si trovi poi la prima soluzione applicando il forward checking. Si considerino le variabili soggette a labeling applicando il First Fail Principle e i valori dei domini dal maggiore al minore, con dominii iniziali [0..21] per ciascuna variabile (l'ipotesi: "Miranda è stata la prima ad arrivare al mare" corrisponde al valore di dominio 0).

Esercizio 5 (punti 5)

Si consideri il seguente albero di gioco:



in cui i punteggi sono dal punto di vista del primo giocatore (Max). Si mostri il ramo scelto dall'algoritmo min-max. Si mostrino poi i tagli alfa-beta.

Esercizio 6 (punti 3)

Si spieghi come viene trattata la negazione in Prolog, sottolineandone problemi e limitazioni. Si mostri la sua realizzazione in termini dei predicati cut e fail.

SOLUZIONE

Esercizio 1

A0) $\forall A(ha(A,benzina) \Leftrightarrow funziona(A))$
Q1) $\forall A(ha(A,benzina) \Rightarrow funziona(A))$
Q2) $\forall A(\neg funziona(A) \Rightarrow \neg ha(A,benzina))$
Q3) $\forall$ A funziona(A)$\rightarrow$ ha(A,benzina)

Q1:

$\neg$Q1: $\neg(\forall A(ha(A,benzina) \Rightarrow funziona(A)))$

Trasformazione in clausole di Horn:
A0:

- $\neg ha(A,benzina) \vee funziona(A)$
- $ha(A,benzina) \vee \neg funziona(A)$

$\neg$Q1:

- $ha(c1,benzina)$
- $\neg funziona(c1)$

Risoluzione

1. $\neg ha(A,benzina) \vee funziona(A)$
2. $\neg funziona(c1)$
3. $ha(c1,benzina)$
4. (da , **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) $funziona(c1)$
5. (da ,) []

Q2:

$\neg$Q2: $\neg(\forall A(\neg funziona(A) \Rightarrow \neg ha(A,benzina)))$

Trasformazione in clausole di Horn:

- $\neg funziona(c1)$
- $ha(c1,benzina)$

Risoluzione

1. $\neg ha(A,benzina) \vee funziona(A)$
2. $\neg funziona(c1)$
3. $ha(c1,benzina)$
4. (da , **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) $funziona(c1)$
5. (da ,) []

Q3:

$\neg$Q3: $\neg(\forall A(funziona(A) \Rightarrow ha(A,benzina)))$

Trasformazione in clausole di Horn:

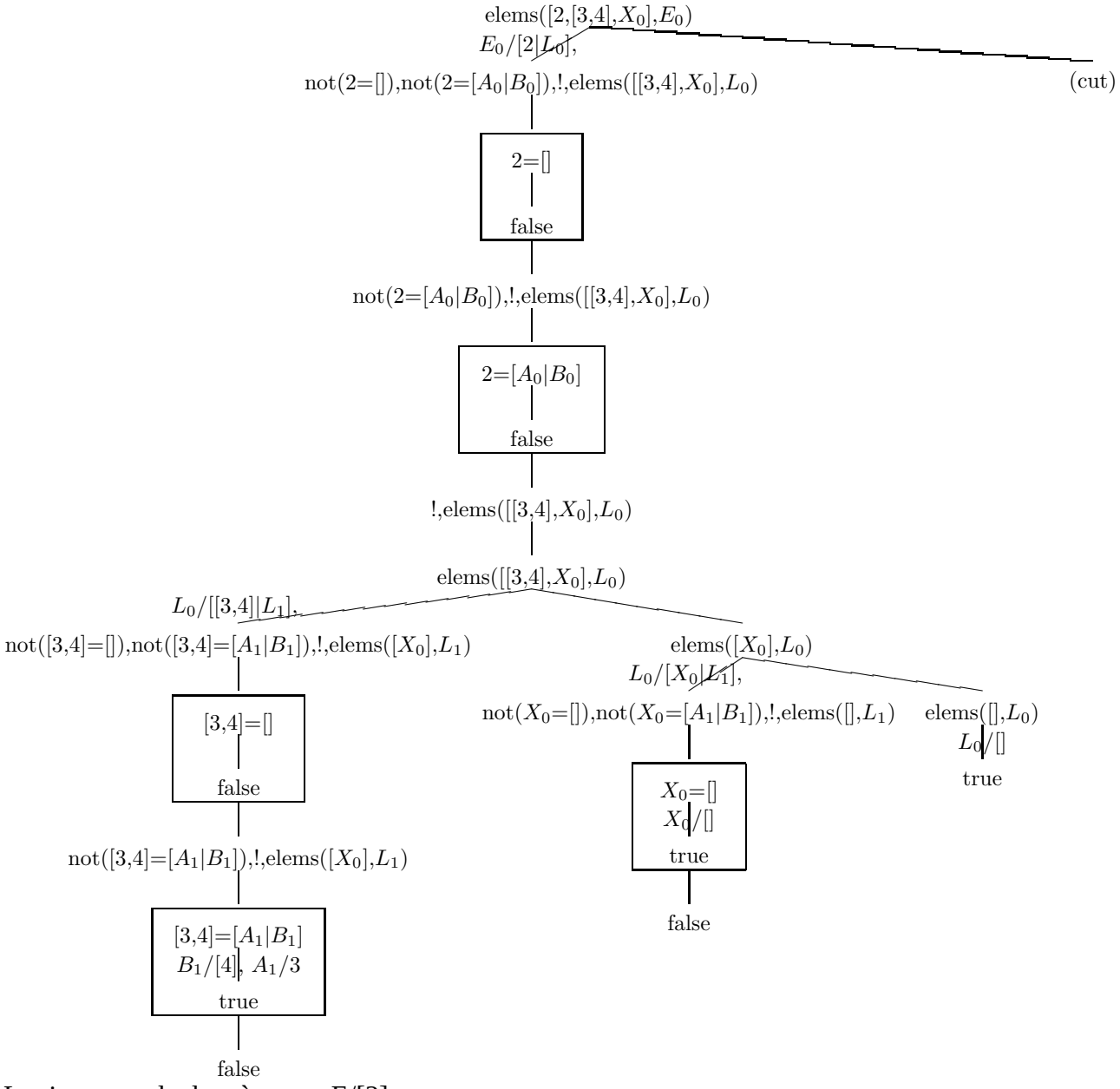
- $funziona(c1)$
- $\neg ha(c1,benzina)$

Risoluzione

1. *ha*(*A*,*benzina*)∨¬*funziona*(*A*)
2. ¬*ha*(*c*1,*benzina*)
3. *funziona*(*c*1)
4. (da , **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) *ha*(*c*1,*benzina*)
5. (da ,) []

La 1) è vera nella teoria data dall'assioma 0) perché è una parte della doppia implicazione.
La 2) è vera perché vale la contrappositiva
La 3) è vera perché è una parte della doppia implicazione.

Esercizio 2



La risposta calcolata è E/[2].

Esercizio 3:

```
listsum([],[]).
listsum([A], [S]) :-! sum(A,S).
listsum([A|B],[S|L]):- sum(A,S), listsum(B, L).

sum([], 0):-!.
sum([X],X):-!.
sum([X|Y],N1):-) sum(Y,N2), N1 is X+N2.
```

Esercizio 4

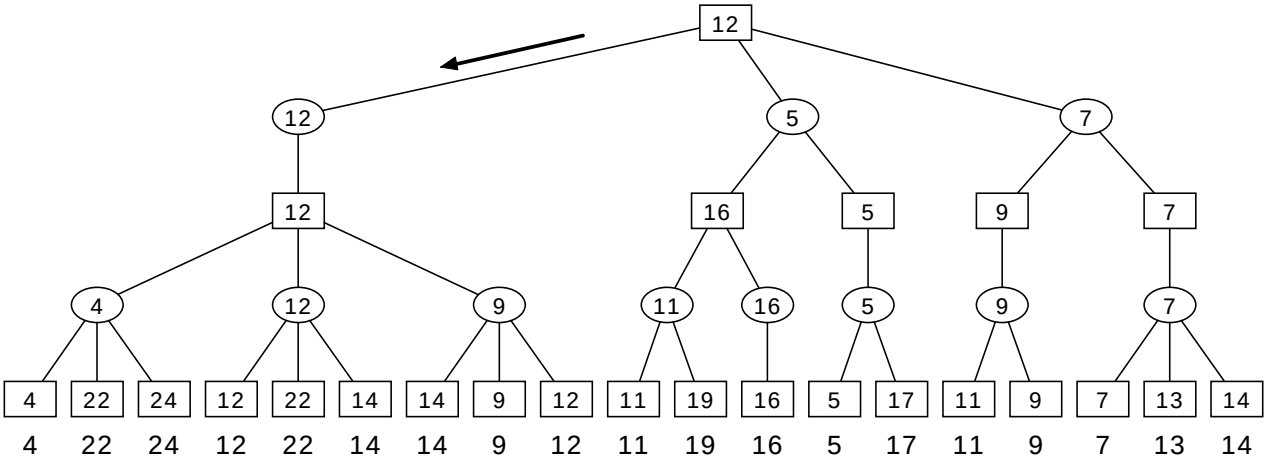
Variabili intere (pedice 1, inizio vacanza, 2 fine):
F1=G1-3
F2=G2-5
G1>F1>M1
G2>=G1+10
M2-M1=21
M1=0
F2>=F1+10
M2-M1=21=F2-F1+8
M2=G2

Semplificando:
F1=G1-3
F2=G2-5
G1>F1>0
G2>=G1+10
F2>=F1+10 (inutile)
F2=F1+13
M2-M1=21
M2=G2

Arc consistenza:
M1::[0]
M2::[21]
F1::[3]
F2::[16]
G1::[6]
G2::[21]
La fase successiva non fa altro che assegnare alle variabili l'unico valore nel dominio.

Esercizio 5

Min-max:



Tagli alfa-beta: