

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

10 Gennaio 2008 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Ricerca (Occorrenze)	Corso (Occorrenze)	Pagina docente
1	1	Si
2	2	No
2	3	Si
3	2	No
1	1	No
3	3	Si
2	2	No
1	1	No
2	?	Si
3	1	No
1	3	Si
3	?	No
3	3	Si
2	1	No
1	2	Si
2	3	Si

- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Pagina docente (punti 1)
- Si calcoli il rapporto di guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training (punti 4)
- si costruisca un albero decisionale ad un solo livello per il training set dato, indicando le etichette delle foglie (numero di esempi finiti nella foglia/numero di esempi finiti nella foglia non appartenenti alla classe della foglia). (punti 1,5)
- si classifichi l'istanza: (punti 1,5)

?	3
---	---

Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolge il pomeriggio alle 14.

Esercizio 3 (punti 8)

Si consideri il seguente problema: ho due tergicristalli destro e sinistro liberi, due spazzole disponibili, il serbatoio dell'olio vuoto e dell'olio in mano devo montare le due spazzole sui rispettivi tergicristalli e riempire il serbatoio. Ho a disposizione le seguenti azioni

`monta(Oggetto, Posizione)`

`PREC: free(Posizione), inmano(Oggetto)`

`EFFECT: manolibera, not inmano(Oggetto), montato(Oggetto Posizione), not free(Posizione)`

`afferra(Oggetto)`

`PREC: manolibera, disponibile(Oggetto)`

`EFFECT: inmano(Oggetto)`

`lascia(Oggetto)`

`PREC: inmano(Oggetto)`

`EFFECT: manolibera, disponibile(Oggetto)`

`versa(Oggetto, Contenitore)`

`PREC: inmano(Oggetto), vuoto(Contenitore)`

`EFFECT: pieno(Contenitore)`

Stato iniziale:

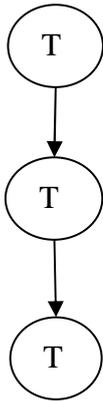
```
free(tergIDX), free(tergiSX), vuoto(serbOlio), disponibile(spazDX),  
disponibile(spaxSX), inmano(olio)
```

Stato goal: `montato(spazDX,tergIDX), montato(spazSX,tergiSX), pieno(serbOlio)`

Si mostrino i passi compiuti dall' algoritmo POP per risolvere il problema.

Esercizio 4 (punti 6) –per chi ha seguito nell'A.A. 2006/07

Sia data la seguente rete bayesiana



Dove le variabili T1 e T2 assumono i valori vero e falso, mentre T3 assume i valori a,b e c.

Le tabelle di probabilità condizionata sono

per T1:

	T1=falso	T1=vero
	0.9	0.1

per T2:

T1	T2=falso	T2=vero
falso	0.8	0.2
vero	0.2	0.8

per T3:

T2	T3=a	T3=b	T3=c
falso	0.3	0.3	0.4
vero	0.4	0.2	0.4

Si calcoli la probabilità $P(T1|T2,T3=a)$.

Esercizio 4a (punti 4) –per chi ha seguito nell'A.A. 2004/05 o precedenti

In un linguaggio simbolico Prolog-like la base di conoscenza è costituita da fatti e regole del tipo:
`rule(Testa , Body) .`

Si scriva un metainterprete `solve(Goal , Step)` per tale linguaggio, che verifichi se `Goal` è dimostrato e, in questo caso, in grado di calcolare in quanti passi di risoluzione (`Step`) tale goal viene dimostrato. Il goal `true` è dimostrato in 0 passi. Per le congiunzioni, il numero di passi è dato dalla somma del numero di passi necessari per ogni singolo congiunto atomico. Per esempio, per il programma:

```
rule(a, (b,c)) .  
rule(b,d) .  
rule(c,true) .  
rule(d,true) .
```

il metainterprete deve dare la seguente risposta:

```
?-solve(a, Step) .
```

yes Step=4

poiché a è dimostrato applicando 1 regola (1 passo) e la congiunzione (b, c) è dimostrata in 3 passi (2 per b e 1 per c).

Si utilizzi per il meta-interprete da realizzare la medesima regola di calcolo e strategia di ricerca di di Prolog.

Esercizio 4b (punti 2) –per chi ha seguito nell’A.A. 2004/05 o precedenti

Si modelli l’azione **versa** dell’esercizio 3 usando la rappresentazione di Kowalsky..

SOLUZIONE

Esercizio 1:

a) $\text{info}(S) = -8/16 \cdot \log_2 8/16 - 8/16 \cdot \log_2 8/16 = 1$

b)

$$\text{info}_{\text{Ricerca}}(S) = 5/16 \cdot (-3/5 \cdot \log_2 3/5 - 2/5 \cdot \log_2 2/5) + 6/16 \cdot (-3/6 \cdot \log_2 3/6 - 3/6 \cdot \log_2 3/6) + 5/16 \cdot (-2/5 \cdot \log_2 2/5 - 3/5 \cdot \log_2 3/5) =$$

$$= 0.312 \cdot 0.971 + 0.375 \cdot 1 + 0.312 \cdot 0.971 = 0.981$$

$$\text{gain}(\text{Ricerca}) = 1 - 0.981 = 0.019$$

$$\text{splitinfo}(\text{Ricerca}) = -5/16 \cdot \log_2(5/16) - 6/16 \cdot \log_2(6/16) - 5/16 \cdot \log_2(5/16) = 1.579$$

$$\text{gainratio}(\text{Ricerca}) = 0.019 / 1.579 = 0.012$$

Per calcolare il guadagno dell'attributo Corso non si usa l'entropia calcolata su tutto il training set ma solo sugli esempi che hanno Corso entranti noto (insieme F):

$$\text{info}(F) = -7/14 \cdot \log_2 7/14 - 7/14 \cdot \log_2 7/14 = 1$$

$$\text{info}_{\text{Corso}}(F) = 5/14 \cdot (-1/5 \cdot \log_2 1/5 - 4/5 \cdot \log_2 4/5) + 4/14 \cdot (-1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4) + 5/14 \cdot (-5/5 \cdot \log_2 5/5 - 0/5 \cdot \log_2 0/5) =$$

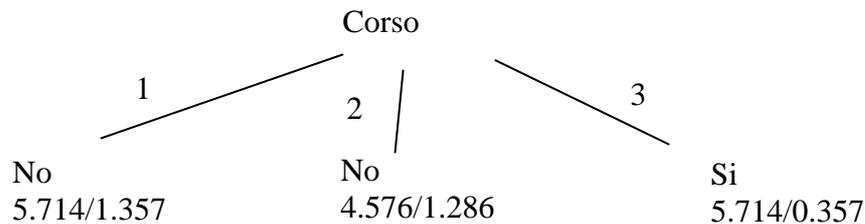
$$= 0.357 \cdot 0.722 + 0.286 \cdot 0.811 + 0.357 \cdot 0 = 0.490$$

$$\text{gain}(\text{Corso}) = 14/16 \cdot (1 - 0.490) = 0.446$$

$$\text{splitinfo}(\text{Corso}) = -5/16 \cdot \log_2(5/16) - 4/16 \cdot \log_2(4/16) - 5/16 \cdot \log_2(5/16) - 2/16 \cdot \log_2(2/16) = 1.924$$

$$\text{gainratio}(\text{Corso}) = 0.446 / 1.924 = 0.232$$

c) L'attributo scelto per la radice dell'albero è Corso.

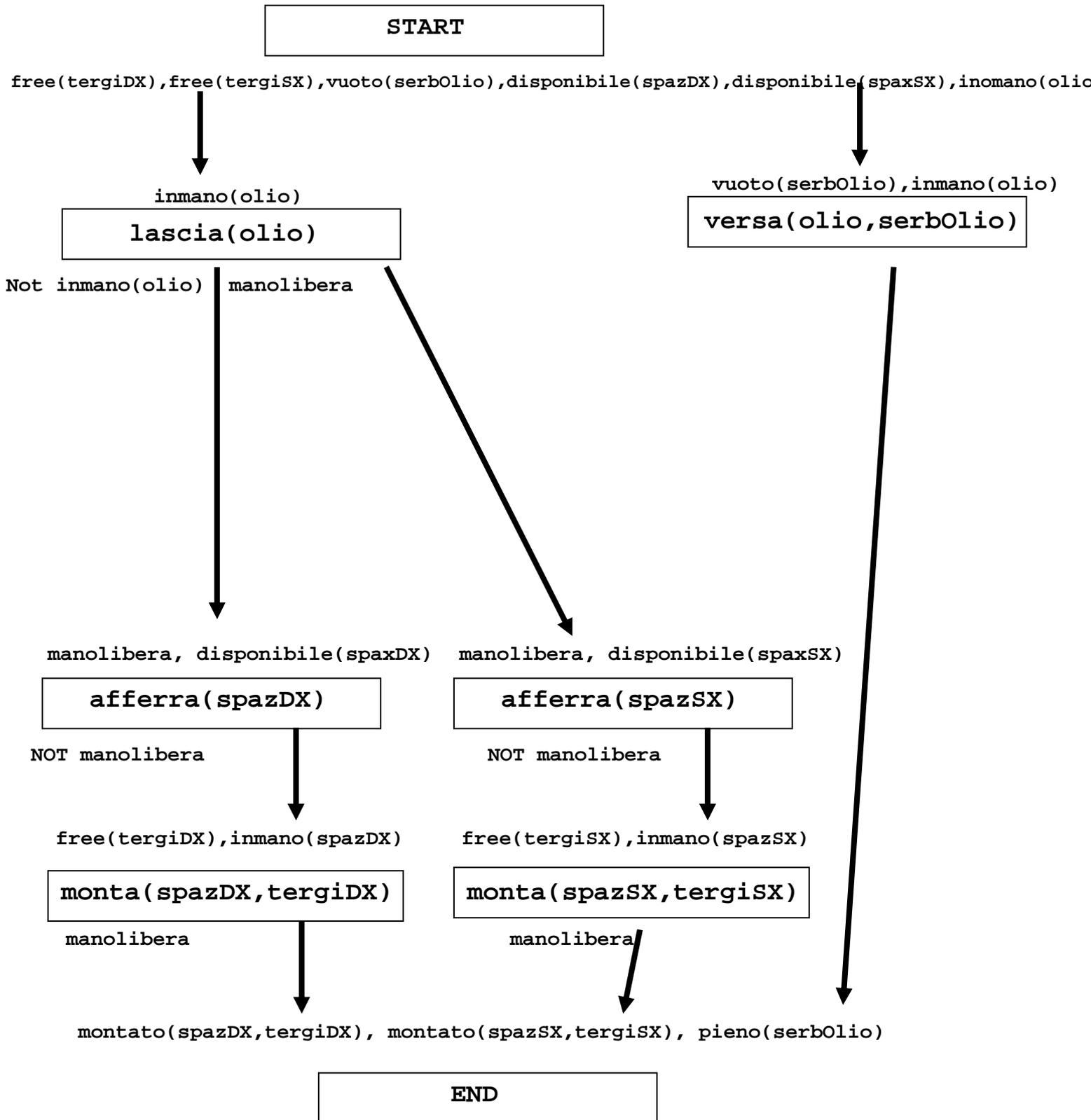


d) l'istanza viene mandata interamente lungo il ramo 3. Quindi la classificazione dell'istanza è

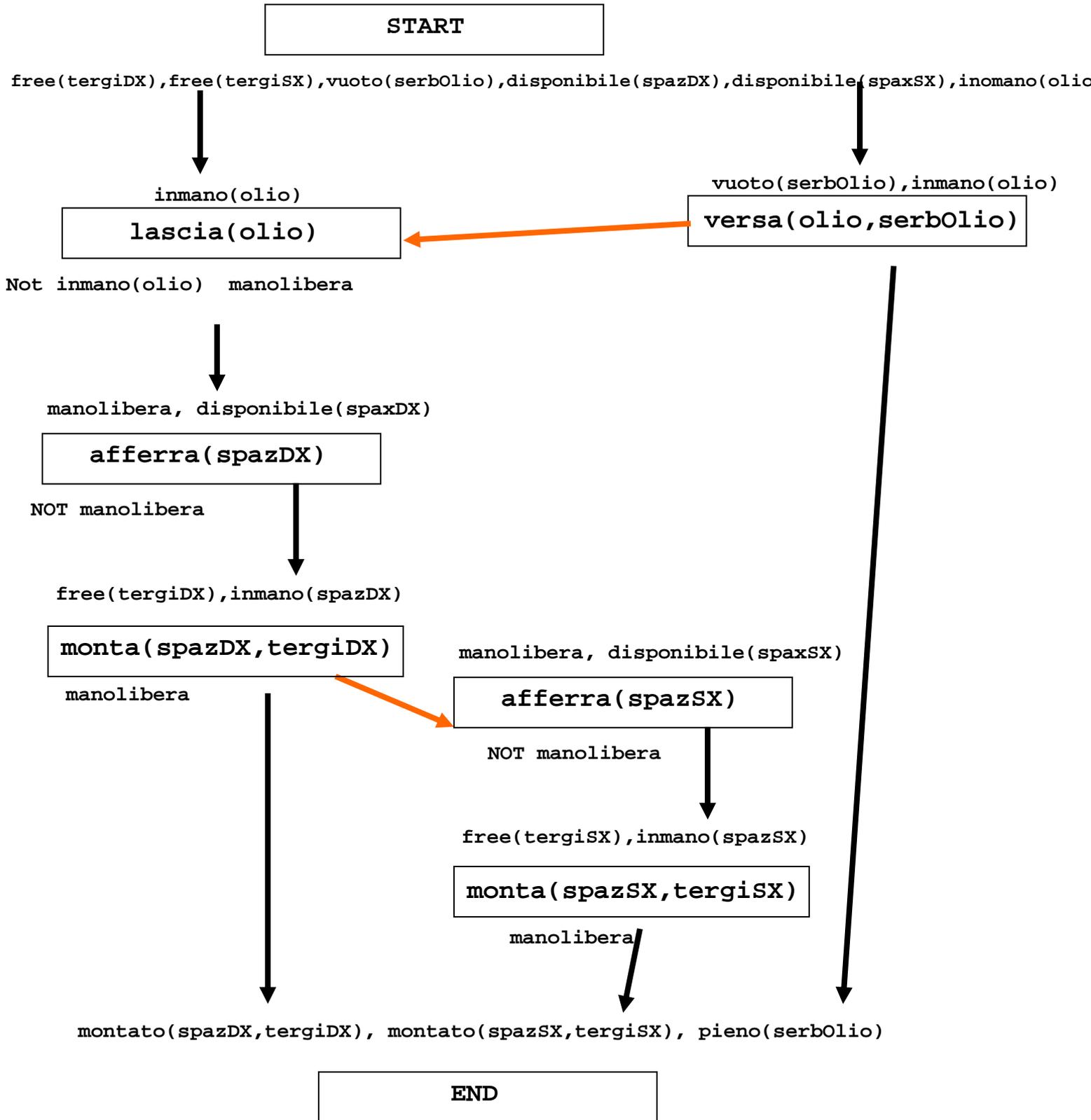
Si: $5.357 / 5.714 = 93.8\%$

No: $1 - 93.8\% = 6.2\%$

Esercizio 3



Questo piano contiene dei threat: infatti il causal link(Start, versa(olio, serbOlio), inmano(olio)) e' minacciato dall'azione lascia(olio) che come effetto ha not inmano(olio). Questo threat si risolve mettendo un vincolo di precedenza tra versa(olio, serbOlio) e lascia(olio). Inoltre, ho due threat tra il causal link(lascia(olio), afferra(spazDX), manolibera) e l'azione afferra(spazSX) e tra il causal link (lascia(olio), afferra(spazSX), manolibera) e l'azione afferra(spazDX), questi due threat si risolvono mettendo un vincolo di precedenza tra monta(spazDX, tergi DX) e afferra(spazSX). Il piano finale e' quindi il seguente.



Esercizio 4 A.A. 2006/07

$$P(T1|T2,T3=a) = \frac{P(T1,T2,T3=a)}{P(T2,T3=a)} = \frac{P(T1,T2,T3=a)}{P(T1,T2,T3=a) + P(\sim T1,T2,T3=a)}$$

$$P(T1,T2,T3=a) = P(T1)P(T2|T1)P(T3=a|T1,T2) = P(T1)P(T2|T1)P(T3=a|T2) = 0.1 * 0.8 * 0.4 = 0.032$$

$$P(\sim T1,T2,T3=a) = P(\sim T1)P(T2|\sim T1)P(T3=a|\sim T1,T2) = P(\sim T1)P(T2|\sim T1)P(T3=a|T2) = 0.9 * 0.2 * 0.4 = 0.072$$

$$P(T1|\sim T2,T3) = 0.032 / (0.032 + 0.072) = 0.308$$

Esercizio 4a A.A. 2004/05 e precedenti

`solve(true,0):-!.`

`solve((A,B),S) :- !,solve(A,SA), solve(B,SB), S is SA+SB.`

`solve(A,S) :- rule(A,B), solve(B,SB), S is 1+SB.`