

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

12Luglio 2007 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Occorrenze	Maisucolo	Rilevante
1	?	Si
2	No	No
2	Si	Si
3	Si	No
1	Si	No
1	No	Si
2	Si	No
1	Si	No
2	No	Si
1	Si	No
2	No	Si
1	Si	No
3	No	Si
3	No	Si
?	No	Si
3	No	Si
3	?	Si

- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Rilevante (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)

Si svolge in Lab Info Grande (III piano) il pomeriggio alle 14.

Esercizio 3 (punti 8)

Dallo stato iniziale descritto dalle seguenti formule atomiche:

clear(b),clear(c),on(c,a),ontable(a),ontable(b),handempty.

si vuole raggiungere il goal:

on(a.b),on(b,c).

con le azioni:

Stack(x, y)

Precondizioni: Clear(x), Table(x), Clear(y)

Add-list: On(x, y)

Delete-list: Table(x), Clear(y)

Unstack(x, y)

Precondizioni: Clear(x), On(x, y)

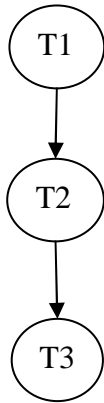
Add-list: Table(x), Clear(y)

Delete-list: On(x, y)

Si risolva il problema (noto come anomalia di Sussman) utilizzando l'algoritmo POP. Si evidenzino i causal link e le minacce incontrate.

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

Sia data la seguente rete bayesiana



Dove le variabili T1, T2 e T3 assumono i valori vero e falso.

Le tabelle di probabilità condizionata sono

per T1:

	T=falso	T=vero
	0.8	0.2

per T2:

T1	F=falso	F=vero
falso	0.7	0.3
vero	0.4	0.6

per T3:

T2	F=falso	F=vero
falso	0.7	0.3
vero	0.4	0.6

Si calcoli la probabilità $P(T1|\sim T2,T3)$.

Esercizio 4 (punti 6) –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 regole con un fattore di probabilità (intero, 0, 1 o 2) del tipo:

`rule(Testa , Body , Probability) .`

Si scriva un metainterprete `solve(Goal , Prob)` per tale linguaggio, in grado di dimostrare un Goal, calcolando la Prob di tale goal come prodotto delle probabilità delle regole applicate nella dimostrazione (se il Goal è dimostrato). Il goal true abbia sempre probabilità uguale ad 1. Per le congiunzioni, la probabilità sia la minima tra quelle ottenute nella dimostrazione dei singoli congiunti. Per esempio, per il programma:

`rule(a , (b , c) , 2) .`

`rule(b , true , 1) .`

`rule(c , true , 2) .`

il metainterprete deve dare la seguente risposta:

`?-solve(a , Prob) .`

`yes Prob=2`

poiché b è dimostrato con probabilità 1 usando la seconda regola e c con probabilità 2 usando la terza, ed il minimo per la congiunzione (b, c) è 1. Infine, tale valore è moltiplicato per 2, essendo 2 probabilità della regola con cui si dimostra a .

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

SOLUZIONE

Esercizio 1:

a) $\text{info}(S) = -10/17 * \log_2 10/17 - 7/17 * \log_2 7/17 = 0.977$

b)

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

$$\text{info}(F) = -9/16 * \log_2 9/16 - 7/16 * \log_2 7/16 = 0.989$$

$$\text{info}_{\text{Occorrenze}}(F) = 6/16 * (-2/6 * \log_2 2/6 - 4/6 * \log_2 4/6) + 5/16 * (-3/5 * \log_2 3/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 5/16 * (-4/5 * \log_2 4/5 - 1/5 * \log_2 1/5) =$$

$$= 0.375 * 0.918 + 0.312 * 0.971 + 0.312 * 0.722 = 0.872$$

$$\text{gain}(\text{Occorrenze}) = 16/17 * (0.989 - 0.872) = 0.110$$

$$\text{splitinfo}(\text{Occorrenze}) = -6/17 * \log_2(6/17) - 5/17 * \log_2(5/17) - 5/17 * \log_2(5/17) - 1/17 * \log_2(1/17) = 1.809$$

$$\text{gainratio}(\text{Occorrenze}) = 0.110 / 1.809 = 0.061$$

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

$$\text{info}(F) = -8/15 * \log_2 8/15 - 7/15 * \log_2 7/15 = 0.997$$

$$\text{info}_{\text{Maiuscolo}}(F) = 7/15 * (-1/7 * \log_2 1/7 - 6/7 * \log_2 6/7) + 8/15 * (-7/8 * \log_2 7/8 - 1/8 * \log_2 1/8) =$$

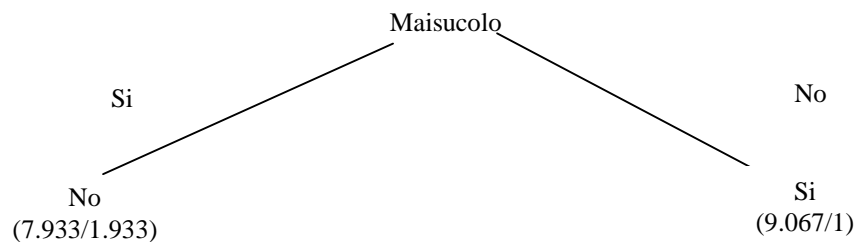
$$= 0.467 * 0.592 + 0.533 * 0.544 = 0.566$$

$$\text{gain}(\text{Maiuscolo}) = 15/17 * (0.997 - 0.566) = 0.380$$

$$\text{splitinfo}(\text{Maiuscolo}) = -7/17 * \log_2(7/17) - 8/17 * \log_2(8/17) - 2/17 * \log_2(2/17) = 1.402$$

$$\text{gainratio}(\text{Maiuscolo}) = 0.380 / 1.402 = 0.271$$

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

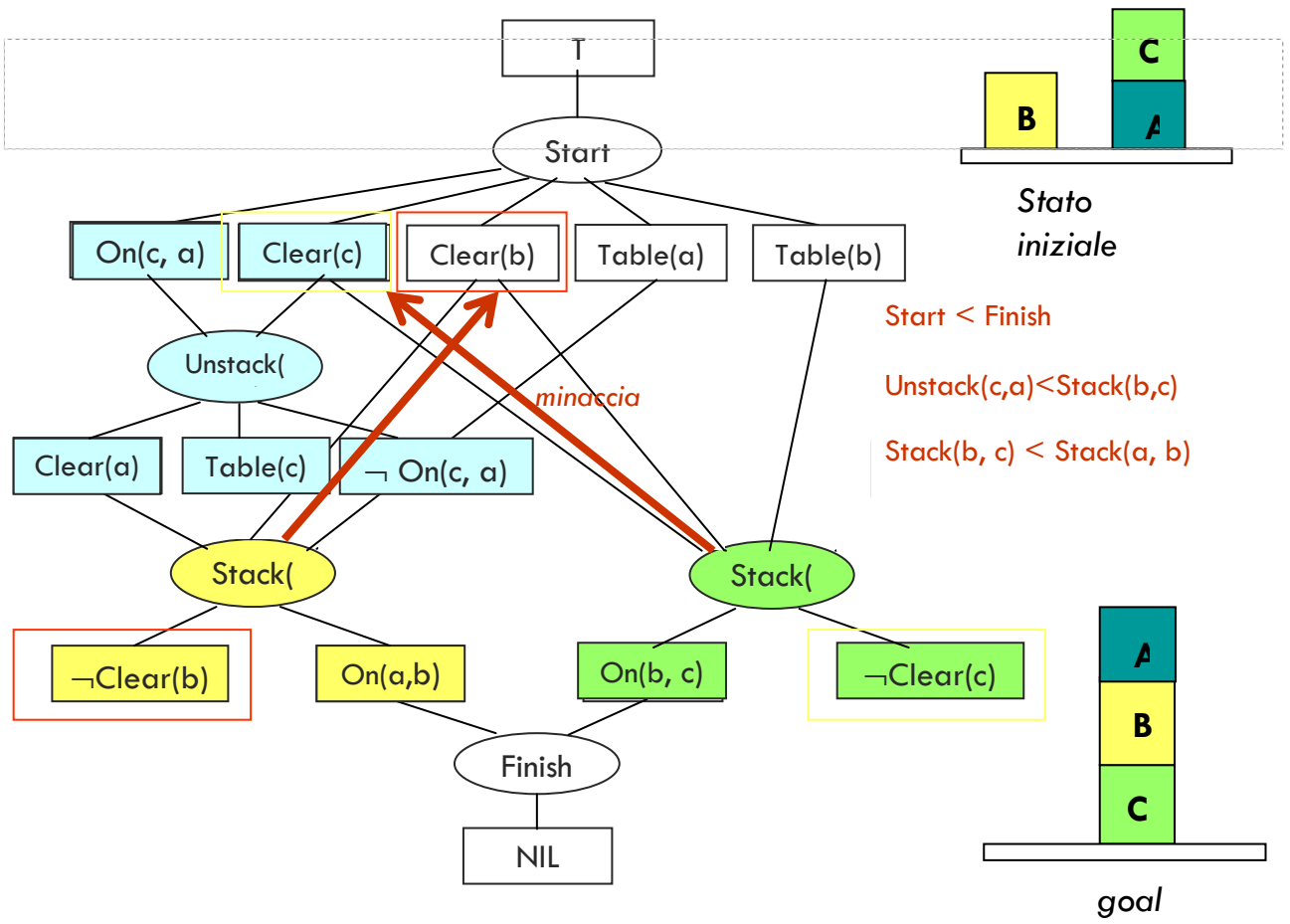


d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente $7.933/17=0.467$ e $9.067/17=0.533$. La prima parte viene mandata lungo il ramo Si e viene classificata come No con probabilità $6/7.933=75.6\%$ e come Si con probabilità $1-75.6\%=24.4\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo No e viene classificata come Si con probabilità $8.067/9.067=89.0\%$ e come No con probabilità $1-89.0\%=11.0\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$\text{Si: } 0.467 * 24.4\% + 0.533 * 89.0\% = 58.8\%$$

$$\text{No: } 0.467 * 75.6\% + 0.533 * 11\% = 41.2\%$$

Esercizio 3:



Esercizio 4 A.A. 2006/07

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

$$P(T1,\sim T2,T3)=P(T1)P(\sim T2|T1)P(T3|T1,\sim T2)= P(T1)P(\sim T2|T1)P(T3|\sim T2) =0.2*0.4*0.3=0.024$$

$$P(\sim T1,\sim T2,T3)=P(\sim T1)P(\sim T2|\sim T1)P(T3|\sim T1,\sim T2)=P(\sim T1)P(\sim T2|\sim T1)P(T3|\sim T2) \\ =0.8*0.7*0.3=0.168$$

$$P(T1|\sim T2,T3) =0.024/(0.024+0.168)=0.125$$

Esercizio 4 A.A. 2004/05 e precedenti

```
solve(true, 2) :-!.
```

```
solve((A,B),Prob) :- solve(A,PA),
                      solve(B,PB), !,
                      min(PA,PB,Prob).
```

```
solve(A,Prob) :- rule(A,B,P_A),
                 solve(B,P_B),
                 Prob is P_A * P_B.
```

```
min(A,B,A) :- A<=B,!.
```

```
min(A,B,B).
```