

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

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

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Petali	Foglie	Classe
1	Allungate	Pos
3	Arrotondate	Neg
3	Arrotondate	Neg
1	Arrotondate	Neg
2	Arrotondate	Pos
1	Allungate	Neg
3	Appuntite	Pos
3	?	Pos
2	Appuntite	Pos
1	Allungate	Neg
3	Appuntite	Pos
2	Allungate	Neg
2	Appuntite	Pos
2	Arrotondate	Neg
3	Appuntite	Pos

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

?	2
---	---

Esercizio 2 (punti 8)

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

Esercizio 3 (punti 9)

Si consideri uno stato iniziale descritto dalle seguenti formule atomiche:

[**ho_soldi**, **ordinata(merce1)**, **numero_fornitore(merce1)**, **numero_fornitore(merce2)**]

Da questo stato si vuole raggiungere il goal:

acquistata(merce1), **acquistata(merce2)**

con le azioni modellate come segue:

ordina(Merce)

PRECOND: ho_soldi, numero_fornitore(Merce)

DELETE: -

ADD: orditata(Merce)

preleva_soldi

PRECOND: non_ho_soldi

DELETE: non_ho_soldi

ADD: ho_soldi

compra(Merce)

PRECOND: ordinata(Merce), ho_soldi

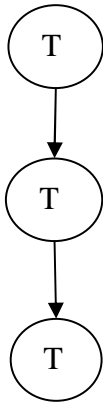
DELETE: ho_soldi

ADD: acquistata(Merce)

Si risolva il problema utilizzando l'algoritmo POP evidenziando le minacce ai causal link e il modo adottato per risolverle.

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

b)

$$\text{info}_{\text{Petal}}(S) = 4/15 \cdot (-1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4) + 5/15 \cdot (-3/5 \cdot \log_2 3/5 - 2/5 \cdot \log_2 2/5) + 6/15 \cdot (-4/6 \cdot \log_2 4/6 - 2/6 \cdot \log_2 2/6) =$$

$$= 0.267 \cdot 0.811 + 0.333 \cdot 0.971 + 0.4 \cdot 0.918 = 0.907$$

$$\text{gain}(\text{Petal}) = 0.997 - 0.907 = 0.09$$

$$\text{splitinfo}(\text{Petal}) = -4/15 \cdot \log_2(4/15) - 5/15 \cdot \log_2(5/15) - 6/15 \cdot \log_2(6/15) = 1.566$$

$$\text{gainratio}(\text{Petal}) = 0.09 / 1.566 = 0.006$$

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

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

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

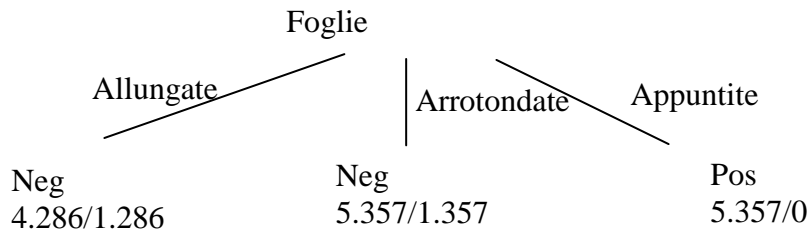
$$= 0.286 \cdot 0.811 + 0.357 \cdot 0.722 + 0.357 \cdot 0 = 0.490$$

$$\text{gain}(\text{Foglie}) = 14/15 \cdot (0.997 - 0.490) = 0.473$$

$$\text{splitinfo}(\text{Foglie}) = -4/15 \cdot \log_2(4/15) - 5/15 \cdot \log_2(5/15) - 6/15 \cdot \log_2(6/15) - 1/15 \cdot \log_2(1/15) = 1.826$$

$$\text{gainratio}(\text{Foglie}) = 0.473 / 1.826 = 0.259$$

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



d) l'istanza viene divisa in tre parti, di peso rispettivamente $4.286/15=0.286$, $5.357/15=0.357$ e $5.357/15=0.357$. La prima parte viene mandata lungo il ramo Allungate e viene classificata come Neg con probabilità $4.286/4.286=70.0\%$ e come Pos con probabilità $1-70.0\%=30.0\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo Arrotondate e viene classificata come Neg con probabilità $5.357/5.357=74.7\%$ e come Pos con probabilità $1-74.7\%=25.3\%$. La terza parte viene mandata lungo il ramo Appuntite e viene classificata come Pos con probabilità $5.357/5.357=100\%$ e come Neg con probabilità $1-100\%=0\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$\text{Pos: } 0.286 \cdot 30\% + 0.357 \cdot 25.3\% + 0.357 \cdot 100\% = 53.3\%$$

$$\text{Neg: } 0.286 \cdot 70\% + 0.357 \cdot 74.7\% + 0.357 \cdot 0\% = 46.7\%$$

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.`