

# COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

19 Giugno 2009 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h )

## Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Residenza	Reddito	Classe
Roma	Alto	Pos
Milano	Medio	Neg
Milano	Medio	Pos
Milano	Medio	Pos
Roma	Basso	Neg
Roma	Alto	Pos
Roma	Medio	Neg
Roma	Basso	Neg
Milano	Basso	Pos
Milano	Basso	Neg
Milano	Alto	Pos
Roma	Alto	Neg
?	Medio	Pos
Milano	Basso	Pos
Roma	Alto	Neg
?	Basso	Pos

- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Classe
- Si calcoli il guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training
- 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).
- si classifichi l'istanza:

?	Alto
---	------

**Esercizio 2 (punti 8)** L'esercizio su CLP si svolge il pomeriggio, alle 14 in Lab Info Grande (III piano).

## Esercizio 3 (punti 8)

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

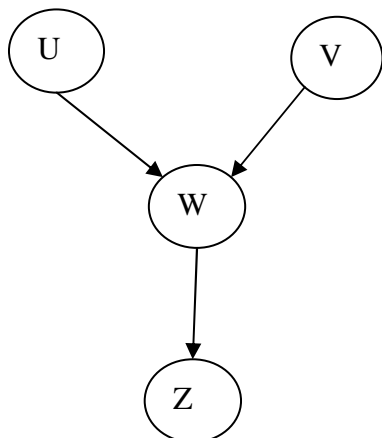
DELETE: ho\_soldi, ordinata(Merce)

ADD: acquistata(Merce)

Si risolva il problema utilizzando l'algoritmo STRIPS mostrando UNA SOLA STRADA verso la soluzione ed evidenziando i punti di scelta lasciati aperti dall'algoritmo.

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

Sia data la seguente rete bayesiana



Dove tutte le variabili assumono i valori vero e falso.

Le tabelle di probabilità condizionata sono

per U:

	U=falso	U=vero
	0.8	0.2

per V:

	V=falso	V=vero
	0.2	0.8

per W:

UV	W=falso	W=vero
f f	0.2	0.8
f t	0.3	0.7
t f	0.5	0.5
t t	0.7	0.3

per Z

W	Z=falso	Z=vero
falso	0.1	0.9
vero	0.9	0.1

Si calcoli la probabilità  $P(U|V, \sim Z)$

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

Data una base di conoscenza, in un linguaggio Prolog-like, costituita da fatti e regole del tipo: `rule(Testa,Body)`, si scriva un meta-interprete `solve(Goal,Step)` che verifichi se `Goal` è dimostrato e, in questo caso, calcoli 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 la prima 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

Spiegare brevemente le principali differenze tra la pianificazione automatica alla STRIP e il Partial Order Planning.

## SOLUZIONE

### Esercizio 1

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

b)

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

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

$$\text{info}_{\text{Residenza}}(F) = 7/14 * (-2/7 * \log_2 2/7 - 5/7 * \log_2 5/7) + 7/14 * (-5/7 * \log_2 5/7 - 2/7 * \log_2 2/7) = 0.5 * 0.863 + 0.5 * 0.863 = 0.863$$

$$\text{gain}(\text{Residenza}) = 14/16 * (1 - 0.863) = 0.120$$

$$\text{splitinfo}(\text{Residenza}) = -7/16 * \log_2(7/16) - 7/16 * \log_2(7/16) - 2/16 * \log_2(2/16) = 1.419$$

$$\text{gainratio}(\text{Residenza}) = 0.120 / 1.419 = 0.085$$

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

$$= 0.313 * 0.971 + 0.313 * 0.971 + 0.375 * 1 = 0.983$$

$$\text{gain}(\text{Reddito}) = 0.989 - 0.983 = 0.006$$

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

$$\text{gainratio}(\text{Reddito}) = 0.006 / 1.579 = 0.004$$

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



d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente 0.5 e 0.5. La prima parte viene mandata lungo il ramo Roma e classificata come Neg con probabilità  $5/8=62.5\%$  e come Pos con probabilità  $3/8=37.5\%$ . La seconda parte viene mandata lungo il ramo Milano e classificata come Pos con probabilità  $6/8=75\%$  e come Neg con probabilità  $2/8=25\%$ . Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$\text{Pos: } 0.5 * 37.5\% + 0.5 * 75\% = 56.25\%$$

$$\text{Neg: } 0.5 * 62.5\% + 0.5 * 25\% = 43.75\%$$

### Esercizio 3

#### Esercizio 4 A.A. 2006/07

$$P(U|V, \sim Z) = P(U, V, \sim Z) / P(V, \sim Z)$$

$$P(U, V, \sim Z) = P(U, V, \sim W, \sim Z) + P(U, V, W, \sim Z)$$

$$P(V, \sim Z) = P(\sim U, V, \sim W, \sim Z) + P(\sim U, V, W, \sim Z) + P(U, V, \sim W, \sim Z) + P(U, V, W, \sim Z)$$

$$P(U, V, \sim W, \sim Z) = P(U)P(V)P(\sim W|U, V)P(\sim Z|\sim W) = 0.2 * 0.8 * 0.7 * 0.1 = 0.0112$$

$$P(U, V, W, \sim Z) = P(U)P(V)P(W|U, V)P(\sim Z|W) = 0.2 * 0.8 * 0.3 * 0.9 = 0.0432$$

$$P(\sim U, V, \sim W, \sim Z) = P(\sim U)P(V)P(\sim W|\sim U, V)P(\sim Z|\sim W) = 0.8 * 0.8 * 0.3 * 0.1 = 0.0192$$

$$P(\sim U, V, W, \sim Z) = P(\sim U)P(V)P(W|\sim U, V)P(\sim Z|W) = 0.8 * 0.8 * 0.7 * 0.9 = 0.4032$$

$$P(U, V, \sim Z) = 0.0112 + 0.0432 = 0.0544$$

$$P(V, \sim Z) = 0.0112 + 0.0432 + 0.0192 + 0.4032 = 0.4768$$

$$P(U|V, \sim Z) = 0.0544 / 0.4768 = 0.11409$$

#### 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.
```