

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

10 luglio 2009 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Seme	Valore	Classe
Cuori	Numero	Pos
Quadri	Figura	Neg
Fiori	Numero	Neg
Picche	Figura	Pos
Fiori	Figura	Neg
Fiori	Figura	Pos
Quadri	Numero	Neg
Cuori	Figura	Pos
Picche	Figura	Pos
Fiori	Numero	Neg
Quadri	Figura	Pos
Cuori	Figura	Neg
Picche	Numero	Neg
Quadri	?	Pos
Cuori	?	Neg

- 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:

Quadri	?
--------	---

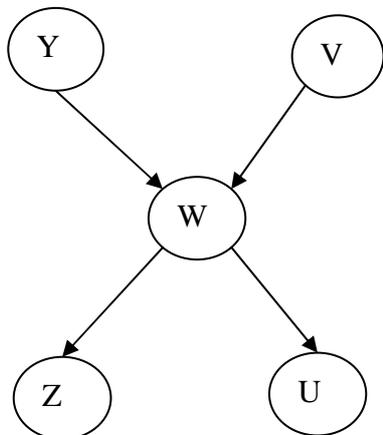
Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolge il pomeriggio di del 19 Marzo 2009, alle 14 in Lab Info Grande (III piano).

Esercizio 3 (punti 8)

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 Y:

	U=falso	U=vero
	0.4	0.6

per V:

	V=falso	V=vero
	0.3	0.7

per W:

YV	W=falso	W=vero
f f	0.1	0.9
f t	0.2	0.8
t f	0.4	0.6
t t	0.8	0.2

per Z

W	Z=falso	Z=vero
Falso	0.4	0.6
Vero	0.6	0.4

per U

W	U=falso	U=vero
falso	0.5	0.5
vero	0.3	0.7

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

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

Descrivere forward e backward chaining, evidenziando le loro differenze e discutendo in quali casi risulta più adatta l’applicazione dell’uno o dell’altro.

SOLUZIONE

Esercizio 1

a) $\text{info}(S) = -7/15 * \log_2 5/15 - 8/15 * \log_2 8/15 = 0.997$

b)

$$\text{info}_{\text{Seme}}(S) = 4/15 * (-2/4 * \log_2 2/4 - 2/4 * \log_2 2/4) + 4/15 * (-2/4 * \log_2 2/4 - 2/4 * \log_2 2/4) + 4/15 * (-1/4 * \log_2 1/4 - 3/4 * \log_2 3/4) + 3/15 * (-2/3 * \log_2 2/3 - 1/3 * \log_2 1/3) =$$
$$= 0.267 * 1 + 0.267 * 1 + 0.267 * 0.811 + 0.2 * 0.918 = 0.934$$

$$\text{gain}(\text{Seme}) = 0.997 - 0.934 = 0.063$$

$$\text{splitinfo}(\text{Seme}) = -4/15 * \log_2(4/15) - 4/15 * \log_2(4/15) - 5/15 * \log_2(4/15) - 3/15 * \log_2(3/15) = 1.990$$

$$\text{gainratio}(\text{Seme}) = 0.063 / 1.990 = 0.032$$

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

$$\text{info}(F) = -6/13 * \log_2 6/13 - 7/13 * \log_2 7/13 = 0.996$$

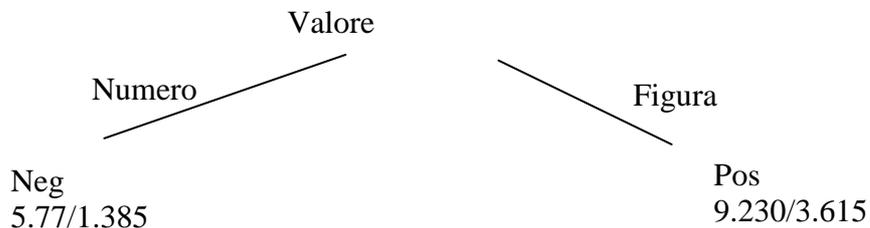
$$\text{info}_{\text{Valore}}(F) = 5/13 * (-1/5 * \log_2 1/5 - 4/5 * \log_2 4/5) + 8/13 * (-5/8 * \log_2 5/8 - 3/8 * \log_2 3/8) =$$
$$= 0.385 * 0.722 + 0.615 * 0.954 = 0.865$$

$$\text{gain}(\text{Valore}) = 13/15 * (0.996 - 0.865) = 0.114$$

$$\text{splitinfo}(\text{Valore}) = -6/15 * \log_2(6/15) - 7/15 * \log_2(7/15) - 2/15 * \log_2(2/15) = 1.429$$

$$\text{gainratio}(\text{Valore}) = 0.114 / 1.429 = 0.080$$

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



d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente 0.385 e 0.615. La prima parte viene mandata lungo il ramo Numero e classificata come Neg con probabilità $=4.385/5.77=76\%$ e come Pos con probabilità $=1.385/5.77=24\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo Figura e classificata come Pos con probabilità $=5.615/9.23=60.8\%$ e come Neg con probabilità $=3.615/9.23=39.2\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$P(\text{Pos}) = 0.385 * 24\% + 0.615 * 60.8\% = 46.7\%$$

$$P(\text{Neg}) = 0.385 * 76\% + 0.615 * 39.2\% = 53.4\%$$

Esercizio 3

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

in(roma,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1),in(roma,carico2)

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(C,carico2,posto2), at(C,roma), posto1(C,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),

mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

posto1(camion, occupato)
on(camion,carico2,posto2)
at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

posto1(camion, occupato) soddisfatto nello stato corrente
in(firenze, carico2),

posto1(camion,occupato), posto2(camion,libero)
at(camion,X), in(carico2,X)

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),

load_su_camion_non_vuoto(camion, carico2)
on(camion,carico2,posto2)
at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)

mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

le precondizioni sono tutte soddisfatte nello stato corrente unificando X/firenze quindi eseguo la load

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),

at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and

on(camion, carico2, posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

posto1(camion,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
on(camion, carico2, posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

at(c,Loc1), connected(Loc1,roma)
move(camion, Loc1, roma)

on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

l'and delle precondizioni e' soddisfatto nello stato corrente con Loc1/firenze
quindi posso eseguire la move

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,occupato),
at(roma,camion),
on(camion,carico1,posto1),
on(camion, carico2, posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

Ora l'and delle precondizioni di upload sono soddisfatte quindi posso eseguire la unload

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(roma,camion),
in(roma, carico2)
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(camion,carico1,posto1), at(camion,X)
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(camion,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

le precondizioni sono tutte soddisfatte con X/roma eseguo unload

posto1(camion,libero),
posto2(camion,libero),
at(roma,camion),
in(roma, carico2)
in(roma,carico1)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

L'and dei goal e' soddisfatto: stack dei goal vuoto.

Esercizio 4 A.A. 2006/07

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

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

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

$$P(V, \sim Y, \sim Z, U, W) = P(\sim Y)P(V)P(W|\sim Y, V)P(\sim Z|W)P(U|W) = 0.4 * 0.3 * 0.8 * 0.6 * 0.7 = 0.0403$$

$$P(V, \sim Y, \sim Z, U, \sim W) = P(\sim Y)P(V)P(\sim W|\sim Y, V)P(\sim Z|\sim W)P(U|\sim W) = 0.4 * 0.3 * 0.2 * 0.4 * 0.5 = 0.0048$$

$$P(\sim V, \sim Y, \sim Z, U, W) = P(\sim Y)P(\sim V)P(W|\sim Y, \sim V)P(\sim Z|W)P(U|W) = 0.4 * 0.7 * 0.8 * 0.6 * 0.7 = 0.09408$$

$$P(\sim V, \sim Y, \sim Z, U, \sim W) = P(\sim Y)P(\sim V)P(\sim W|\sim Y, \sim V)P(\sim Z|\sim W)P(U|\sim W) = 0.4 * 0.7 * 0.2 * 0.4 * 0.5 = 0.0112$$

$$P(V, \sim Y, \sim Z, U) = 0.0403 + 0.0048 = 0.0451$$

$$P(\sim Y, \sim Z, U) = 0.0403 + 0.0048 + 0.09408 + 0.0112 = 0.15038$$

$$P(V|\sim Y, \sim Z, U) = 0.0451 / 0.15038 = 0.29991$$

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