

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

8 Gennaio 2009 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Temperatura	Umidità	Classe
Alta	Alta	Pos
Alta	Bassa	Neg
Bassa	Media	Pos
Bassa	Alta	Pos
Alta	Media	Neg
Bassa	Bassa	Pos
Bassa	Bassa	Neg
?	Bassa	Neg
Alta	Alta	Pos
Alta	Alta	Neg
Bassa	Bassa	Pos
Alta	Alta	Neg
?	Media	Pos
Bassa	Media	Pos
Alta	Media	Neg
Bassa	Bassa	Pos
?	Bassa	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)

?	Alta
---	------

Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolge il pomeriggio di domani, 9 Gennaio 2009, alle 14 in Lab Info Grande (III piano).

Esercizio 3 (punti 8)

Si consideri uno stato iniziale descritto dalle seguenti formule atomiche:

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

Da questo stato si vuole raggiungere il goal:

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

e le azioni modellate come segue:

unload_da_camion_pieno(C,M)

PREC: on(C,M,posto2), at(C,X), posto1(C,occupato)

EFFECT: \neg on(C,M,posto2), posto2(C,libero), \neg posto2(C,occupato) in(M,X)

unload_da_camion_non_pieno(C,M)

PREC: on(C,M,posto1), at(C,X), posto1(C,occupato)

EFFECT: \neg on(C,M,posto1), posto1(C,libero), \neg posto1(C,occupato), in(M,X)

Caricamento materiale su camion vuoto

load_su_camion_vuoto(C,M)

PREC: posto1(C,libero), posto2(C,libero) at(C,X), in(M,X)

EFFECT: on(C,M,posto1), \neg in(M,X), \neg posto1(C,libero), posto1(C,occupato)

Caricamento materiale su camion parzialmente pieno

load_su_camion_non_vuoto(C,M)

PREC: posto1(C,occupato), posto2(C,libero) at(C,X), in(M,X)

EFFECT: on(C,M,posto2), \neg in(M,X), \neg posto2(C,libero), posto2(C,occupato)

Spostamento del mezzo tra due posizioni connesse

move(C,Loc1,Loc2)

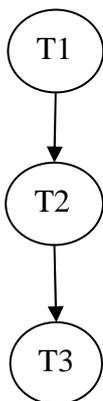
PREC: at(C,Loc1), connected(Loc1,Loc2)

EFFECT: at(C,Loc2), \neg at(C,Loc1)

Si risolva il problema utilizzando l'algorithm STRIPS mostrando una sola strada verso la costruzione del piano. Si indichino eventuali punti di scelta aperti individuati durante la ricerca.

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

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

b)

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

$$\text{info}(F) = -8/14 \cdot \log_2 8/14 - 6/14 \cdot \log_2 6/14 = 0.985$$

$$\text{info}_{\text{Temperatura}}(F) = 7/14 \cdot (-2/7 \cdot \log_2 2/7 - 5/7 \cdot \log_2 5/7) + 7/14 \cdot (-6/7 \cdot \log_2 6/7 - 1/7 \cdot \log_2 1/7) = 0.5 \cdot 0.863 + 0.5 \cdot 0.592 = 0.727$$

$$\text{gain}(\text{Temperatura}) = 14/17 \cdot (0.985 - 0.727) = 0.212$$

$$\text{splitinfo}(\text{Temperatura}) = -7/17 \cdot \log_2(7/17) - 7/17 \cdot \log_2(7/17) - 3/17 \cdot \log_2(3/17) = 1.496$$

$$\text{gainratio}(\text{Temperatura}) = 0.212 / 1.496 = 0.142$$

$$\text{info}_{\text{Umidità}}(S) = 5/17 \cdot (-3/5 \cdot \log_2 3/5 - 2/5 \cdot \log_2 2/5) + 5/17 \cdot (-3/5 \cdot \log_2 3/5 - 2/5 \cdot \log_2 2/5) + 7/17 \cdot (-4/7 \cdot \log_2 4/7 - 3/7 \cdot \log_2 3/7) =$$

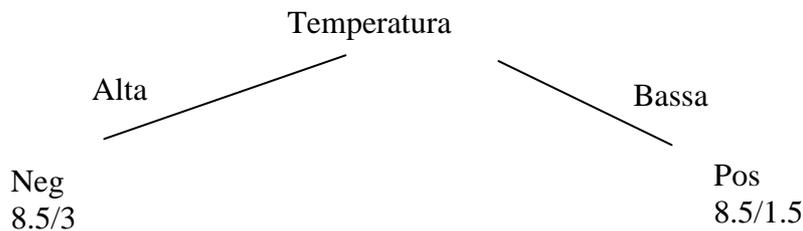
$$= 0.294 \cdot 0.971 + 0.294 \cdot 0.971 + 0.412 \cdot 0.985 = 0.977$$

$$\text{gain}(\text{Umidità}) = 0.977 - 0.977 = 0$$

$$\text{splitinfo}(\text{Umidità}) = -5/17 \cdot \log_2(5/17) - 5/17 \cdot \log_2(5/17) - 7/17 \cdot \log_2(7/17) = 1.566$$

$$\text{gainratio}(\text{Umidità}) = 0 / 1.566 = 0$$

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



d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente 0.5 e 0.5. La prima parte viene mandata lungo il ramo Alta e classificata come Neg con probabilità $5.5/8.5 = 64.7\%$ e come Pos con probabilità $1 - 0.647 = 35.3\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo Bassa e classificata come Pos con probabilità $7/8.5 = 82.4\%$ e come Neg con probabilità $1 - 0.824 = 17.6\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$\text{Pos: } 0.5 \cdot 35.3\% + 0.5 \cdot 82.4\% = 58.8\%$$

$$\text{Neg: } 0.5 \cdot 64.7\% + 0.5 \cdot 17.6\% = 41.2\%$$

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

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

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

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

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

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.`