

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

9 Settembre 2010 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Reddito	Età	Classe
Basso	0-30	Sì
Medio	31-70	No
Medio	31-70	No
Basso	0-30	Sì
?	31-70	No
Medio	0-30	No
Alto	31-70	No
Basso	0-30	Sì
Medio	0-30	No
Basso	31-70	No
Basso	0-30	Sì
?	0-30	No
Alto	31-70	Sì
?	0-30	No
Alto	31-70	Sì
Alto	31-70	Sì

- 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 alle ore 14 del 15 Settembre in Lab Info Grande.

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(X,C), posto2(C,occupato)

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

unload_da_camion_non_pieno(C,M)

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

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

Caricamento materiale su camion vuoto

load_su_camion_vuoto(C,M)

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

EFFECT: on(C,M,posto1), ¬in(X,M), ¬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(X,C), in(X,M)

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

Spostamento del mezzo tra due posizioni connesse

move(C,Loc1,Loc2)

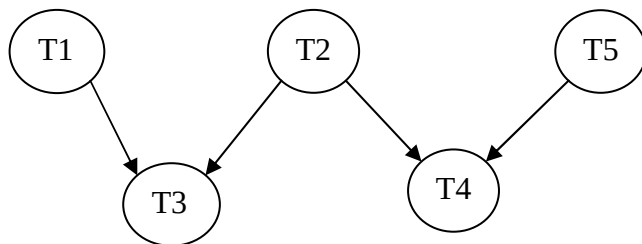
PREC: at(C,Loc1), connected(Loc1,Loc2)

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

Si risolva il problema utilizzando l'algoritmo 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 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 T1:

	T1=Falso	T1=Vero
	0.1	0.9

per T2:

	T2=Falso	T2=Vero
	0.4	0.6

per T3:

T1	T2	T3=falso	T3=vero
Falso	Falso	0.8	0.2
Falso	Vero	0.6	0.4
Vero	Falso	0.1	0.9
Vero	Vero	0.3	0.7

per T4:

T2	T5	T4=falso	T4=vero
Falso	Falso	0.5	0.5
Falso	Vero	0.1	0.9
Vero	Falso	0.4	0.6
Vero	Vero	0.3	0.7

per T5:

T5	T5=falso	T5=vero
	0.1	0.9

Si calcoli la probabilità $P(\sim T1|T3,T4,\sim T5)$.

Esercizio 4a (punti 3) –per chi ha seguito nell'A.A. 2004/05 o precedenti

Scrivere il meta interprete per Prolog puro, che ne conserva regola di calcolo e modalità di selezione delle clausole.

Esercizio 4b (punti 3) –per chi ha seguito nell'A.A. 2004/05 o precedenti

Spiegare qual è la differenza fra la formulazione di Green e la formulazione di Kowalski nel planning automatico mediante deduzione.

SOLUZIONE

Esercizio 1

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

b)

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

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

$$\text{info}_{\text{Reddito}}(F) = 5/13 * (-1/5 * \log_2 1/5 - 4/5 * \log_2 4/5) + 4/13 * (-4/4 * \log_2 4/4 - 0/4 * \log_2 0/4) + 4/13 * (-1/4 * \log_2 1/4 - 3/4 * \log_2 3/4) = 0.385 * 0.722 + 0.308 * 0 + 0.308 * 0.811 = 0.528$$

$$\text{gain}(\text{Reddito}) = 13/16 * (0.996 - 0.528) = 0.380$$

$$\text{splitinfo}(\text{Reddito}) = -5/16 * \log_2(5/16) - 4/16 * \log_2(4/16) - 4/16 * \log_2(4/16) - 3/16 * \log_2(3/16) = 1.977$$

$$\text{gainratio}(\text{Reddito}) = 0.380 / 1.977 = 0.192$$

$$\text{info}_{\text{Età}}(S) = 8/16 * (-4/8 * \log_2 4/8 - 4/8 * \log_2 4/8) + 8/16 * (-3/8 * \log_2 3/8 - 5/8 * \log_2 5/8) = 0.5 * 1 + 0.5 * 0.9544 = 0.977$$

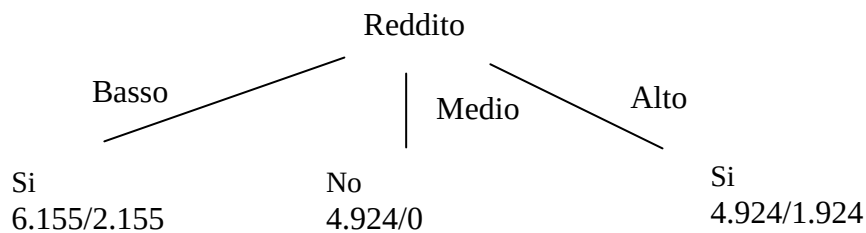
$$\text{gain}(\text{Età}) = 0.989 - 0.977 = 0.012$$

$$\text{splitinfo}(\text{Età}) = -8/16 * \log_2(8/16) - 8/16 * \log_2(8/16) = 1$$

$$\text{gainratio}(\text{Età}) = 0.012 / 1 = 0.012$$

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

.



d) l'istanza viene mandata lungo il ramo Alto e classificata come Si con probabilità $3/4.924 = 60.9\%$ e come No con probabilità $1 - 0.609 = 39.1\%$.

Esercizio 3

Stato:

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

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) soddisfatto nello stato corrente

in(firenze, carico2),

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

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

Stack di goal e azioni:

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

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

posto1(camion, occupato)
on(camion,carico2,posto2)
at(camion, 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)

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

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

connesso(firenze, roma)

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 unload 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 e successivi

$$P(\sim T_1|T_3,T_4,\sim T_5)=P(\sim T_1,T_3,T_4,\sim T_5)/P(T_3,T_4,\sim T_5)$$

$$P(\sim T_1,T_3,T_4,\sim T_5)= P(\sim T_1,\sim T_2,T_3,T_4,\sim T_5)+ P(\sim T_1,T_2,T_3,T_4,\sim T_5)$$

$$P(T_3,T_4,\sim T_5)= P(\sim T_1,T_3,T_4,\sim T_5)+ P(T_1,T_3,T_4,\sim T_5)= \\ P(\sim T_1,\sim T_2,T_3,T_4,\sim T_5)+ P(\sim T_1,T_2,T_3,T_4,\sim T_5)+ P(T_1,\sim T_2,T_3,T_4,\sim T_5)+ P(T_1,T_2,T_3,T_4,\sim T_5)$$

$$P(\sim T_1,\sim T_2,T_3,T_4,\sim T_5)=P(\sim T_1)P(\sim T_2)P(T_3|\sim T_1,\sim T_2)P(\sim T_5)P(T_4|\sim T_2,\sim T_5) \\ =0.1*0.4*0.2*0.1*0.5=0.0004$$

$$P(\sim T_1,T_2,T_3,T_4,\sim T_5)=P(\sim T_1)P(T_2)P(T_3|\sim T_1,T_2)P(\sim T_5)P(T_4|T_2,\sim T_5) =0.1*0.6*0.4*0.1*0.6= \\ 0.00144$$

$$P(T_1,\sim T_2,T_3,T_4,\sim T_5)=P(T_1)P(\sim T_2)P(T_3|T_1,\sim T_2)P(\sim T_5)P(T_4|\sim T_2,\sim T_5) =0.9*0.4*0.9*0.1*0.5= \\ 0.0162$$

$$P(T_1,T_2,T_3,T_4,\sim T_5)=P(T_1)P(T_2)P(T_3|T_1,T_2)P(\sim T_5)P(T_4|T_2,\sim T_5) =0.9*0.6*0.7*0.1*0.6=0.02268$$

$$P(\sim T_1,T_3,T_4,\sim T_5)= 0.0004+0.00144 =0.00184 \\ P(T_3,T_4,\sim T_5)= 0.00184+ 0.0162+0.02268=0.04072$$

$$P(\sim T_1|T_3,T_4,\sim T_5) = 0.00184/0.04072=0.04519$$

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