COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

13 Aprile 2010 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Terreno	**Clima**	**Classe**
Argilloso	Freddo	Sì
Calcareo	Tropicale	No
Vulcanico	Tropicale	Sì
Argilloso	Freddo	No
Calcareo	Freddo	No
Argilloso	Temperato	Sì
Vulcanico	Temperato	Sì
Vulcanico	Temperato	No
Vulcanico	?	Sì
Vulcanico	Temperato	No
Calcareo	Tropicale	Sì
Argilloso	Freddo	No
Calcareo	?	Sì
Calcareo	Tropicale	Sì
Vulcanico	Freddo	No
Argilloso	Tropicale	Sì

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

b) Si calcoli il guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training

c) 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).

d) si classifichi l'istanza:

Calcareo	?

Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolg alle ore 14 in Lab Info Grande.

Esercizio 3 (punti 8)

Si consideri uno stato iniziale descritto dalle seguenti formule atomiche, in cui un vagone ferroviario ha tre locazioni, posto1, posto2 e posto3,

[in(firenze, carico3), in(bologna, carico2), in(milano, carico1), libero(vagone,posto1), libero(vagone,posto2), libero(vagone,posto3), at(milano,vagone), connesso(milano,bologna), connesso(bologna,firenze), connesso(firenze, roma)]

Da questo stato si vuole raggiungere il goal:
in(roma,carico1), in(roma,carico2), in(roma,carico3)

e le azioni modellate come segue:

Scaricamento materiale da vagone
unload(V,M)
PREC: on(V,M,P), at(X,V), occupato(V,P)
EFFECT: ¬on(V,M,P), libero(C,P), ¬occupato (V,P), in(X,M)

Caricamento materiale su vagone vuoto
load_su_vuoto(V,M)
PREC: libero(V,posto1), libero(V,posto2), at(X,V), in(X,M)
EFFECT: on(V,M,posto1), ¬in(X,M), ¬libero(V,posto1), occupato(V,posto1)

Caricamento materiale su vagone parzialmente pieno
load_su_non_vuoto(V,M)

PREC: occupato(V,posto1), libero(V,posto2), at(X,V), in(X,M)
EFFECT: on(V,M,posto2), ¬in(X,M), ¬libero(V,posto2), occupato(V,posto2)

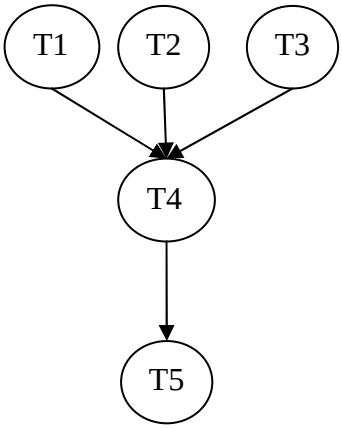
load_su_non_pieno(V,M)
PREC: occupato(V,posto1), occupato(V,posto2), libero(V,posto3), at(X,V), in(X,M)
EFFECT: on(V,M,posto3), ¬in(X,M), ¬libero(V,posto3), occupato(V,posto3)

Spostamento del mezzo tra due posizioni connesse
move(V,Loc1,Loc2)
PREC: at(V,Loc1), connected(Loc1,Loc2)
EFFECT: at(V,Loc2), ¬at(V,Loc1)

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 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
	0.2	0.8

per T2:

	T2=falso	T2=vero
	0.1	0.9

per T3:

	T3=falso	T3=vero
	0.3	0.7

per T4:

T1	T2	T3	T4=falso	T4=vero
falso	falso	falso	0.4	0.6
falso	falso	vero	0.3	0.7
falso	vero	falso	0.2	0.8
falso	vero	vero	0.1	0.9
vero	falso	falso	0.2	0.8
vero	falso	vero	0.3	0.7
vero	vero	falso	0.9	0.1
vero	vero	vero	0.5	0.5

per T5:

T4	T5=falso	T5=vero

falso	0.2	0.8
vero	0.3	0.7

Si calcoli la probabilità P(T1|~T2,T3,T5).

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

Sia dato un linguaggio simbolico Prolog-like nel quale base di conoscenza è costituita da fatti e regole del tipo:

`rule(Head,Body).`

dove `Head` è atomico e `Body` è una lista di atomi.

Si scriva un meta-interprete `solve(Goal,Steps)` che verifichi se `Goal` è dimostrato in `Steps` passi.

```
rule(a,[b,c]).
rule(b,[d,e]).
rule(c,[true]).
rule(d,[true]).
rule(e,[true]).
```

il metainterprete deve dare la seguente risposta:

```
?-solve(a,R).
yes  R=5
```

poiché `a` è dimostrato applicando la prima regola e la congiunzione `[b,c]` è dimostrata con 4 passi (3 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 forward e backward chaining e quale delle due è usualmente adottata nei sistemi di produzione.

SOLUZIONE

Esercizio 1

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

b)

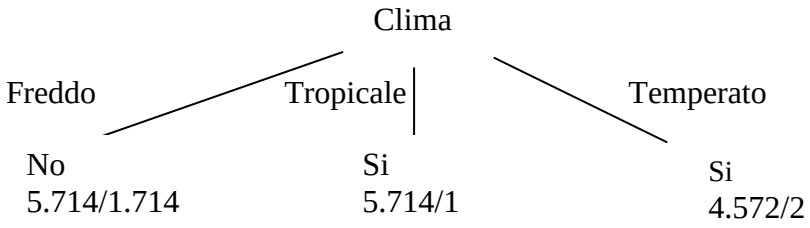
$info_{Terreno}(S)$= 5/16*(-3/5*$\log_2$3/5-2/5*$\log_2$ 2/5) + 5/16*(-3/5*$\log_2$3/5-2/5*$\log_2$ 2/5)+ 6/16*(-3/6*$\log_2$3/6-3/6*$\log_2$ 3/6) = 0.312*0.971+0.312*0.971+0.375*1=0.981

gain(Terreno) =0.989 -0.981=0.008
splitinfo(Terreno)= - 5/16*$\log_2$(5/16) - 5/16*$\log_2$(5/16) -6/16*$\log_2$(6/16)= 1.579
gainratio(Terreno) =0.008/1.579=0.005

Per calcolare il guadagno dell'attributo Clima non si usa l'entropia calcolata su tutto il training set ma solo sugli esempi che hanno Clima noto (insieme F):
info(F)=-7/14*$\log_2$ 7/14– 7/14*$\log_2$ 7/14= 1
$info_{Clima}(F)$=5/14*(-1/5*$\log_2$1/5-4/5*$\log_2$ 4/5)+5/14(-4/5*$\log_2$ 4/5-1/5*$\log_2$ 1/5) +4/14(-2/4*$\log_2$ 2/4-1/6*$\log_2$ 1/6) =0.357* 0.722+0.357*0.722+0.286*1=0.802
gain(Clima) =14/16*(1-0.802) =0.173
splitinfo(Clima) =-5/16*$\log_2$(5/16)-5/16*$\log_2$(5/16)-4/16*$\log_2$(4/16) -2/16*$\log_2$(2/16)=1.924
gainratio(Clima) =0.173/1.924=0.090

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

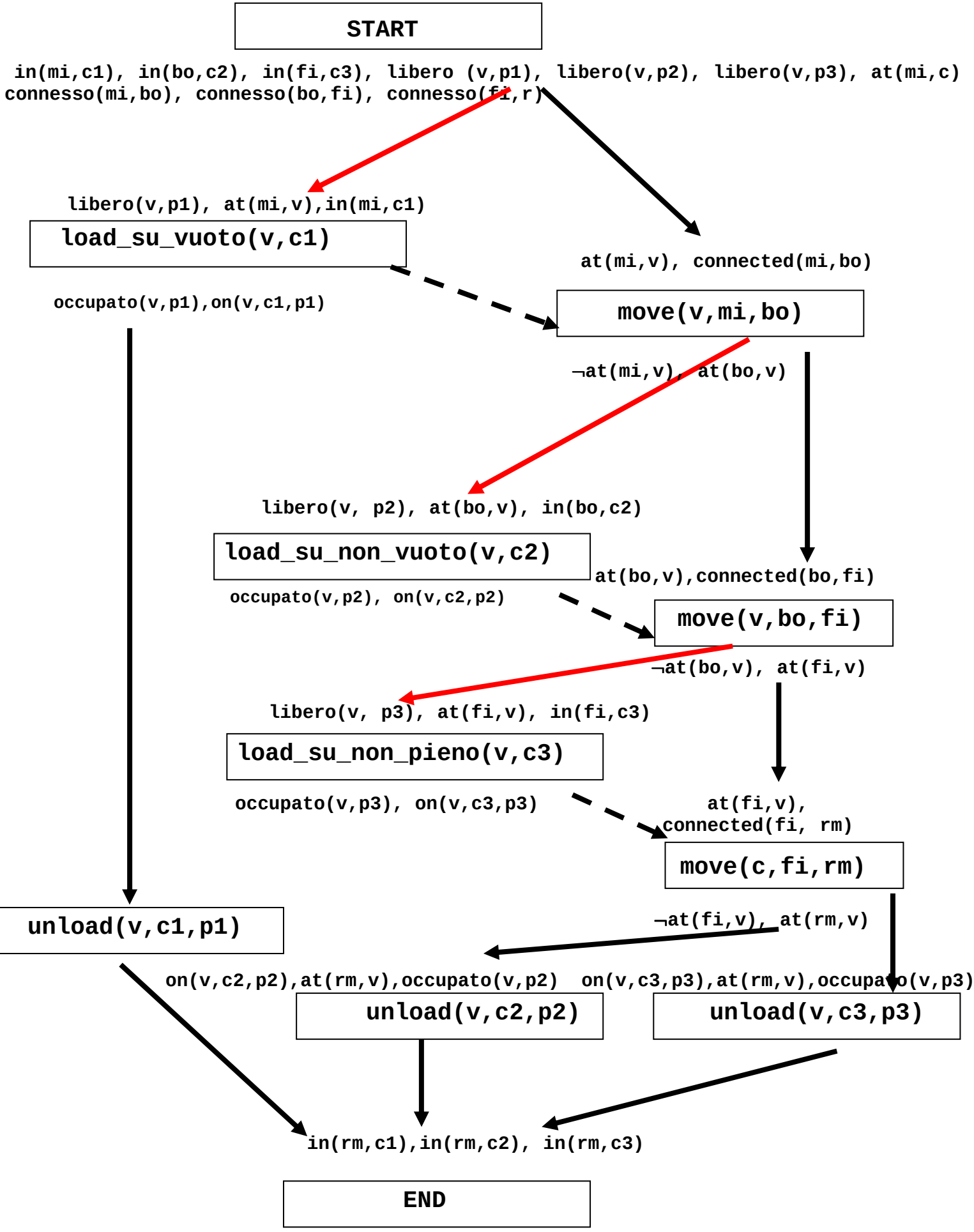
.



d) l'istanza viene divisa in tre parti, di peso rispettivamente 0.357, 0.357 e 0.286. La prima parte viene mandata lungo il ramo Freddo e classificata come No con probabilità =4/5.714=70% e come Si con probabilità =1-0.70=30%. La seconda parte viene mandata lungo il ramo Tropicale e classificata come Si con probabilità =4.714/5.714=82.5% e come No con probabilità =1-0.825=17.5%. La terza parte viene mandata lungo il ramo Temperato e classificata come Si con probabilità =2.572/4.572=56.3% e come No con probabilità =1-0.563=43.7%. . Quindi in totale la classificazione dell'istanza è
Si=0.357*30%+0.357*82.5%+0.286*56.3% =56.3%
No=0.357*70%+0.357*17.5%+0.286*43.7% =43.7%

Esercizio 3

Esercizio 3



Questo piano contiene 3 threat: infatti il *causal link* in rosso tra start e load_su_vuoto è minacciato dagli effetti dell'azione move(v,mi,bo) che ha come effetto not at(mi,c). Analogamente il causal link in rosso tra move(v,mi,fi) e l'azione load_su_non_vuoto è minacciato dall'azione move(c,bo,fi) che ha come effetto not at(bo,v); in ultimo il causal link in rosso tra move(v,bo,fi) e l'azione load_su_non_pieno è minacciato dall'azione move(v,fi,rm) che ha come effetto not at(fi,v).
In tutti e 3 i casi, si può applicare la Demotion e far sì che le azioni di tipo load precedano le move (vincoli di precedenza tratteggiati in figura).

Esercizio 4 A.A. 2006/07 e successivi

P(T1|~T2,T3,T5)=P(T1,~T2,T3,T5)/P(~T2,T3,T5)

P(T1,~T2,T3,T5)= P(T1,~T2,T3,T4,T5)+ P(T1,~T2,T3,~T4,T5)

P(~T2,T3,T5)= P(T1,~T2,T3,T5)+ P(~T1,~T2,T3,T4,T5)+ P(~T1,~T2,T3,~T4,T5)
P(T1,~T2,T3,T4,T5) =P(T1),P(~T2)P(T3)P(T4|T1,~T2,T3)P(T5|T4) =
= 0.8*0.1*0.7*0.7*0.7=0.02744
P(T1,~T2,T3,~T4,T5) =P(T1),P(~T2)P(T3)P(~T4|T1,~T2,T3)P(T5|~T4) =
= 0.8*0.1*0.7*0.3*0.8=0.01344
P(~T1,~T2,T3,T4,T5) =P(~T1),P(~T2)P(T3)P(T4|~T1,~T2,T3)P(T5|T4) =
= 0.2*0.1*0.7*0.7*0.7=0.00686
P(~T1,~T2,T3,~T4,T5) =P(~T1),P(~T2)P(T3)P(~T4|~T1,~T2,T3)P(T5|~T4) =
= 0.2*0.1*0.7*0.3*0.8=0.00336

P(T1,~T2,T3,T5) = 0.02744+0.01344=0.04088
P(~T2,T3,T5) =0.04088+0.00686+0.00336=0.0511

P(T1|~T2,T3,T5) = 0.04088/0.0511=0.8

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

```
solve([true],0):-!.
solve([A|B],R) :- !,solve(A,RA), solve(B,RB), R is RA+RB.
solve(A,R) :- rule(A,B), solve(B,RB), S is 1+RB.
```