

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

11 settembre 2008 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Deforestazione	Piuvosità	Classe
Lieve	Media	Pos
Moderata	Bassa	Neg
Forte	Alta	Pos
?	Bassa	Pos
Lieve	Media	Neg
Moderata	Media	Neg
Lieve	Alta	Neg
Forte	Media	Pos
Moderata	Media	Neg
Lieve	Media	Neg
Forte	Bassa	Pos
Moderata	Bassa	Neg
?	Media	Pos
Lieve	Bassa	Pos
Forte	Media	Pos
Moderata	Alta	Neg

a) Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Classe (punti 1)

b) Si calcoli il rapporto di guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training (punti 4)

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). (punti 1,5)

d) si classifichi l'istanza: (punti 1,5)

Moderata	?
----------	---

Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolge il pomeriggio alle 14.

Esercizio 3 (punti 9)

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

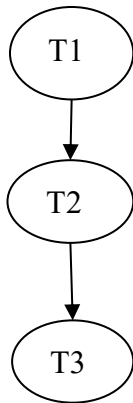
DELETE: ho_soldi

ADD: acquistata(Merce)

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

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

Si modelli l’azione **versa** dell’esercizio 3 usando la rappresentazione di Kowalsky..

SOLUZIONE

Esercizio 1

a) $\text{info}(S) = -8/16 * \log_2 8/16 - 8/16 * \log_2 8/16 = 1$

b)

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

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

$$\text{info}_{\text{Deforestazione}}(F) = 5/14 * (-2/5 * \log_2 2/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 5/14 * (-0/5 * \log_2 0/5 - 5/5 * \log_2 5/5) + 4/14 * (-4/4 * \log_2 4/4 - 0/4 * \log_2 0/4) =$$

$$= 0.357 * 0.971 + 0.357 * 0.0 + 0.286 * 0.0 = 0.347$$

$$\text{gain}(\text{Deforestazione}) = 14/16 * (1 - 0.347) = 0.571$$

$$\text{splitinfo}(\text{Deforestazione}) = -5/16 * \log_2(5/16) - 5/16 * \log_2(5/16) - 4/16 * \log_2(4/16) - 2/16 * \log_2(2/16) = 1.876$$

$$\text{gainratio}(\text{Deforestazione}) = 0.347 / 1.876 = 0.185$$

$$\text{info}_{\text{Piovosità}}(S) = 5/16 * (-3/5 * \log_2 3/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 8/16 * (-4/8 * \log_2 4/8 - 4/8 * \log_2 4/8) + 3/16 * (-1/3 * \log_2 1/3 - 2/3 * \log_2 2/3) =$$

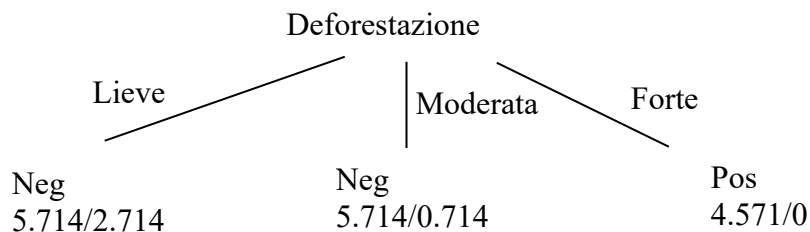
$$= 0.312 * 0.971 + 0.5 * 1 + 0.167 * 0.918 = 0.918$$

$$\text{gain}(\text{Piovosità}) = 1 - 0.918 = 0.082$$

$$\text{splitinfo}(\text{Piovosità}) = -5/16 * \log_2(5/16) - 8/16 * \log_2(8/16) - 3/16 * \log_2(3/16) = 1.477$$

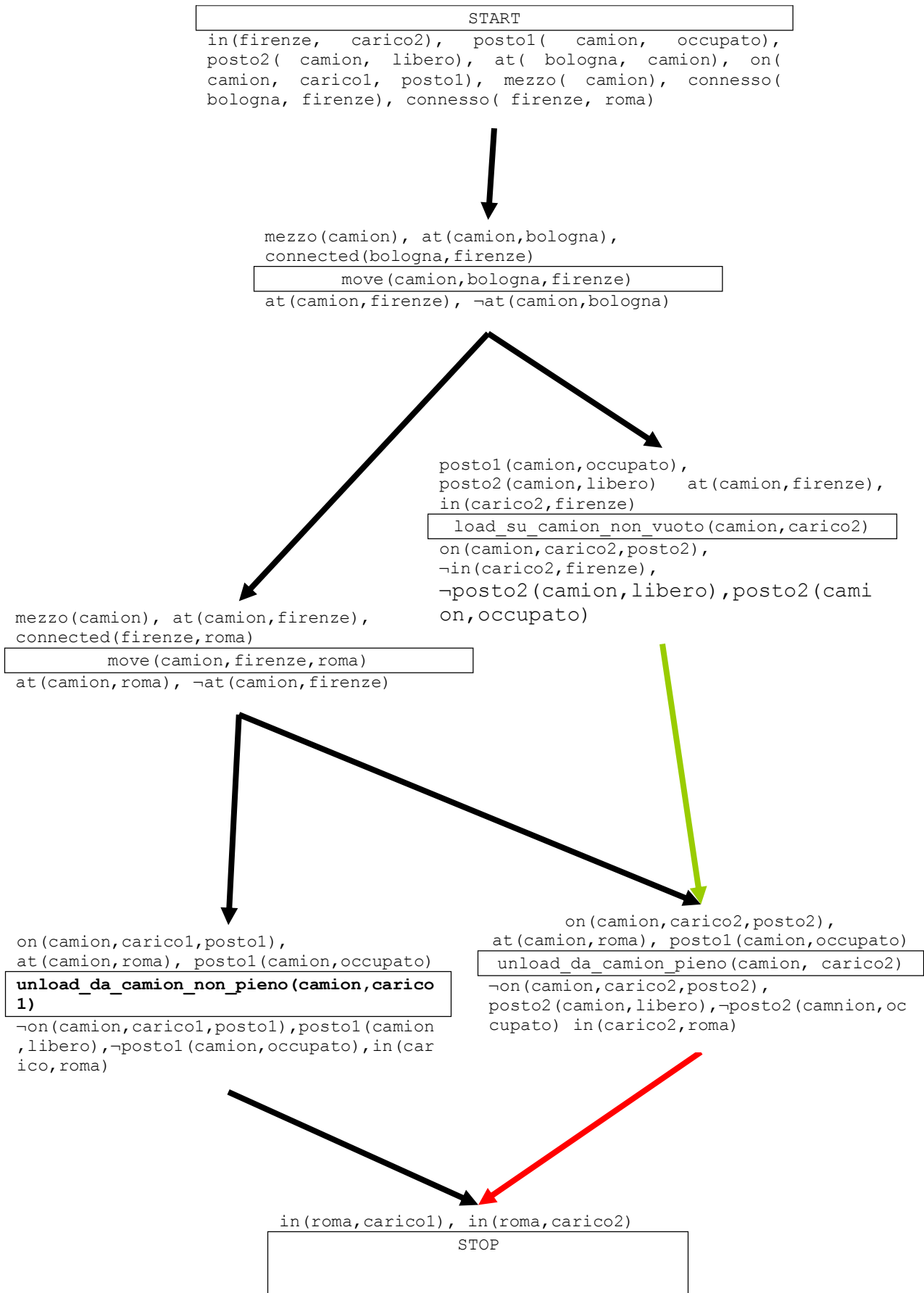
$$\text{gainratio}(\text{Piovosità}) = 0.082 / 1.477 = 0.055$$

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



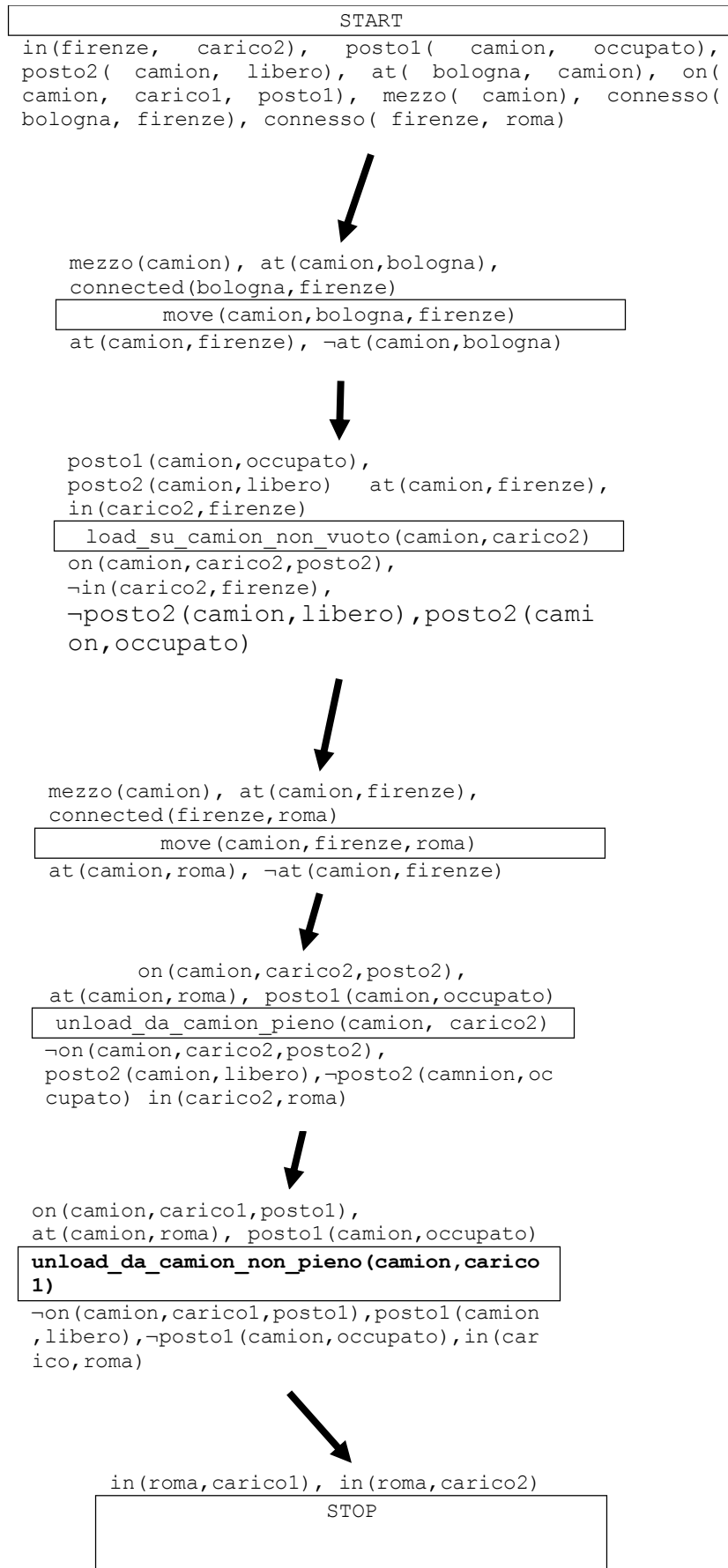
d) l'istanza viene mandata lungo il ramo Moderata e classificata come Pos con probabilità $0.714/5.714 = 0.125 = 12.5\%$ e come Neg con probabilità $(5.714 - 0.714)/5.714 = 5/5.714 = 0.875 = 87.5\%$.

Esercizio 3



Questo piano contiene un threat: infatti il *causal link* in rosso è minacciato dagli effetti dell'azione `unload_da_camion_non_pieno(camion, caricol)` e il *causal link* in verde è minacciato dagli effetti dell'azione `move(camion, firenze, roma)`

In questo caso si applica la promotion delle due azioni e si ottiene il piano



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.`