

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

20 Dicembre 2004 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

A1	A2	Classe
Alto	Rosso	Pos
Medio	Rosso	Neg
Basso	Verde	Neg
Alto	Giallo	Pos
Alto	Giallo	Pos
Basso	Verde	Neg
Medio	Rosso	Pos
Medio	Verde	Neg
Basso	Giallo	Neg
?	Verde	Pos

- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Classe
- Si calcoli il gain ratio 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

Medio	Giallo
-------	--------

Esercizio 2 (punti 8)

Un programma CLP deve generare la lista L di lunghezza massima che ha le seguenti proprietà:

- L ha al massimo 100 elementi
- Gli elementi di L sono tutti diversi e compresi fra 0 e la lunghezza della lista
- Ogni elemento di L è più piccolo della metà del successivo

Suggerimento: Per trovare la lista di lunghezza massima si può generare una lista di lunghezza 100; se soddisfa i requisiti è la lista massima, altrimenti si prova con una lista di lunghezza 99, ecc.

Si supponga che il linguaggio fornisca un predicato indomain_max(X) che istanzia la variabile X ai valori nel suo dominio, partendo dal più grande.

Esercizio 3 (punti 6)

- Come propaga il vincolo alldifferent? La sua semantica è equivalente a un insieme di vincoli binari? E la sua propagazione?
- Quali sono i criteri di necessità e sufficienza in un algoritmo top down di ILP?
- Come si fa a classificare un'istanza parzialmente nota in un dato albero decisionale?
- Cosa si intende per pianificazione gerarchica?

Esercizio 4 (Punti 8)

Si consideri il problema di giungere New York partendo da Bologna. Sono disponibili alcune tratte aeree descritte nello stato iniziale.

```
go(Partenza,Arrivo)
PREC:at(Partenza), tratta(Partenza,Arrivo)
ADD LIST: at(Arrivo)
DELETE LIST: at(Partenza)
```

```
scalo(Partenza,Arrivo,Scalo)
PREC:at(Partenza),tratta(Partenza,Scalo),tratta(Scalo,Arrivo)
ADD LIST: at(Arrivo)
DELETE LIST: at(Partenza)
```

Stato iniziale:

```
at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma),
tratta(roma milano) tratta(milano francoforte),
tratta(francoforte, newyork)
```

Stato goal: `at(newyork)`

Si mostrino i passi compiuti dall'algoritmo STRIPS per risolvere il problema. Si mostri UNA SOLA STRADA nello spazio di ricerca che porti a una soluzione USANDO UNA AZIONE go e UNA scalo.

SOLUZIONE

Esercizio 1:

a) $\text{info}(S) = -5/10 \cdot \log_2 5/10 - 5/10 \cdot \log_2 5/10 = 1$

b)

Per calcolare il guadagno dell'attributo A1 non si usa l'entropia calcolata su tutto il training set ma solo sugli esempi che hanno A1 noto (insieme F):

$$\text{info}(F) = -4/9 \cdot \log_2 4/9 - 5/9 \cdot \log_2 5/9 = 0,991$$

$$\text{info}_{A1}(F) = 3/9 \cdot (-0/3 \cdot \log_2 0/3 - 3/3 \cdot \log_2 3/3) + 3/9 \cdot (-2/3 \cdot \log_2 2/3 - 1/3 \cdot \log_2 1/3) + 3/9 \cdot (-3/3 \cdot \log_2 3/3 - 0/3 \cdot \log_2 0/3) =$$

$$= 0,333 \cdot 0 + 0,333 \cdot 0,918 + 0,333 \cdot 0 = 0,306$$

$$\text{gain}(A1) = 9/10 \cdot (1 - 0,306) = 0,694$$

$$\text{splitinfo}(A1) = -3/10 \cdot \log_2(3/10) - 3/10 \cdot \log_2(3/10) - 3/10 \cdot \log_2(3/10) - 1/10 \cdot \log_2(1/10) = 1,895$$

$$\text{gainratio}(A1) = 0,694 / 1,895 = 0,366$$

$$\text{info}_{A2}(S) = 4/10 \cdot (-1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4) + 3/10 \cdot (-2/3 \cdot \log_2 2/3 - 1/3 \cdot \log_2 1/3) + 3/10 \cdot (-2/3 \cdot \log_2 2/3 - 1/3 \cdot \log_2 1/3) =$$

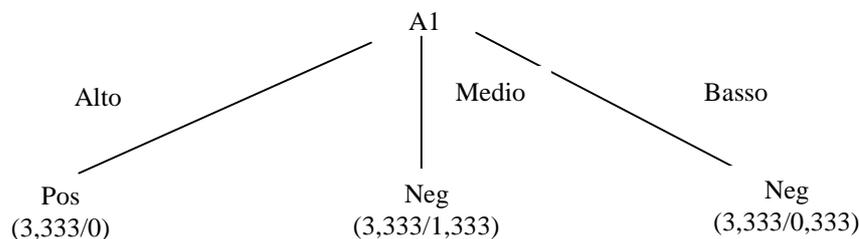
$$= 0,4 \cdot 0,811 + 0,3 \cdot 0,918 + 0,3 \cdot 0,918 = 0,875$$

$$\text{gain}(A2) = 1 - 0,875 = 0,125$$

$$\text{splitinfo}(A2) = -4/10 \cdot \log_2(4/10) - 3/10 \cdot \log_2(3/10) - 3/10 \cdot \log_2(3/10) = 1,571$$

$$\text{gainratio}(A2) = 0,125 / 1,571 = 0,080$$

c)



d) l'istanza viene classificata nella foglia di centro, quindi appartiene alla classe Neg con probabilità $2/3,333 = 0,600$ e alla classe Pos con probabilità $1,333/3,333 = 0,400$

Soluzione 2

soluzione(L):-

```
N::0..100,
indomain_max(N),
length(L,N),
L::0..N,
alldifferent(L),
prop(L),
labeling(L).
```

```
prop([_]).
prop([A,B|T]):-
    2*A #< B,
    prop([B|T]).
```

Soluzione

Esercizio 2

STATO at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma), tratta(roma milano) tratta(milano francoforte), tratta(francoforte, newyork)	GOAL at(newyork)
--	----------------------------

Azione **scalo(Y,newyork,X)**

STATO at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma), tratta(roma milano), tratta(milano francoforte), tratta(francoforte, newyork)	GOAL tratta(X,newyork) tratta(Y,X) at(Y) scalo(Y,newyork,X) at(newyork)
---	--

Unifico X con francoforte

STATO at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma), tratta(roma milano), tratta(milano francoforte), tratta(francoforte, newyork)	GOAL tratta(Y,francoforte) at(Y) scalo(Y,newyork,francoforte) at(newyork)
---	---

Unifico Y con milano

STATO at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma), tratta(roma milano), tratta(milano francoforte), tratta(francoforte, newyork)	GOAL at(milano) scalo(milano,newyork,francoforte) at(newyork)
---	--

Uso l'azione go(Y, milano)

STATO at(bologna), tratta(bologna, milano), tratta(bologna, roma), tratta(roma milano), tratta(milano francoforte), tratta(francoforte, newyork)	GOAL tratta(Y,milano) at(Y)
---	--

Unifico Y con bologna

STATO	GOAL
at(bologna),	at(bologna)
tratta(bologna, milano),	go(bologna, milano)
tratta(bologna, roma),	at(milano)
tratta(roma milano),	scalo(milano,newyork,francoforte)
tratta(milano francoforte),	at(newyork)
tratta(francoforte, newyork)	

at(bologna) vera nello stato iniziale

STATO	GOAL
at(bologna),	
tratta(bologna, milano),	go(bologna, milano)
tratta(bologna, roma),	at(milano)
tratta(roma milano),	scalo(milano,newyork,francoforte)
tratta(milano francoforte),	at(newyork)
tratta(francoforte, newyork)	

Eseguo go

STATO	GOAL
at(milano),	
tratta(bologna, milano),	
tratta(bologna, roma),	at(milano)
tratta(roma milano),	scalo(milano,newyork,francoforte)
tratta(milano francoforte),	at(newyork)
tratta(francoforte, newyork)	

at(milano) vera nello stato

STATO	GOAL
at(milano),	
tratta(bologna, milano),	
tratta(bologna, roma),	
tratta(roma milano),	scalo(milano,newyork,francoforte)
tratta(milano francoforte),	at(newyork)
tratta(francoforte, newyork)	

Eseguo scalo e ottengo il goal soddisfatto