

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

24 giugno 2015 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Beginner	Level	Classe
si	high	si
no	low	no
si	medium	si
no	high	no
no	medium	si
no	high	no
si	medium	si
si	high	no
no	medium	si
si	low	no
no	low	si
si	?	no
no	?	si
si	low	no

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

Entropia: $H(C) = -\sum_j P(c_j) \log_2 P(c_j)$

dove $P(c_j)$ è la probabilità della classe c_j .

b) Si calcoli il rapporto di 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:

si	?
----	---

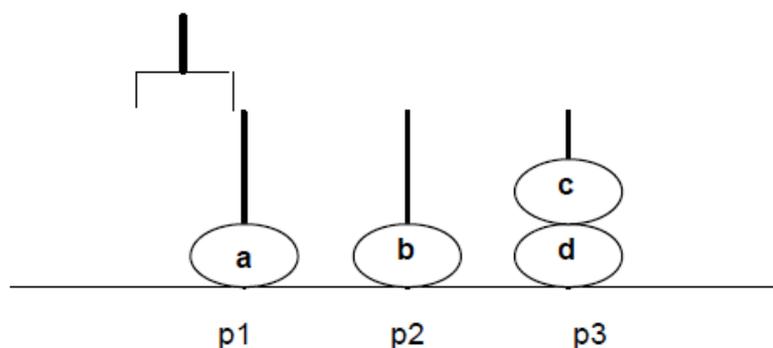
Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si è svolto alle ore 10:30 in Lab Info Grande.

Esercizio 3 (punti 8)

Siano dati lo stato iniziale rappresentato in figura e descritto dalle seguenti formule atomiche:

[ontable(a,p1), ontable(b,p2), ontable(d,p3), on(c,d), clear(a), clear(b), clear(c), handempty]



(a,b,c rappresentano dei blocchi e p1,p2,p3 le uniche 3 posizioni occupabili del tavolo), le azioni stack(X,Y), unstack(X,Y), putdown(X,Pos), pickup(X,Pos) modellate come segue (Pos è una variabile che rappresenta la posizione del tavolo, X,Y rappresentano blocchi):

pickup(X,Pos)

PRECOND: ontable(X,Pos), clear(X), handempty

DELETE: $\text{ontable}(X, \text{Pos}), \text{clear}(X), \text{handempty}$
 ADD: $\text{holding}(X), \text{empty}(\text{Pos})$

putdown(X,Pos)

PRECOND: $\text{holding}(X), \text{empty}(\text{Pos})$
 DELETE: $\text{holding}(X), \text{empty}(\text{Pos})$
 ADD: $\text{ontable}(X, \text{Pos}), \text{clear}(X), \text{handempty}$

stack(X,Y)

PRECOND: $\text{holding}(X), \text{clear}(Y)$
 DELETE: $\text{holding}(X), \text{clear}(Y)$
 ADD: $\text{handempty}, \text{on}(X, Y), \text{clear}(X)$

unstack(X,Y)

PRECOND: $\text{handempty}, \text{on}(X, Y), \text{clear}(X)$
 DELETE: $\text{handempty}, \text{on}(X, Y), \text{clear}(X)$
 ADD: $\text{holding}(X), \text{clear}(Y)$

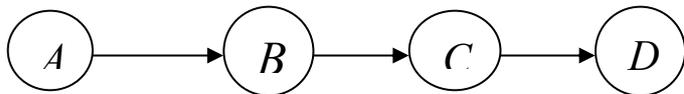
descrivere come l'algoritmo lineare backward STRIPS trova un piano per il goal:

$\text{ontable}(c, \text{Pos})$

supponendo che - in caso si utilizzi l'azione $\text{putdown}(X, \text{Pos})$ - la precondizione $\text{holding}(X)$ è sempre l'ultima delle sue precondizioni ad essere estratta dalla pila di goal da soddisfare.

Esercizio 4 (punti 6)

Sia data la seguente rete bayesiana:



dove tutte le variabili assumono i valori yes e no.

Le tabelle di probabilità condizionata sono

P(A)	
A=yes	0.1
A=no	0.9

P(B A)	A=no	A=yes
B=yes	0.1	0.9
B=no	0.9	0.1

P(C B)	B=no	B=yes
C=yes	0.1	0.9
C=no	0.9	0.1

P(D C)	C=no	C=yes
D=yes	0.1	0.9
D=no	0.9	0.1

Si calcoli la probabilità $P(B|A, D)$

SOLUZIONE

Esercizio 1

a) $\text{info}(S) = -7/14 \cdot \log_2 7/14 - 7/14 \cdot \log_2 7/14 = 1$

b)

$$\text{info}_{\text{Beginner}}(S) = 7/14 \cdot (-3/7 \cdot \log_2 3/7 - 4/7 \cdot \log_2 4/7) + 7/14 \cdot (-4/7 \cdot \log_2 4/7 - 3/7 \cdot \log_2 3/7) = 0.5 \cdot 0.985 + 0.5 \cdot 0.985 = 0.985$$

$$\text{gain}(\text{Beginner}) = 1 - 0.985 = 0.015$$

$$\text{splitinfo}(\text{Beginner}) = -7/14 \cdot \log_2(7/14) - 7/14 \cdot \log_2(7/14) = 1$$

$$\text{gainratio}(\text{Beginner}) = 0.015 / 1 = 0.015$$

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

$$\text{info}(F) = -6/12 \cdot \log_2 6/12 - 6/12 \cdot \log_2 6/12 = 1$$

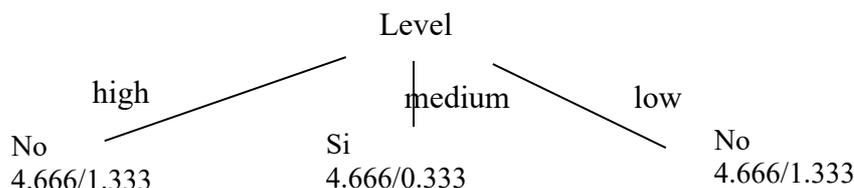
$$\text{info}_{\text{Level}}(F) = 4/12 \cdot (-1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4) + 4/12 \cdot (-4/4 \cdot \log_2 4/4 - 0/4 \cdot \log_2 0/4) + 4/12 \cdot (-1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4) = 0.333 \cdot 0.811 + 0.333 \cdot 0 + 0.333 \cdot 0.811 = 0.540$$

$$\text{gain}(\text{Level}) = 1 - 0.540 = 0.394$$

$$\text{splitinfo}(\text{Level}) = -4/14 \cdot \log_2(4/14) - 4/14 \cdot \log_2(4/14) - 4/14 \cdot \log_2(4/14) - 2/14 \cdot \log_2(2/14) = 1.950$$

$$\text{gainratio}(\text{Level}) = 0.394 / 1.950 = 0.202$$

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



d) l'istanza viene divisa in tre parti, di peso rispettivamente $4/12=0.333$, $4/12=0.333$ e $4/12=0.33$. La prima parte viene mandata lungo il ramo high e classificata come No con probabilità $=3.333/4.666=71.4\%$ e come Si con probabilità $1.333/4.666=28.6\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo medium e classificata come Si con probabilità $=4.333/4.666=92.9\%$ e come No con probabilità $0.333/4.666=7.1\%$. La terza parte viene mandata lungo il ramo low e classificata come No con probabilità $3.333/4.666=71.4\%$ e come Si con probabilità $1.333/4.666=28.6\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$P(\text{Si}) = 0.333 \cdot 28.6\% + 0.333 \cdot 92.9\% + 0.333 \cdot 28.6\% = 50\%$$

$$P(\text{No}) = 0.333 \cdot 71.4\% + 0.333 \cdot 7.1\% + 0.333 \cdot 71.4\% = 50\%$$

Esercizio 3

$$P(B|A,D)=P(B,A,D)/P(A,D)$$

$$P(B,A,D)=P(A,B,C,D)+P(A,B,\sim C,D)$$

$$P(A,D)=P(A,B,D)+P(A,\sim B,D)$$

$$P(A,B,C,D)=P(A)P(B|A)P(C|B)P(D|C)=0.1*0.9*0.9*0.9=0.0729$$

$$P(A,B,\sim C,D)=P(A)P(B|A)P(\sim C|B)P(D|\sim C)=0.1*0.9*0.1*0.1=0.0009$$

$$P(A,\sim B,C,D)=P(A)P(\sim B|A)P(C|\sim B)P(D|C)=0.1*0.1*0.1*0.9=0.0009$$

$$P(A,\sim B,\sim C,D)=P(A)P(\sim B|A)P(\sim C|\sim B)P(D|\sim C)=0.1*0.1*0.9*0.1=0.0009$$

$$P(B,A,D)=0.0729+0.0009=0.0738$$

$$P(A,D)=0.0738+0.0009+0.0009=0.0756$$

$$P(B|A,D)=0.0738/0.0756=0.9761904$$