

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

26 luglio 2011 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Benefit	Stipendio	Classe
Si	Alto	Si
Si	Basso	No
Si	Basso	No
No	Medio	Si
?	Medio	No
No	Alto	Si
No	Medio	Si
No	Basso	Si
Si	Alto	No
Si	Basso	No
No	Basso	Si
?	Alto	No
Si	Medio	No
No	Medio	Si
Si	Alto	No

- 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:

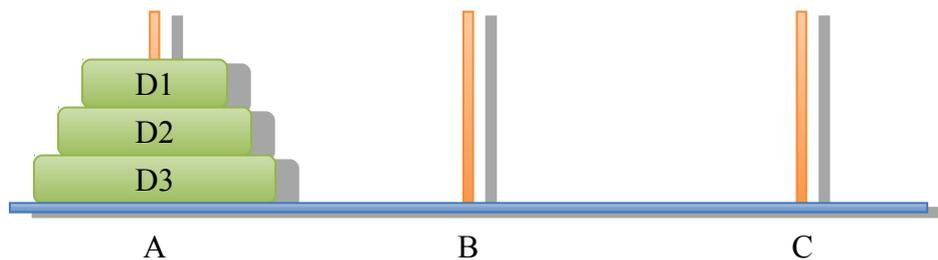
?	Alto
---	------

Esercizio 2 (punti 8)

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

Esercizio 3 (punti 8)

Si vuole formalizzare il problema della torre di Hanoi con tre dischi (vedi figura) attraverso il linguaggio STRIPS.



Quello che si vuole realizzare spostare i 3 dischi dal piolo A al piolo C rispettando le seguenti regole:

- si può afferrare solo un disco alla volta tra quelli presenti nella posizione superiore di ogni piolo;
- si può appoggiare un disco solo su un piolo vuoto o su un disco più grande. Perciò è necessario usare il piolo di servizio.

Detti A, B e C i tre pioli e D1, D2, D3 i tre dischi (con $D1 < D2 < D3$), si definisca in modo formale lo *stato iniziale*, lo *stato finale* e gli *operatori*:

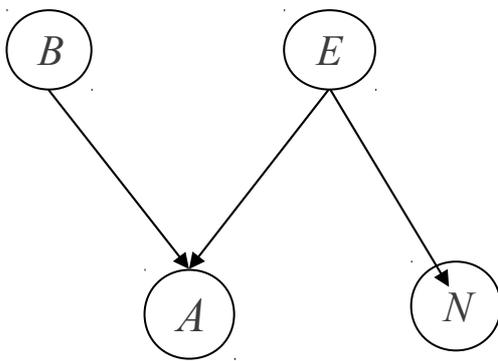
- GRAB(x,y)** solleva l'ultimo disco x dal piolo y,
- DROP(x,y)** deposita il disco x sul piolo vuoto y,
- PICK(x,y,z)** raccoglie il disco x da sopra il disco y, con x e y entrambi nel piolo z,

- $POSE(x,y,z)$ impila il disco x sopra il disco y , se x è minore di y , con y nel piolo z , utilizzando i seguenti predicati per definire gli stati:

- ARM_EMPTY il braccio non sta sollevando alcun disco,
- $CLEAR(_)$ il disco indicato è in cima ad una pila di dischi,
- $DISK(_)$ l'oggetto indicato è un disco,
- $EMPTY(_)$ nessun disco è alloggiato sul piolo indicato,
- $HOLDING(_)$ il braccio sta sollevando il disco indicato,
- $ON(_,_)$ il primo disco indicato si trova sopra al secondo,
- $ON_ROD(_,_)$ il disco indicato è alloggiato sul piolo indicato,
- $ON_TABLE(_)$ il disco indicato è alla base di una pila di dischi,
- $ROD(_)$ l'oggetto indicato è un piolo,
- $SMALLER(_,_)$ il primo disco indicato è più piccolo del secondo.

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 yes e no.
Le tabelle di probabilità condizionata sono

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

$P(E)$	
E=yes	0.05
E=no	0.95

$P(A BE)$	no,no	no,yes	yes,no	yes,yes
A=yes	0.1	0.85	0.9	0.99
A=no	0.9	0.15	0.1	0.01

$P(N E)$	E=no	E=yes
N=yes	0.1	0.95
N=no	0.9	0.05

Si calcoli la probabilità $P(N|\sim A,B)$

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

SOLUZIONE

Esercizio 1

a) $\text{info}(S) = -7/15 \cdot \log_2 7/15 - 8/15 \cdot \log_2 8/15 = 0.997$

b)

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

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

$$\text{info}_{\text{Benefit}}(F) = 7/13 \cdot (-1/7 \cdot \log_2 1/7 - 6/7 \cdot \log_2 6/7) + 6/13 \cdot (-6/6 \cdot \log_2 6/6 - 0/6 \cdot \log_2 0/6) = 0.538 \cdot 0.592 + 0.462 \cdot 0 = 0.318$$

$$\text{gain}(\text{Benefit}) = 13/15 \cdot (0.996 - 0.318) = 0.588$$

$$\text{splitinfo}(\text{Benefit}) = -7/15 \cdot \log_2(7/15) - 6/15 \cdot \log_2(6/15) - 2/15 \cdot \log_2(2/15) = 1.429$$

$$\text{gainratio}(\text{Benefit}) = 0.588 / 1.429 = 0.411$$

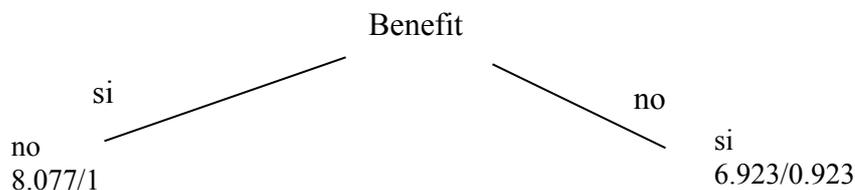
$$\text{info}_{\text{Stipendio}}(S) = 5/15 \cdot (-2/5 \cdot \log_2 2/5 - 3/5 \cdot \log_2 3/5) + 5/15 \cdot (-3/5 \cdot \log_2 3/5 - 2/5 \cdot \log_2 2/5) + 5/15 \cdot (-2/5 \cdot \log_2 2/5 - 3/5 \cdot \log_2 3/5) = 0.333 \cdot 0.971 + 0.333 \cdot 0.971 + 0.333 \cdot 0.971 = 0.971$$

$$\text{gain}(\text{Stipendio}) = 0.997 - 0.971 = 0.026$$

$$\text{splitinfo}(\text{Stipendio}) = -5/15 \cdot \log_2(5/15) - 5/15 \cdot \log_2(5/15) - 5/15 \cdot \log_2(5/15) = 1.585$$

$$\text{gainratio}(\text{Stipendio}) = 0.026 / 1.585 = 0.016$$

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



d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente $8.077/15=0.538$ e $6.923/15=0.462$. La prima parte viene mandata lungo il ramo si e classificata come no con probabilità $7.077/8.077=87.6\%$ e come Si con probabilità $1/8.077=12.4\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo no e classificata come si con probabilità $6/6.923=86.7\%$ e come no con probabilità $0.923/6.923=13.3\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$P(\text{Si}) = 0.538 \cdot 12.4\% + 0.462 \cdot 86.7\% = 0.467$$

$$P(\text{No}) = 0.538 \cdot 87.6\% + 0.462 \cdot 13.3\% = 0.533$$

Esercizio 3

Stato iniziale:

{ROD(A), ROD(B), ROD(C), DISK(D1), DISK(D2), DISK(D3), SMALLER(D1,D2),
SMALLER(D2,D3), SMALLER(D1,D3),
ARM_EMPTY, ON_ROD(D1,A), ON_ROD(D2,A), ON_ROD(D3,A), ON_TABLE(D3),
ON(D2,D3), ON(D1,D2), CLEAR(D1), EMPTY(B), EMPTY(C)}.

Stato finale:

{ROD(A), ROD(B), ROD(C), DISK(D1), DISK(D2), DISK(D3), SMALLER(D1,D2),
SMALLER(D2,D3), SMALLER(D1,D3),
ARM_EMPTY, ON_ROD(D1,C), ON_ROD(D2,C), ON_ROD(D3,C), ON_TABLE(D3),
ON(D2,D3), ON(D1,D2), CLEAR(D1), EMPTY(A), EMPTY(B)}.

Operatori:

- **GRAB(x,y)**

PLIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), DISK(x), ON_ROD(x,y), ON_TABLE(x),
ROD(y)}.

DLIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), ON_TABLE(x), ON_ROD(x,y)}.

ALIST: {EMPTY(y), HOLDING(x)}.

- **DROP(x,y)**

PLIST: {DISK(x), EMPTY(y), ROD(y), HOLDING(x)}.

DLIST: {EMPTY(y), HOLDING(x)}.

ALIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), ON_TABLE(x), ON_ROD(x,y)}.

- **PICK(x,y,z)**

PLIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), DISK(x), DISK(y), ON(x,y), ON_ROD(x,z),
ON_ROD(y,z), ROD(z), SMALLER(x,y)}.

DLIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), ON(x,y), ON_ROD(x,z)}.

ALIST: {CLEAR(y), HOLDING(x)}.

- **POSE(x,y,z)**

PLIST: {HOLDING(x), CLEAR(y), DISK(x), DISK(y), ON_ROD(y,z),
ROD(z), SMALLER(x,y)}.

DLIST: {CLEAR(y), HOLDING(x)}.

ALIST: {ARM_EMPTY, CLEAR(x), ON(x,y), ON_ROD(x,z)}.

Esercizio 4

Si calcoli la probabilità $P(N|\sim A, B)$

$$P(N|\sim A, B) = P(B, \sim A, N) / P(\sim A, B)$$

$$P(B, \sim A, N) = P(B, \sim A, E, N) + P(B, \sim A, \sim E, N)$$

$$P(B, \sim A, E, N) = P(B)P(E)P(\sim A|B, E)P(N|E) = 0.1 * 0.05 * 0.01 * 0.95 = 0.0000475$$

$$P(B, \sim A, \sim E, N) = P(B)P(\sim E)P(\sim A|B, \sim E)P(N|\sim E) = 0.1 * 0.95 * 0.1 * 0.1 = 0.00095$$

$$P(\sim A, B) = P(B, \sim A, N) + P(B, \sim A, E, \sim N) + P(B, \sim A, \sim E, \sim N)$$

$$P(B, \sim A, E, \sim N) = P(B)P(E)P(\sim A|B, E)P(\sim N|E) = 0.1 * 0.05 * 0.01 * 0.05 = 0.0000025$$

$$P(B, \sim A, \sim E, \sim N) = P(B)P(\sim E)P(\sim A|B, \sim E)P(\sim N|\sim E) = 0.1 * 0.95 * 0.1 * 0.9 = 0.00855$$

$$P(B, \sim A, N) = 0.0000475 + 0.00095 = 0.0009975$$

$$P(\sim A, B) = 0.0009975 + 0.0000025 + 0.00855 = 0.00955$$

$$P(N|\sim A, B) = 0.0009975 / 0.00955 = 0.104450262$$