

# COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

17 luglio 2013 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h )

## Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Sesso	CAP	Classe
f	1	Si
m	2	Si
m	1	No
f	?	No
m	1	No
f	3	Si
f	1	No
m	3	Si
m	2	No
f	3	Si
m	2	No
m	?	Si
f	2	No
f	3	Si

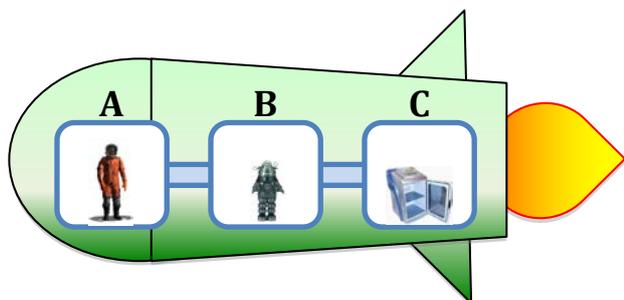
- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Classe
- Si calcoli il guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training
- si costruisca un albero decisionale ad un solo livello per il training set dato, indicando le etichette delle foglie (numero di esempi finiti nella foglia/numero di esempi finiti nella foglia non appartenenti alla classe della foglia).
- si classifichi l'istanza:

m	?
---	---

## Esercizio 2 (punti 8)

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

## Esercizio 3 (punti 8)



Nel lontano anno 3000, una ditta di spedizioni intergalattiche utilizza una navetta spaziale per fare le proprie consegne.

Durante uno di questi viaggi, un membro dell'equipaggio che si trova nella sala di comando **A** chiede al robot di bordo che si trova nel modulo **B** di portargli del ghiaccio per la propria bevanda dal frigo nella stiva **C**. Il robot può occupare lo stesso modulo dell'equipaggio e

può passare tra due moduli distanti con un unico spostamento.

Si indichi lo *stato finale* e la *sequenza di azioni* che compone il piano calcolato dall'**algoritmo STRIPS** (di cui il robot è dotato) per risolvere il problema qualora lo stato iniziale, l'obiettivo e le azioni possibili siano formulati nel modo seguente:

Stato iniziale:

crew\_at(A), robot\_at(B), robot\_has(nothing), fridge\_at(C).

Obiettivo:

crew\_has(ice).

Possibili azioni:

MOVE(X, Y)

Pre:  $X \neq Y$ , robot\_at(X)

Del: robot\_at(X)

Add: robot\_at(Y)

GET(X)

Pre: robot\_at(X), fridge\_at(X), robot\_has(nothing)

Del: robot\_has(nothing)

Add: robot\_has(ice)

GIVE(X)

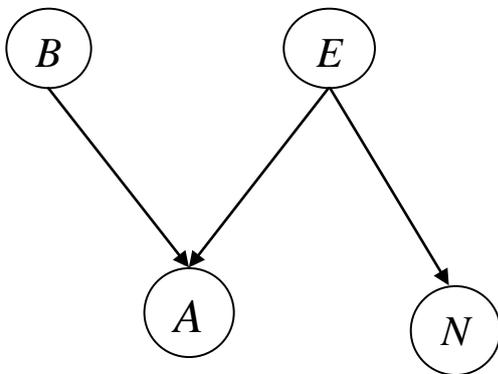
Pre: robot\_at(X), crew\_at(X), robot\_has(ice)

Del: robot\_has(ice)

Add: robot\_has(nothing), crew\_has(ice)

#### 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(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  $P(\sim E | \sim N, A)$

## SOLUZIONE

### Esercizio 1

a)  $\text{info}(S) = -7/14 * \log_2 7/14 - 7/14 * \log_2 7/14 = 1.0$

b)

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

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

$$\text{splitinfo}(\text{Sesso}) = -7/14 * \log_2(7/14) - 7/14 * \log_2(7/14) = 1$$

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

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

$$\text{info}(F) = -6/12 * \log_2 6/12 - 6/12 * \log_2 6/12 = 1.0$$

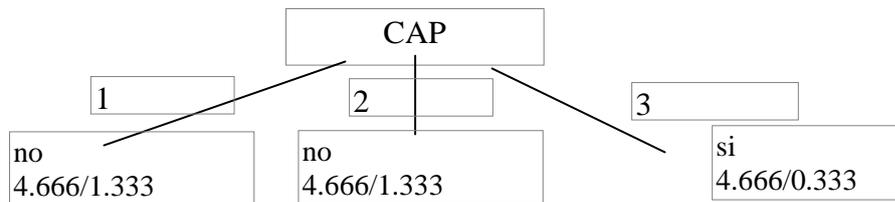
$$\text{info}_{\text{CAP}}(F) = 4/12 * (-1/4 * \log_2 1/4 - 3/4 * \log_2 3/4) + 4/12 * (-1/4 * \log_2 1/4 - 3/4 * \log_2 3/4) + 4/12 * (-4/4 * \log_2 4/4 - 0/4 * \log_2 0/4) = 0.333 * 0.811 + 0.333 * 0.811 + 0.333 * 0 = 0.540$$

$$\text{gain}(\text{CAP}) = 12/14 * (1 - 0.540) = 0.394$$

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

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

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



d) l'istanza viene divisa in tre parti, di peso rispettivamente  $4.666/14=0.333$ ,  $4.666/14=0.333$  e  $4.666/14=0.333$ . La prima parte viene mandata lungo il ramo 1 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 2 e classificata come come no con probabilità  $3.333/4.666=71.4\%$  e come Si con probabilità  $1.333/4.666=28.6\%$ . La terza parte viene mandata lungo il ramo 3 e classificata come come si con probabilità  $4.333/4.666=92.9\%$  e come no con probabilità  $0.333/4.666=7.1\%$ . Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$P(\text{Si}) = 0.333 * 28.6\% + 0.333 * 28.6\% + 0.333 * 92.9\% = 0.5$$

$$P(\text{No}) = 0.333 * 71.4\% + 0.333 * 71.4\% + 0.333 * 7.1\% = 0.5$$

### Esercizio 3

STACK	STATO	PIANO
<del>crew_has(ice).</del> <del>GIVE(X1).</del> <del>robot_at(X1), crew_at(X1), robot_has(ice).</del> <del>robot_at(X1).</del> <del>crew_at(X1).</del> <del>robot_has(ice).</del> <del>GET(X2).</del> <del>robot_at(X2), fridge_at(X2), robot_has(nothing).</del> <del>robot_at(X2).</del> <del>fridge_at(X2).</del> <del>robot_has(nothing).</del> <del>MOVE(X3,C).</del> <del>X3≠C, robot_at(X3).</del> <del>X3≠C.</del> <del>robot_at(X3).</del> <del>MOVE(X4,A).</del> <del>X4≠C, robot_at(X4).</del> <del>X4≠C.</del> <del>robot_at(X4).</del>	<del>crew_at(A), robot_at(B),</del> <del>robot_has(nothing),</del> <del>fridge_at(C), robot_at(C),</del> <del>robot_has(ice),</del> <del>robot_at(A),</del> <del>robot_has(nothing),</del> <del>crew_has(ice).</del>	X2=C X3=B <b>MOVE(B,C)</b> <b>GET(C)</b> X1=A X4=C <b>MOVE(C,A)</b> <b>GIVE(A)</b>

Dunque lo stato finale del sistema è:

crew\_at(A), fridge\_at(C), robot\_at(A), robot\_has(nothing), crew\_has(ice).

e la sequenza di azioni che compongono il piano trovato dall'algorithm STRIPS è:

MOVE(B,C), GET(C), MOVE(C,A), GIVE(A).

### Esercizio 4

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

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

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

$$P(B, A, \sim E, \sim N) = P(B)P(\sim E)P(A|B, \sim E)P(\sim N|\sim E) = 0.1 * 0.95 * 0.9 * 0.9 = 0.07695$$

$$P(\sim B, A, \sim E, \sim N) = P(\sim B)P(\sim E)P(A|\sim B, \sim E)P(\sim N|\sim E) = 0.9 * 0.95 * 0.1 * 0.9 = 0.07695$$

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

$$P(B, A, E, \sim N) = P(B)P(E)P(A|B, E)P(\sim N|E) = 0.1 * 0.05 * 0.99 * 0.05 = 0.0002475$$

$$P(\sim B, A, E, \sim N) = P(\sim B)P(E)P(A|\sim B, E)P(\sim N|E) = 0.9 * 0.05 * 0.85 * 0.05 = 0.0019125$$

$$P(\sim E, A, \sim N) = 0.07695 + 0.07695 = 0.1539$$

$$P(\sim N, A) = 0.1539 + 0.0002475 + 0.0019125 = 0.15606$$

$$P(N|\sim A, B) = 0.1539 / 0.15606 = 0.9861591696$$