

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

8 Gennaio 2009 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

Esercizio 1 (punti 7)

Dato il seguente training set S:

Temperatura	Umidità	Classe
Alta	Alta	Pos
Alta	Bassa	Neg
Bassa	Media	Pos
Bassa	Alta	Pos
Alta	Media	Neg
Bassa	Bassa	Pos
Bassa	Bassa	Neg
?	Bassa	Neg
Alta	Alta	Pos
Alta	Alta	Neg
Bassa	Bassa	Pos
Alta	Alta	Neg
?	Media	Pos
Bassa	Media	Pos
Alta	Media	Neg
Bassa	Bassa	Pos
?	Bassa	Pos

- 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:

?	Alta
---	------

Esercizio 2 (punti 9)

La prova del cuoco

La signora Maria di Borello è molto affezionata al figlio Piero e ad i suoi amici. Un giorno Maria riceve alle 2 del pomeriggio da Piero una chiamata che le comunica che quella sera il figlio avrebbe invitato a cena alcuni amici, e proprio i preferiti della mamma! Con così poco preavviso! Come farà Maria a raggiungere il fine ambito di ogni cena romagnola che si rispetti, ossia lo stordimento alimentare dei commensali? L'impresa è ardua, ma la Maria è una signora determinata; studi scientifici dimostrano che la condizione nota come "stordimento alimentare" richiede la somministrazione di almeno 5 vivande: indossata la fida parananza la signora mette perciò a punto questo menu dal suo ricettario:

Piatto	Azioni	Richieste
Stinco al forno in salsa di birra	<i>Preparazione</i>	<i>3 ore di tempo; da badare 10 minuti ogni ora</i>
	<i>Cottura</i>	<i>In forno; 3 ore di tempo; da badare 10 minuti ogni ora</i>
Tagliatelle	<i>Preparazione</i>	<i>1 ora di tempo; da badare 50 minuti ogni ora</i>
	<i>Essiccazione e cottura</i>	<i>Pentola su fornello; 2 ore; da badare 10 minuti ogni ora</i>
Ragu alla romagnola	<i>Preparazione</i>	<i>1 ora di tempo; da badare 30 minuti all'ora</i>
	<i>Cottura</i>	<i>Pentola (grande) su fornelli (ne occupa 2); 4 ore di tempo; da badare 10 minuti ogni ora</i>
Erbette in padella	<i>Preparazione</i>	<i>1 ora di tempo; da badare 20 minuti all'ora</i>
	<i>Cottura</i>	<i>Padella su fornello (occupa due fornelli); 1 ora di tempo; da badare 10 minuti all'ora</i>

Zuppa inglese (che notoriamente inglese non è)	Preparazione e cottura	Pentola su fornello; 1 ora; da badare 20 minuti all'ora
	Raffreddamento	2 ore di tempo; non serve badarla

Le varie fasi della preparazione di un piatto possono non essere immediatamente consecutive. La cucina della signora Maria ha un piano di cottura con 4 fornelli ed un forno. La cena deve essere servita per la 20. Riuscirà la signora a raggiungere il suo obiettivo?

Si modelli la prova del cuoco come problema di soddisfacimento di vincoli e si mostri una possibile soluzione.

Esercizio 3 (punti 8)

Si consideri uno stato iniziale descritto dalle seguenti formule atomiche:

[in(firenze, carico2), posto1(camion, occupato), posto2(camion, libero), at(firenze, camion), on(camion, carico1, posto1), mezzo(camion), connesso(bologna, firenze), connesso(firenze, roma)]

Da questo stato si vuole raggiungere il goal:

in(roma, carico1), in(roma, carico2)

e le azioni modellate come segue:

unload_da_camion_pieno(C,M)

PREC: on(C,M,posto2), at(C,X), posto1(C,occupato)

EFFECT: \neg on(C,M,posto2), posto2(C,libero), \neg posto2(C,occupato) in(M,X)

unload_da_camion_non_pieno(C,M)

PREC: on(C,M,posto1), at(C,X), posto1(C,occupato)

EFFECT: \neg on(C,M,posto1), posto1(C,libero), \neg posto1(C,occupato), in(M,X)

Caricamento materiale su camion vuoto

load_su_camion_vuoto(C,M)

PREC: posto1(C,libero), posto2(C,libero) at(C,X), in(M,X)

EFFECT: on(C,M,posto1), \neg in(M,X), \neg posto1(C,libero), posto1(C,occupato)

Caricamento materiale su camion parzialmente pieno

load_su_camion_non_vuoto(C,M)

PREC: posto1(C,occupato), posto2(C,libero) at(C,X), in(M,X)

EFFECT: on(C,M,posto2), \neg in(M,X), \neg posto2(C,libero), posto2(C,occupato)

Spostamento del mezzo tra due posizioni connesse

move(C,Loc1,Loc2)

PREC: at(C,Loc1), connected(Loc1,Loc2)

EFFECT: at(C,Loc2), \neg at(C,Loc1)

Si risolva il problema utilizzando l'algoritmo STRIPS mostrando una sola strada verso la costruzione del piano. Si indichino eventuali punti di scelta aperti individuati durante la ricerca.

Esercizio 4 (punti 6)

1) Cosa si intende per teta-sussunzione?

2) Cosa sono le azioni di sensing e in che tipo di pianificazione sono usate?

3) Si faccia un esempio di vincolo cumulativo e si spieghi in quali applicazioni può essere utile

4) Si calcoli la LGG delle seguenti clausole generali.

$C1 = (\text{win}(\text{game1}, \text{stefano}) \vee \text{win}(\text{game1}, \text{giorgio})) \leftarrow \text{position}(\text{game1}, \text{stefano}, a), \text{position}(\text{game1}, \text{giorgio}, p(a)), \text{left}(a, p(a)).$

$C2 = (\text{win}(\text{game2}, \text{stefano}) \vee \text{win}(\text{game2}, \text{giorgio})) \leftarrow \text{position}(\text{game2}, \text{stefano}, p(a)), \text{position}(\text{game2}, \text{giorgio}, a), \text{left}(p(a), a)..$

SOLUZIONE

Esercizio 1

a) $\text{info}(S) = -10/17 * \log_2 10/17 - 7/17 * \log_2 7/17 = 0.977$

b)

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

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

$$\text{info}_{\text{Temperatura}}(F) = 7/14 * (-2/7 * \log_2 2/7 - 5/7 * \log_2 5/7) + 7/14 * (-6/7 * \log_2 6/7 - 1/7 * \log_2 1/7) = 0.5 * 0.863 + 0.5 * 0.592 = 0.727$$

$$\text{gain}(\text{Temperatura}) = 14/17 * (0.985 - 0.727) = 0.212$$

$$\text{splitinfo}(\text{Temperatura}) = -7/17 * \log_2(7/17) - 7/17 * \log_2(7/17) - 3/17 * \log_2(3/17) = 1.496$$

$$\text{gainratio}(\text{Temperatura}) = 0.212 / 1.496 = 0.142$$

$$\text{info}_{\text{Umidità}}(S) = 5/17 * (-3/5 * \log_2 3/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 5/17 * (-3/5 * \log_2 3/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 7/17 * (-4/7 * \log_2 4/7 - 3/7 * \log_2 3/7) =$$

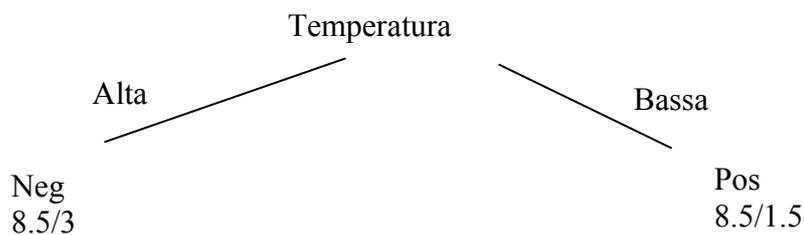
$$= 0.294 * 0.971 + 0.294 * 0.971 + 0.412 * 0.985 = 0.977$$

$$\text{gain}(\text{Umidità}) = 0.977 - 0.977 = 0$$

$$\text{splitinfo}(\text{Umidità}) = -5/17 * \log_2(5/17) - 5/17 * \log_2(5/17) - 7/17 * \log_2(7/17) = 1.566$$

$$\text{gainratio}(\text{Umidità}) = 0 / 1.566 = 0$$

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



d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente 0.5 e 0.5. La prima parte viene mandata lungo il ramo Alta e classificata come Neg con probabilità $5.5/8.5=64.7\%$ e come Pos con probabilità $1-0.647=35.3\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo Bassa e classificata come Pos con probabilità $7/8.5=82.4\%$ e come Neg con probabilità $1-0.824=17.6\%$. Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

$$\text{Pos: } 0.5 * 35.3\% + 0.5 * 82.4\% = 58.8\%$$

$$\text{Neg: } 0.5 * 64.7\% + 0.5 * 17.6\% = 41.2\%$$

Esercizio 3

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

in(roma,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1),in(roma,carico2)

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(C,carico2,posto2), at(C,roma), posto1(C,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

in(firenze, carico2),
posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),

mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

posto1(camion, occupato)
on(camion,carico2,posto2)
at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

posto1(camion, occupato) soddisfatto nello stato corrente

in(firenze, carico2),

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),

mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

posto1(camion,occupato), posto2(camion,libero)
at(camion,X), in(carico2,X)
load_su_camion_non_vuoto(camion, carico2)
on(camion,carico2,posto2)
at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma, carico1) and in(roma,carico2)

le precondizioni sono tutte soddisfatte nello stato corrente unificando X/firenze quindi eseguo la load

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),

at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
on(camion,carico2,posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

at(camion, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
upload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma,carico1) and in(roma,carico2)

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(firenze,camion),
on(camion,carico1,posto1),
on(camion,carico2,posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

at(c,Loc1), connected(Loc1,roma)
move(camion, Loc1, roma)
on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma,carico1) and in(roma,carico2)

L'and delle precondizioni e' soddisfatto nello stato corrente con Loc1/firenze
quindi posso eseguire la move

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,occupato),
at(roma,camion),
on(camion,carico1,posto1),
on(camion,carico2,posto2)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(camion,carico2,posto2) and at(camion,roma) and
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(C,carico2)
in(roma,carico1)
in(roma,carico1) and in(roma,carico2)

Ora l'and delle precondizioni di upload sono soddisfatte quindi posso eseguire la unload

posto1(camion,occupato),
posto2(camion,libero),
at(roma,camion),
in(roma,carico2)
on(camion,carico1,posto1),
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

on(camion,carico1,posto1), at(camion,X)
posto1(camion,occupato)
unload_da_camion_pieno(camion,carico1)
in(roma,carico1) and in(roma,carico2)

le precondizioni sono tutte soddisfatte con X/roma eseguo unload

posto1(camion,libero),
posto2(camion,libero),
at(roma,camion),
in(roma,carico2)
in(roma,carico1)
mezzo(camion),
connesso(bologna, firenze),
connesso(firenze, roma)

in(roma,carico1) and in(roma,carico2)

L'and dei goal e' soddisfatto: stack dei goal vuoto.

Esercizio 4

$C1 = (\text{win}(\text{game1}, \text{stefano}) \vee \text{win}(\text{game1}, \text{giorgio})) \leftarrow \text{position}(\text{game1}, \text{stefano}, a), \text{position}(\text{game1}, \text{giorgio}, p(a)), \text{left}(a, p(a)).$

$C2 = (\text{win}(\text{game2}, \text{stefano}) \vee \text{win}(\text{game2}, \text{giorgio})) \leftarrow \text{position}(\text{game2}, \text{stefano}, p(a)), \text{position}(\text{game2}, \text{giorgio}, a), \text{left}(p(a), a)..$

$\text{lgg}(C1, C2) = (\text{win}(A, \text{stefano}) \vee \text{win}(A, B) \vee \text{win}(A, C) \vee \text{win}(A, \text{giorgio})) \leftarrow \text{position}(A, \text{stefano}, D), \text{position}(A, B, a), \text{position}(A, C, p(a)), \text{position}(A, \text{giorgio}, E), \text{left}(D, E).$

dove le variabile corrispondono agli lgg di queste coppie di termini:

A/(game1, game2)

B/(stefano, giorgio)

C/(giorgio, stefano)

D/(a, p(a))

E/(p(a), a)

Esercizio 2

S = stinco, T = tagliatelle, R = ragu, E = erbe, Z = zuppa inglese

10 variabili start:

START_S1, START_S2, START_T1, START_T2, START_R1, START_R2, START_E1, START_E2, START_Z1, START_Z2

per tutte la variabili il dominio è [14..19]

vincoli di deadline:

START_S2 \leq 20 - 3

START_T2 \leq 20 - 2

START_R2 \leq 20 - 4

START_E2 \leq 20 - 1

START_Z2 \leq 20 - 2

vincoli di precedenza:

START_S1 \leq START_S2 + 3

START_T1 \leq START_T2 + 1

START_R1 \leq START_R2 + 1

START_E1 \leq START_E2 + 1

START_Z1 \leq START_Z2 + 1

vincoli di capacità per il forno (posso essere omessi):

cumulative([START_S2, START_C2], [3, 1], [1, 1], 1)

vincoli di capacità per i fornelli:

cumulative([START_T2, START_R2, START_E2, START_Z1], [2, 4, 1, 1], [1, 1, 2, 1], 4)

vincoli di capacità per la signora Maria:

cumulative([START_S1, START_S2, START_T1, START_T2, START_R1, START_R2, START_E1, START_E2, START_Z1], [3, 3, 1, 2, 1, 4, 1, 1, 1], [1, 1, 5, 1, 3, 1, 2, 1, 2], 6)

una possibile soluzione:

START_S1 = 14, START_S2 = 17

START_T1 = 14, START_T2 = 18

START_R1 = 15, START_R2 = 16
START_E1 = 15, START_E2 = 17
START_Z1 = 16, START_Z2 = 17

