

COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

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

Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

InCorso	VotoMaturità	Classe
Si	Alto	Si
Si	Basso	No
No	Medio	Si
?	Medio	No
No	Alto	Si
No	Medio	Si
Si	Basso	No
Si	Alto	No
Si	Basso	No
No	Basso	Si
?	Alto	No
Si	Medio	No
No	Medio	Si
Si	Alto	No
No	Basso	Si

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 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:

?	Alto
---	------

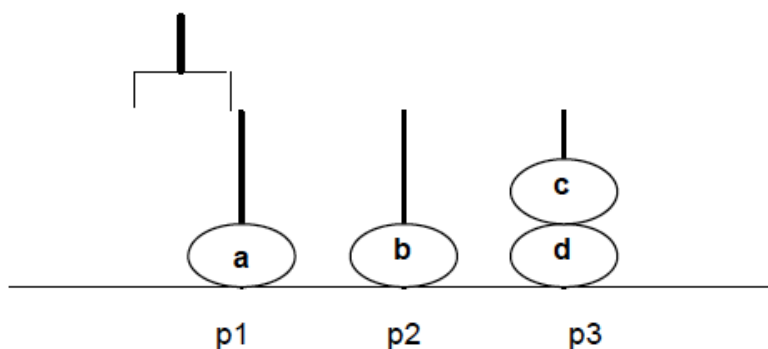
Esercizio 2 (punti 8)

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: $\text{holding}(X), \text{clear}(Y)$

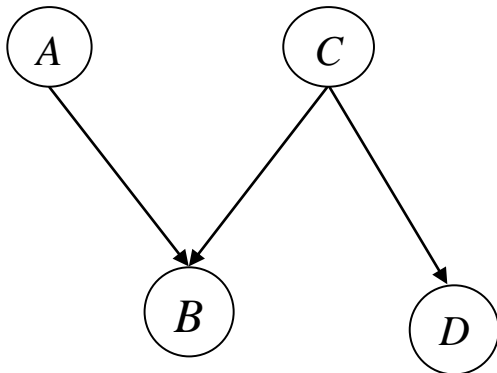
descrivere come l'algoritmo lineare backward STRIPS trova un piano per il goal:

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

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) –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(A)		
A=yes		0.2
A=no		0.8

P(C)		
C=yes		0.05
C=no		0.95

P(B AC)	no,no	no,yes	yes,no	yes,yes
B=yes	0.1	0.85	0.9	0.99
B=no	0.9	0.15	0.1	0.01

P(D C)	no	yes
D=yes	0.1	0.95
D=no	0.9	0.05

Si calcoli la probabilità $P(D|A, B)$

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

b)

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

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

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

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

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

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

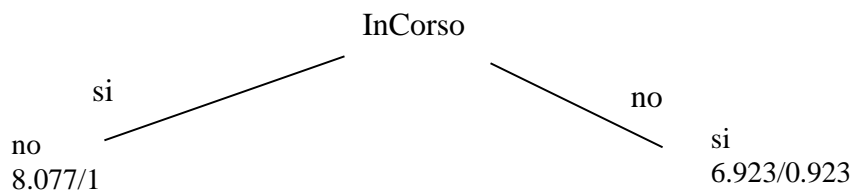
$$\text{info}_{\text{VotoMaturità}}(S) = 5/15 * (-2/5 * \log_2 2/5 - 3/5 * \log_2 3/5) + 5/15 * (-3/5 * \log_2 3/5 - 2/5 * \log_2 2/5) + 5/15 * (-2/5 * \log_2 2/5 - 3/5 * \log_2 3/5) = 0.333 * 0.971 + 0.333 * 0.971 + 0.333 * 0.971 = 0.971$$

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

$$\text{splitinfo}(\text{VotoMaturità}) = -5/15 * \log_2(5/15) - 5/15 * \log_2(5/15) - 5/15 * \log_2(5/15) = 1.585$$

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

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

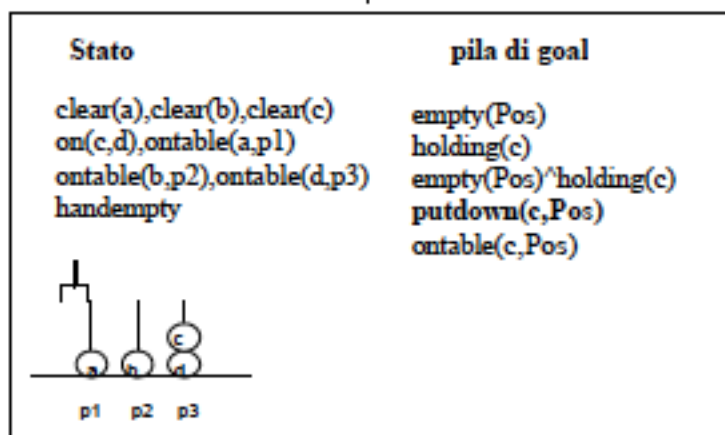
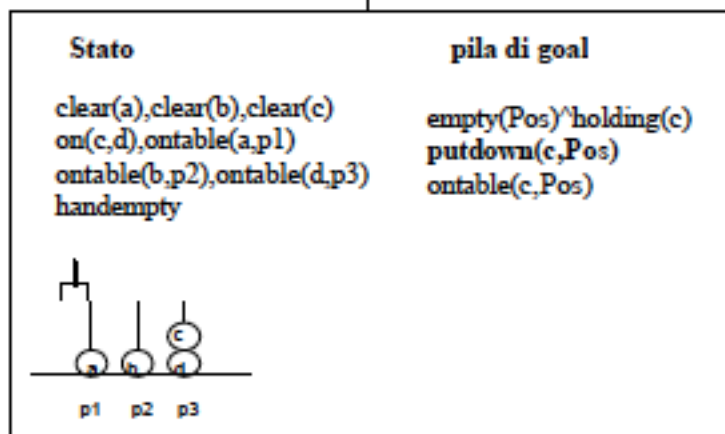
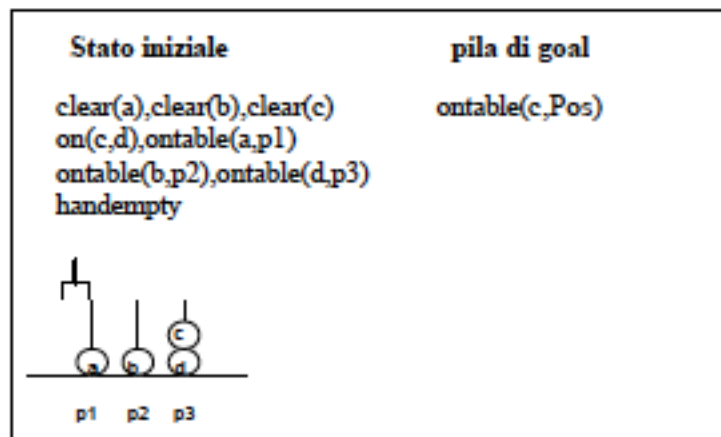


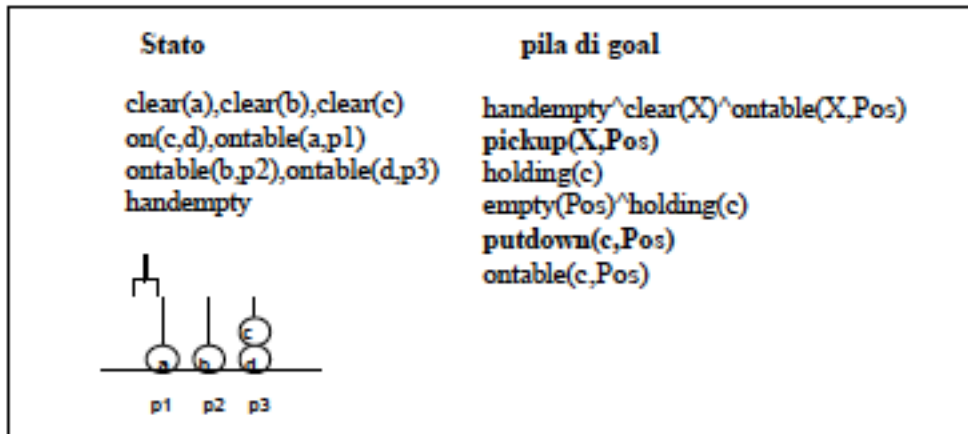
d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente $8.077/15=0.538$ e $6.923/15=0.462$. La prima parte viene mandata lungo il ramo si e classificata come no con probabilità $7.077/8.077=87.6\%$ e come Si con probabilità $1/8.077=12.4\%$. La seconda parte viene mandata lungo il ramo no e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

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

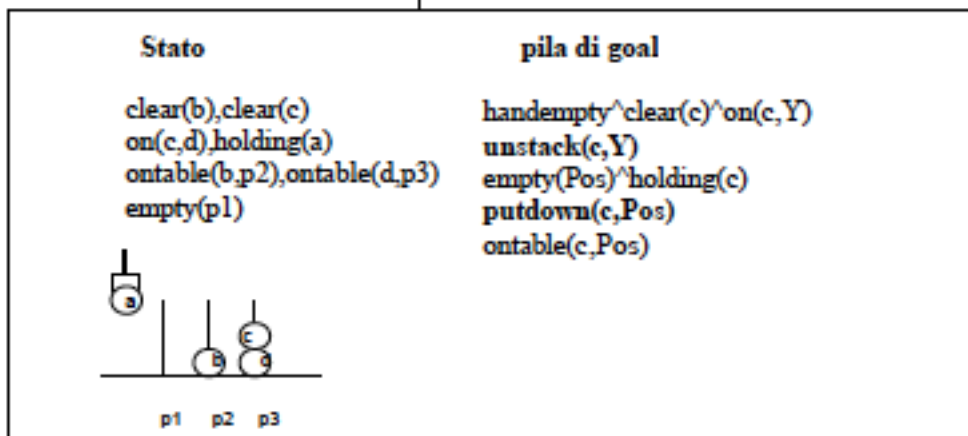
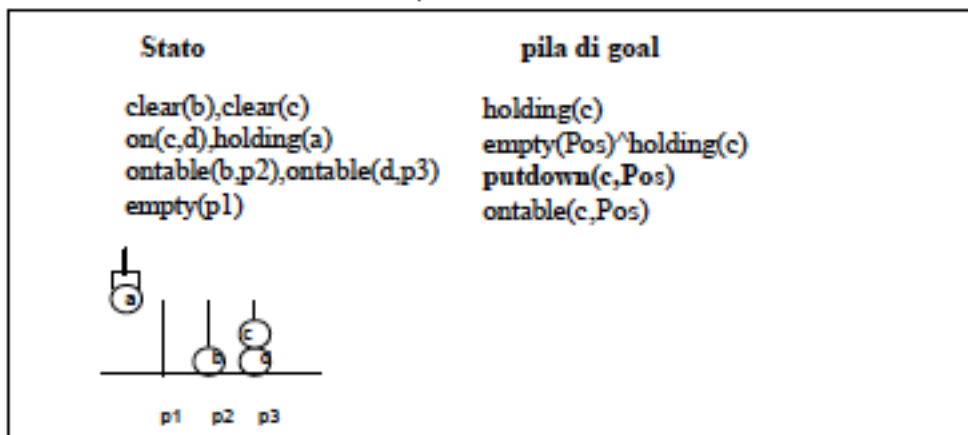
$$P(\text{No}) = 0.538 * 87.6\% + 0.462 * 13.3\% = 0.533$$

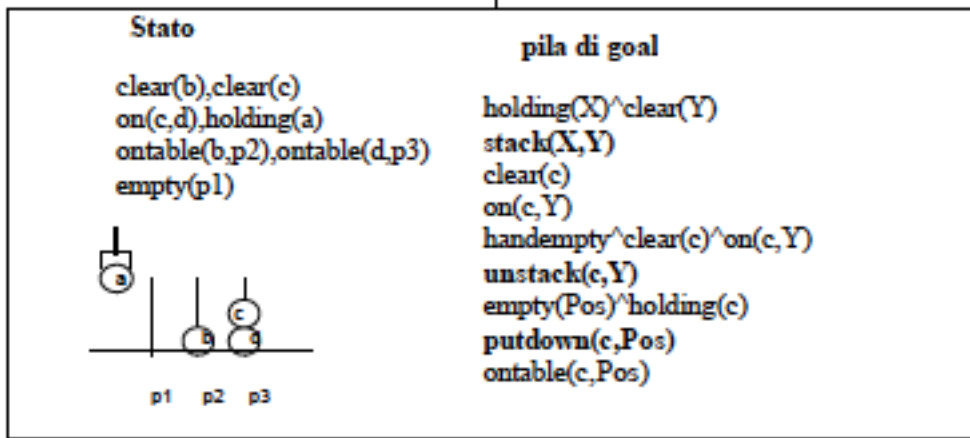
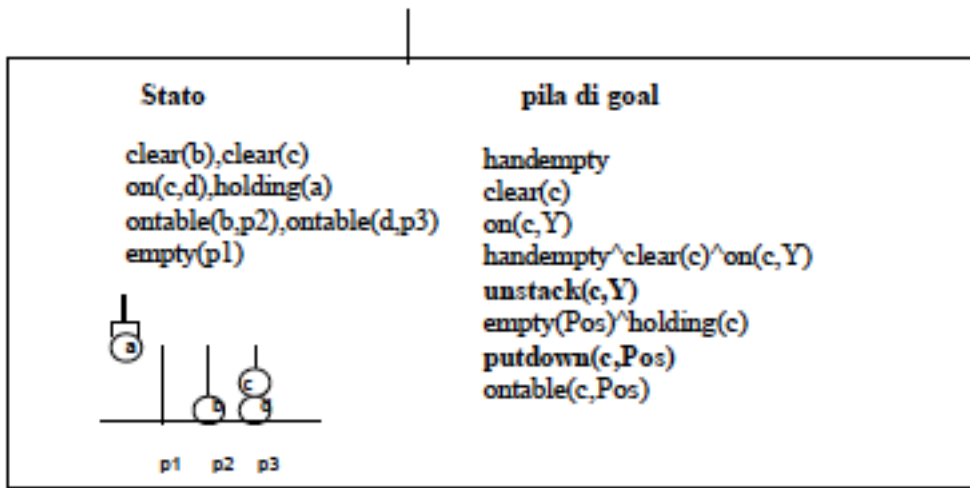
Esercizio 3



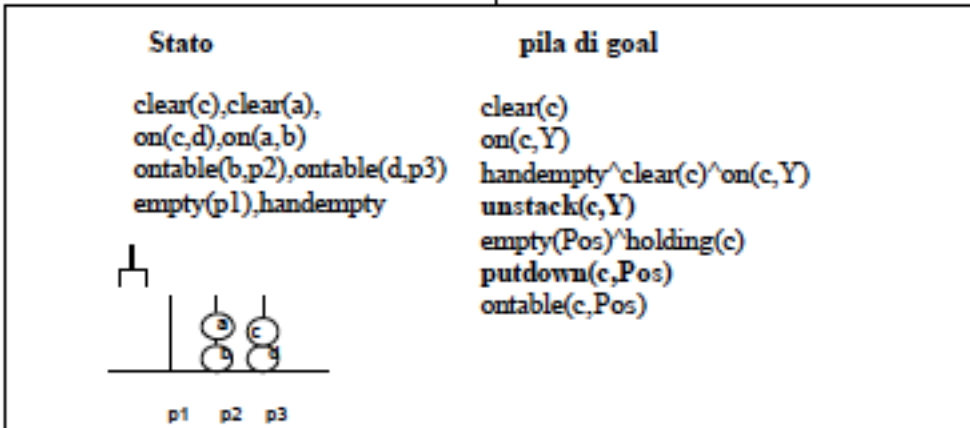


↑ congiunz vera nello stato iniziale per X/a Pos/p1
 simula l'esecuzione di pickup(a,p1)

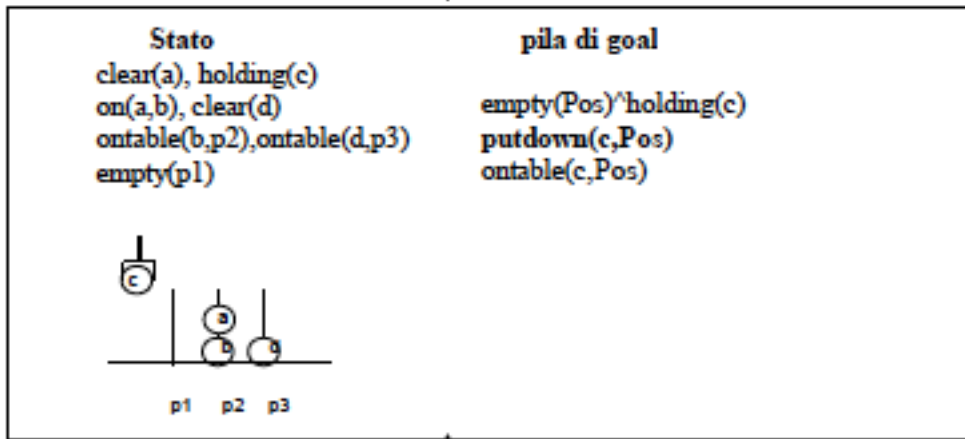




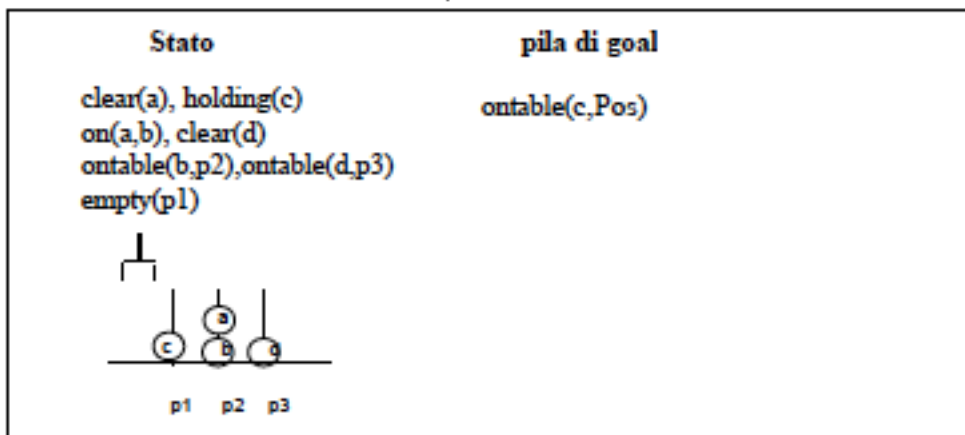
congiunz vera nello stato iniziale per X/a Y/b
 simula l'esecuzione di stack(a,b)



↑ clear(c) vera nello stato corrente
 on(c,Y) vera per Y/d. Congiunzione vera. Si puo'
 simulare l'esecuzione di unstack(c,d)



↑ Congiunzione vera per Pos/p1. Si puo'
 simulare l'esecuzione di putdown(c, p1)



Goal vero per Pos/p1 e piano:

1. pickup(a,p1)
2. stack(a,b)
3. unstack(c,d)
4. putdown(c,p1)

Esercizio 4

Si calcoli la probabilità $P(D|A,B)$

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

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

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

$$P(D,A,B,C)=P(A)P(C)P(B|A,C)P(D|C)=0.2*0.05*0.99*0.95=0.009405$$

$$P(D,A,B,\sim C)=P(A)P(\sim C)P(B|A,\sim C)P(D|\sim C)=0.2*0.95*0.9*0.1=0.0171$$

$$P(\sim D,A,B,C)=P(A)P(C)P(B|A,C)P(\sim D|C)=0.2*0.05*0.99*0.05=0.000495$$

$$P(\sim D,A,B,\sim C)=P(A)P(\sim C)P(B|A,\sim C)P(\sim D|\sim C)=0.2*0.95*0.9*0.9=0.1539$$

$$P(D,A,B) = 0.009405 + 0.0171 = 0.026505$$

$$P(A,B) = 0.026505 + 0.000495 + 0.1539 = 0.1809$$

$$P(D|A,B) = 0.026505 / 0.1809 = 0.14651741293$$