Domande per verificare la comprensione del significato di probabilità condizionata; dei termini che descrivono l'attendibilità dei test diagnostici; della regola di Bayes.

Quesito 1. Tra le persone di cui A è causa del decesso il 40% è fumatore. La percentuale dei fumatori in tutta la popolazione è del 20% e quella dei decessi dovuti ad A è del 5%. Calcolare la probabilità che un fumatore ha di morire per A.

Risposta

F insieme dei fumatori

A insieme persone decedute per A

$\Pr(A) = 5\%$ prevalenza di A nella popolazione

$\Pr(F) = 20\%$ frazione di fumatori nella popolazione

$\Pr(F|A) = 40\%$ prevalenza di A tra i fumatori

$$\Pr(A|F) = \frac{\Pr(F|A) \cdot \Pr(A)}{\Pr(F)} = 10.0\%$$ Risposta

Quesito 2. Tra le persone di cui A è causa del decesso il 60% è fumatore. La percentuale dei fumatori in tutta la popolazione è del 15% e quella dei decessi dovuti ad A è del 10%. Calcolare la probabilità che un *non* fumatore ha di morire per A.

Risposta

F insieme dei fumatori

A insieme persone decedute per A

$\Pr(A) = 10\%$ prevalenza di A nella popolazione

$\Pr(\neg F) = 100\% - \Pr(F) = 85\%$ frazione di fumatori nella popolazione

$\Pr(\neg F|A) = 100\% - \Pr(F|A) = 40\%$ prevalenza di A tra i fumatori

$$\Pr(A|\neg F) = \frac{\Pr(\neg F|A) \cdot \Pr(A)}{\Pr(\neg F)} = 0.05\%$$ Risposta

Quesito 3. A common blood test indicates the presence of a disease 96% of the time when the disease is actually present in an individual and 1% of the time when the disease is not present. The prevalence of the disease is 6%.

1. What is the sensitivity of the test?
2. What is the specificity of the test?
3. What is the positive predictive value of the test?

Risposta

A	insieme delle persone affette	
T_+	insieme delle persone positive al test	
T_-	insieme delle persone negative al test	
$\Pr(A) = 6\%$	prevalenza	
$\Pr(\neg A) = 1 - \Pr(A) = 94\%$		
$\Pr(T_+ \mid A) = 96\%$	sensitività	Risposta 1
$\Pr(T_+ \mid \neg A) = 1\%$	probabilità falsi positivi	
$\Pr(T_- \mid \neg A) = 1 - P(T_+ \mid \neg A) = 99\%$	specificità	Risposta 2
$\Pr(T_+) = \Pr(T_+ \mid A)\,\Pr(A) + \Pr(T_+ \mid \neg A)\,\Pr(\neg A) = 6.7\%$		
$\Pr(A \mid T_+) = \dfrac{\Pr(T_+ \mid A)\Pr(A)}{\Pr(T_+)} = 86.0\%$	valore predittivo positivo	Risposta 3

Quesito 4. A common blood test indicates the presence of a disease 96% of the time when the disease is actually present in an individual and 1% of the time when the disease is not present. The prevalence of the disease is 5%.

1. What is the probability that a person that is chosen at random from the general population is positive to the test?
2. What is the positive predictive value of the test?

Risposta

A	insieme delle persone affette	
T_+	insieme delle persone positive al test	
$\Pr(A) = 5\%$	prevalenza	
$\Pr(\neg A) = 1 - \Pr(A) = 95\%$		
$\Pr(T_+ \mid A) = 96\%$	sensitività	
$\Pr(T_+ \mid \neg A) = 1\%$		
$\Pr(T_+) = \Pr(T_+ \mid A)\,\Pr(A) + \Pr(T_+ \mid \neg A)\,\Pr(\neg A) = 5.8\%$		Risposta 1
$\Pr(A \mid T_+) = \dfrac{\Pr(T_+ \mid A)\Pr(A)}{\Pr(T_+)} = 83.5\%$		Risposta 2

Quesito 5. Marie is getting married tomorrow at an outdoor ceremony in the desert. In recent years it has rained only 8 days each year. But the weatherman has predicted rain for tomorrow. When it actually rains, the weatherman correctly forecasts rain 85% of the time. When it doesn't rain, he incorrectly forecasts rain 5% of the times. What is the probability that it will rain on the day of Marie's wedding?

Risposta

R event: it rains on Marie's wedding

T_+ event: the weatherman predicts rain

$\Pr(R) = 8/365 = 2.2\%$ it rains 8 days out of 365

$\Pr(T_+|R) = 85\%$ when it rains, rain is predicted

$\Pr(T_+|\neg R) = 5\%$ when it does not rain, rain is predicted

$\Pr(T_+) = \Pr(T_+|R) \cdot \Pr(R) + \Pr(T_+|\neg R) \cdot \Pr(\neg R) = 6.8\%$

$$\Pr(R\,|T_+) \;=\; \frac{\Pr(R) \cdot \Pr(T_+|R)}{\Pr(T_+)} = 27.6\% \qquad \text{Risposta}$$

Quesito 6. Abbiamo 35 monete di cui 28 sono equilibrate, le altre sono difettose e hanno probabilità 0.6 di dare come risultato `Testa`. Scegliamo a caso una di queste 35 monete. Per decidere se è equilibrata o no, la lanciamo 30 volte. Se otteniamo ≥ 18 volte `Testa` diremo che è èquilibrata. Qual è la probabilità di dichiarare equilibrata una moneta che non lo è? Dei seguenti dati si usino quelli pertinenti

$$\begin{aligned}
\Pr(X \geq 18) &= 0.181 \quad \text{se } X \sim B(30, 0.5)\\
&= 0.578 \quad \text{se } X \sim B(30, 0.6)\\
&= 0.5 \quad \text{se } X \sim B(35, 0.5)\\
&= 0.886 \quad \text{se } X \sim B(35, 0.6)
\end{aligned}$$

Risposta

D insieme degli esperimenti fatti con monete sbilanciate

$T_{\geq 18}$ insieme degli esperimenti con risultato ≥ 18

$\Pr(D) = 0.2$ prevalenza

$\Pr(\neg D) = 1 - \Pr(D) = 0.8$

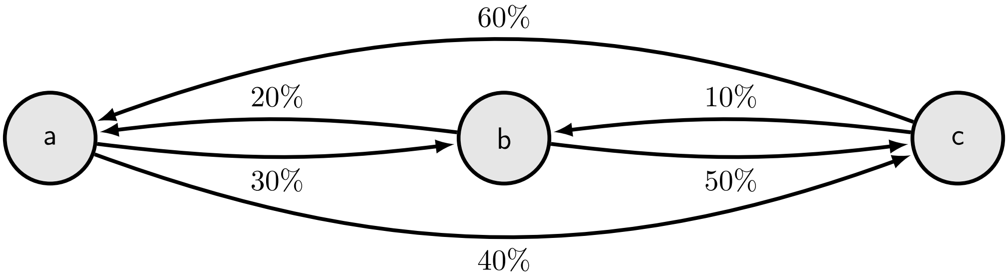
$\Pr(T_{\geq 18}|\neg D) = 0.181$

$\Pr(T_{\geq 18}|D) = 0.578$

$\Pr(T_{\geq 18}) = \Pr(T_{\geq 18}|D)\ \Pr(D) + \Pr(T_{\geq 18}|\neg D)\ \Pr(\neg D) = 0.26$

$$\Pr(\neg D \mid T_{\geq 18}) \;=\; \frac{\Pr(T_{\geq 18}|\neg D)\ \Pr(\neg D)}{\Pr(T_{\geq 18})} = 0.444 \qquad \text{Risposta}$$

Quesito 7. Un rospo vive in uno stagno e passa le sue giornate su tre foglie di ninfea che indichiamo con a, b, e c. Ogni ora salta da una all'altra con probabilità riassunte nel diagramma sottostante (la probabilità di restare nello stesso punto è lasciata implicita).



Se guardiamo in un momento qualsiasi troveremo il rospo in a, b, o c con probabilità rispettivamente $\frac{11}{28}$, $\frac{25}{112}$, e $\frac{43}{112}$. Supponiamo di osservare il rospo in a al tempo $t = 1$.

1. Qual è la probabilità che al tempo $t = 2$ il rospo si trovi in b ?
2. Qual è la probabilità che al tempo $t = 0$ il rospo fosse in c ?

Risposta

Siano R_t le variabili aleatorie che danno la posizione del rospo al tempo t.

Dal testo leggiamo $\Pr(R_t = \mathsf{a}) = 11/28$, $\Pr(R_t = \mathsf{b}) = 25/112$, e $\Pr(R_t = \mathsf{c}) = 43/112$

Dal diagramma leggiamo

$\Pr(R_{t+1} = \mathsf{a} \mid R_t = \mathsf{b}) \;=\; 1/5$ Risposta 1

$\Pr(R_{t+1} = \mathsf{c} \mid R_t = \mathsf{a}) \;=\; 2/5$

Quindi

$$\Pr(R_0 = \mathsf{c} \mid R_1 = \mathsf{a}) \;=\; \frac{\Pr(R_1 = \mathsf{a} \mid R_0 = \mathsf{c}) \cdot \Pr(R_0 = \mathsf{c})}{\Pr(R_1 = \mathsf{a})} \;=\; \frac{(2/5) \cdot (43/112)}{11/28}$$

$$= 43/110$$ Risposta 2