

Domande per verificare la comprensione del significato di distribuzione continua (solo caso distribuzione normale). Richiede anche nozione di standardizzazione e di media campionaria.

N.B. Alcune domande potrebbero contenere informazioni irrilevanti.

Quesito 1. La variabile aleatoria X ha distribuzione normale con media $\mu = 8$ e deviazione standard $\sigma = 5$

1. Calcolare la probabilità dell'evento $X \in [2, 9]$
2. Calcolare la probabilità che da campione di rango $n = 16$ si ottenga una media in $[2, 9]$.

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

$$\begin{aligned} P(2 \leq X \leq 9) &= P\left(\frac{2-\mu}{\sigma} \leq Z \leq \frac{9-\mu}{\sigma}\right) = P(Z \leq 1/5) - P(Z \leq -6/5) \\ &= \text{norm.cdf}(1/5) - \text{norm.cdf}(-6/5) \\ &= \text{norm.cdf}(0.2) - \text{norm.cdf}(-1.2) = 0.464 \end{aligned}$$

Risposta 1

\bar{X} v.a. media campionaria

$$\begin{aligned} P(2 \leq \bar{X} \leq 9) &= P\left(\frac{2-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} \leq Z \leq \frac{9-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = P(Z \leq 4/5) - P(Z \leq -24/5) \\ &= \text{norm.cdf}(4/5) - \text{norm.cdf}(-24/5) \\ &= \text{norm.cdf}(0.8) - \text{norm.cdf}(-4.8) = 0.788 \end{aligned}$$

Risposta 2

Quesito 2. La variabile aleatoria X ha distribuzione normale con media $\mu = 9$ e deviazione standard $\sigma = 3$. Qual'è il minimo ε tale che $\Pr(5 \leq X \leq 5 + \varepsilon) \geq 0.5$.

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

$\Pr(5 \leq X \leq 5 + \varepsilon)$ cresce al variare di ε , quindi il minimo è quando $\Pr(5 \leq X \leq 5 + \varepsilon) = 0.5$

$$\Pr(5 \leq X \leq 5 + \varepsilon) = \Pr\left(\frac{5-\mu}{\sigma} \leq Z \leq \frac{5-\mu+\varepsilon}{\sigma}\right) = \Pr\left(-\frac{4}{3} \leq Z \leq \frac{-4+\varepsilon}{3}\right) = 0.5$$

$$\Pr\left(Z \leq \frac{-4+\varepsilon}{3}\right) = 0.5 + \Pr\left(Z \leq -\frac{4}{3}\right)$$

$$(-4 + \varepsilon) / 3 = \text{norm.ppf}(0.5 + \text{norm.cdf}(-4/3))$$

$$\varepsilon = 3 * \text{norm.ppf}(0.5 + \text{norm.cdf}(-4/3)) + 4 = 4.692$$

Risposta

Quesito 3. Abbiamo prelevato 16 campioni di una data cultura. Ci interessa selezionare dei campioni che hanno una concentrazione ≤ 6 di una data sostanza. La misura produce risultati che differiscono dal valore corretto per un errore distribuito normalmente con media 0 e deviazione standard 5. Consideriamo la seguente procedura: se la media di 9 misure è ≤ 4 concludiamo che il campione è come desiderato altrimenti lo scartiamo.

Calcolare (nel caso più sfavorevole) la probabilità di scartare erroneamente un campione.

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

Il caso più sfavorevole occorre quando la concentrazione vera nel campione è $\mu = 6$

$$\bar{X} \sim N(\mu, \sigma^2) \quad \text{media di 9 misure}$$

$$\Pr(\bar{X} \geq 4) = \Pr\left(\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{9}} \geq \frac{4 - \mu}{\sigma/\sqrt{9}}\right) = \Pr(Z \geq -6/5)$$

$$= 1 - \text{norm.cdf}(-6/5)$$

Risposta

$$= 1 - \text{norm.cdf}(-1.2) = 0.885$$

Quesito 4. Abbiamo prelevato 16 campioni di una data cultura. Ci interessa selezionare quei campioni che hanno una concentrazione < 6 di una data sostanza. La misura produce risultati che differiscono dal valore corretto per un errore distribuito normalmente con media 0 e deviazione standard 5. Consideriamo la seguente procedura: se la media di 9 misure è ≤ 4 concludiamo che il campione è come desiderato altrimenti lo scartiamo.

Calcolare (nel caso più sfavorevole) la probabilità di accettare erroneamente un campione.

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

Il caso più sfavorevole occorre quando la concentrazione vera nel campione è $\mu = 6$

$$\bar{X} \sim N(\mu, \sigma^2) \quad \text{media di 9 misure}$$

$$\Pr(\bar{X} \leq 4) = \Pr\left(\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{9}} \leq \frac{4 - \mu}{\sigma/\sqrt{9}}\right) = \Pr(Z \leq -6/5)$$

$$= \text{norm.cdf}(-6/5)$$

Risposta

$$= \text{norm.cdf}(-1.2) = 0.115$$

Quesito 5. Abbiamo prelevato 16 campioni di una data cultura. Ci interessa selezionare quei campioni che hanno una concentrazione < 6 di una data sostanza. La misura produce risultati che differiscono dal valore corretto per un errore distribuito normalmente con media 0 e deviazione standard 5. Consideriamo la seguente procedura: se la media di 9 misure è ≤ 4 concludiamo che il campione è come desiderato altrimenti lo scartiamo.

Calcolare (nel caso più sfavorevole) la probabilità di accettare almeno un campione errato.

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

Il caso più sfavorevole occorre quando tutti 16 campioni hanno concentrazione $\mu = 6$

$\bar{X} \sim N(\mu, \sigma^2)$ media di 9 misure

$$\begin{aligned} \Pr(\bar{X} \leq 4) &= \Pr\left(\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{9}} \leq \frac{4 - \mu}{\sigma/\sqrt{9}}\right) = \Pr(Z \leq -6/5) \\ &= \text{norm.cdf}(-6/5) \quad \text{probabilità (per un singolo campione) di essere accettato erroneamente} \\ (1 - \text{norm.cdf}(-6/5))^{**16} &\quad \text{probabilità nessuno dei 16 campioni venga accettato erroneamente} \end{aligned}$$

$$1 - (1 - \text{norm.cdf}(-6/5))^{**16}$$

Risposta

$$1 - (1 - \text{norm.cdf}(-1.2))^{**16} = 0.859$$

Quesito 6. Da una popolazione con distribuzione normale con media μ ignota e deviazione standard 53 estraiamo un campione di 25 individui. Se $\bar{x} = 102$ è la media ottenuta, qual è la probabilità che $\bar{x} > \mu + 19$?

Esprimere il risultato numerico tramite (solo) le funzioni elencate in calce.

Risposta

$n = 25$ dimensione del campione

$\varepsilon = 19$

$\sigma = 53$ deviazione standard della popolazione

σ/\sqrt{n} errore standard (deviazione standard della media)

$$P\left(Z > \frac{\varepsilon}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = P(Z > 95/53) = 1 - \text{norm.cdf}(95/53) = 0.037$$

Risposta

Si assuma noto il valore delle seguenti funzioni della libreria `scipy.stats`

`norm.cdf(z)` = $\Pr(Z < z)$ per $Z \sim N(0, 1)$

`norm.ppf(α)` = z_α dove z_α è tale che $\Pr(Z < z_\alpha) = \alpha$ per $Z \sim N(0, 1)$