

מבוא להסתברות

פרק 19 - המשתנה המקרי הבדיד - טרנספורמציה לינארית

תוכן העניינים

1. כללי 1

המשתנה המקרי הבדיד – טרנספורמציה לינארית:

רקע:

טרנספורמציה לינארית היא מצב שבו מבצעים הכפלה של קבוע ו/או הוספה של קבוע על המשתנה המקורי (כולל גם חלוקה של קבוע והחסרה של קבוע).

בניסוח מתמטי נאמר כי אם משתנה אקראי Y מיוצג ע"י משתנה אקראי X כאשר a, b הם קבועים כלשהם: $Y = aX + b$, אזי מתקיימים:

$$E(Y) = aE(X) + b \quad (1)$$

$$V(Y) = a^2 \cdot V(X) \quad (2)$$

$$\sigma_Y = |a| \sigma_X \quad (3)$$

שלבי העבודה:

- (1) נזהה שמדובר בטרנספורמציה לינארית (שינוי קבוע לכל התצפיות).
- (2) נרשום את כלל הטרנספורמציה לפי נתוני השאלה.
- (3) נפשט את הכלל ונזהה את ערכי a ו- b .
- (4) נציב בנוסחאות שלעיל בהתאם למדדים שנשאלים.

דוגמה – הרולטה:

בהמשך לנתוני שאלת הרולטה נתון שעלות השתתפות במשחק 15 ₪. מהי התוחלת והשונות של הרווח במשחק?

פתרון (בהקלטה):

חישבנו קודם ש: $V(X) = 68.75 = \sigma^2$, $E(X) = 22.5 = \mu$.

שאלות:

- (1) סטודנט ניגש ל-5 קורסים הסמסטר. נניח שכל קורס שסטודנט מסיים מזכה אותו ב-4 נקודות אקדמאיות. חשבו את התוחלת והשונות של סך הנקודות שיצבור הסטודנט כאשר נתון שתוחלת מספר הקורסים שיסיים היא 3.5 עם שונות 2.
- (2) תוחלת סכום הזכייה במשחק מזל הינה 10 עם שונות 3. הוחלט להכפיל את סכום הזכייה במשחק. עלות השתתפות במשחק הינה 12. מה התוחלת ומהי השונות של הרווח במשחק?
- (3) תוחלת של משתנה מקרי הינה 10 וסטית התקן 5. הוחלט להוסיף 2 למשתנה ולאחר מכן להעלות אותו ב-10%. מהי התוחלת ומהי סטיית התקן לאחר השינוי?
- (4) X הינו משתנה מקרי. כמו כן נתון ש- $E(X) = 4$ ו- $V(X) = 3$. Y הינו משתנה מקרי חדש, עבורו: $Y = 7 - X$. חשבו את: $E(Y)$ ו- $V(Y)$.
- (5) אדם החליט לבטח את רכבו; שווי הרכב 100,000 ₪. להלן התביעות האפשריות והסתברותן: בהסתברות של 0.001 תהיה תביעה טוטאלוסט (כל שווי הרכב). בהסתברות של 0.02 תהיה תביעה בשווי מחצית משווי הרכב. בהסתברות של 5% תהיה תביעה בשווי רבע משווי הרכב. אחרת אין תביעה בכלל. החברה מאפשרת תביעה אחת בשנה. נסמן ב- X את גובה התביעה השנתית, באלפי ₪.
- א. בנו את פונקציית ההסתברות של X .
- ב. חשבו את התוחלת והשונות של גובה התביעה.
- ג. פרמיית הביטוח היא 4,000 ₪.
- מהי התוחלת ומהי השונות של רווח חברת הביטוח לביטוח הרכב הני"ל?
- (6) יהי X מספר התשובות הנכונות במבחן בו 10 שאלות. פונקציית ההסתברות של X נתונה בטבלה הבאה:

10	9	8	7	6	5	X
		0.3	0.2	0.2	0.1	$P(X)$

- כמו כן, נתון שצפי מספר התשובות הנכונות בבחינה הוא 7.35.
- א. השלימו את פונקציית ההסתברות.
- ב. חשבו את השונות מספר התשובות הנכונות בבחינה.
- ג. הציון בבחינה מחושב באופן הבא:
- כל שאלה נכונה מזכה ב-10 נקודות. לכל שאלה שגויה, מופחתת נקודה. מהי התוחלת ומה השונות של הציון בבחינה?

(7) להלן פונקציית הסתברות של משתנה מקרי כלשהו: $P(X = k) = \frac{k}{A}$, $k = 1, 2, \dots, 4$.

- א. מצא את ערכו של A .
- ב. חשב את התוחלת והשונות של המשתנה הנחקר.
- ג. חשב את: $E(X^3)$.
- ד. חשב את התוחלת והשונות של המשתנה הבא: $\frac{X}{2} - 4$.

תשובות סופיות:

- (1) תוחלת: 14, שונות: 32.
- (2) תוחלת: 8, שונות: 12.
- (3) תוחלת: 13.2, סטיית תקן: 5.5.
- (4) תוחלת: 3, שונות: 3.
- (5) א. להלן טבלה: ב. תוחלת: 2350, שונות: $85,727.5^2$.

0	25	50	100	X
0.929	0.05	0.02	0.001	$P(X)$

- ג. תוחלת: 1650, שונות: $85,727.5^2$.
- (6) ב. $V(X) = 1.8275$.
- (7) א. $A = 10$. ב. $E(X) = 3$, $V(X) = 1$. ג. $E(X^3) = 35.4$, $V(X^3) = 616.84$. ד. $E(Y) = -2.5$, $V(Y) = 0.25$.