บทที่ 4
การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่สำคัญบางชนิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 เข้าใจการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่องที่สำคัญ

- 1.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม
- 1.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลลี
- 1.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม
- 1.1.4 การแจกแจงแบบพัวส์ซอง

บทที่ 4
การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่สำคัญบางชนิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 เข้าใจการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่สำคัญ

1.2.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

1.2.2 การแจกแจงแบบปกติ

1.2.3 การแจกแจงแบบที

1.2.4 การแจกแจงแบบไคสแควส์

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง

1. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)
2. การแจกแจงแบบเบอร์นูลลี (Bernoulli Distribution)
3. การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)
4. การแจกแจงแบบพัวส์ซอง (Poisson Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง

1. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

2. การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

3. การแจกแจงแบบที (T – Distribution)

4. การแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-Square Distribution)

4.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

ค่าของตัวแปรสุ่มแต่ละค่า เกิดขึ้นด้วยความน่าจะเป็นเท่า ๆ กัน

นิยาม 4.1

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าเป็น $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_k$ โดยแต่ละค่ามีความน่าจะเป็นเท่ากันแล้ว จะกล่าวว่า X มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Discrete uniform distribution) มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X ดังนี้

$$f(x;k) = \frac{1}{k} \quad , \quad x = x_1, x_2, x_3, \ldots, x_k$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ทฤษฎี 4.1

ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม คือ

$$\mu = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_i$$

และ

$$\sigma^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} (x_i - \mu)^2$$

ตัวอย่าง

ในการโยนเหรียญเที่ยงตรง 1 อัน 1 ครั้ง ให้ $X = 0$ เมื่อเหรียญออกหัว และ $X = 1$ เมื่อเหรียญออกก้อย จงหา

ก. ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X

ข. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ตัวอย่าง

ในการโยนเหรียญเที่ยงตรง 1 อัน 1 ครั้ง ให้ $X = 0$ เมื่อเหรียญออกหัว และ $X = 1$ เมื่อเหรียญออกก้อย จงหา

ก. ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X

ข. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีทำ จาก $X = 0$ เมื่อเหรียญออกหัว และ $X=1$ เมื่อเหรียญออกก้อย และ ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออกหัวหรือออกก้อยมีค่าเท่ากัน ดังนั้น ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

$$f(x) = f(x;n) = \frac{1}{2} \quad , \quad x = 0,1$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ตัวอย่าง

ข. จาก X มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

$$\mu = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_i$$

$$= \frac{1}{2}(0+1)$$

$$= \frac{1}{2}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(x_i-\mu)^2$$

$$= \frac{1}{2}\left[\left(0-\frac{1}{2}\right)^2+\left(1-\frac{1}{2}\right)^2\right]$$

$$= 0.25$$

$$\sigma = 0.5$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ตัวอย่าง

ในกล่องใบหนึ่งมีบอล 5 ลูก โดยบอลแต่ละลูกติดหมายเลข ตั้งแต่หมายเลข 1 – 5 หยิบลูกบอลอย่างสุ่มหนึ่งลูกจากกล่อง จงหา

ก. ฟังก์ชันความน่าจะเป็น

ข. ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกบอลหมายเลขไม่เกิน 4

ค. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ก. ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นคือ

$$f(x) = f(x;n) = \frac{1}{2} \quad , \quad x = 0,1$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ตัวอย่าง

ข. ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกบอลหมายเลขไม่เกิน 4

$$P(X \le 4) = \sum_{x=1}^{4} \frac{1}{5}$$

$$= \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = 0.8$$

ค. จาก X มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ดังนั้น

$$\mu = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_i$$

$$= \frac{1}{5}(1+2+3+4+5)$$

$$= \frac{15}{5} = 3$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(x_i - \mu)^2$$

$$= \frac{1}{5}\left[(1-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (4-3)^2 + (5-3)^2\right]$$

$$= \frac{10}{5} = 2$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ตัวอย่าง

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงยูนิฟอร์ม มีพารามิเตอร์ n = 20 จงหา

ก. ความน่าจะเป็นที่ Xจะมีค่าตั้งแต่ 4 ถึง 6

ข. จงหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ X

วิธีทำ เนื่องจาก X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงยูนิฟอร์ม พารามิเตอร์ n = 20 ดังนั้น ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x) = \frac{1}{20} \quad ; \quad x = 1, 2, 3, \ldots, 20$$

4.1.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ก. ความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าตั้งแต่ 4 ถึง 6

$$P(4 \le X \le 6) = P(X = 4) + P(X = 5) + (PX = 6)$$

$$= \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20} = 0.15$$

ข. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ X

$$\mu = E(X) = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_i$$

$$= \frac{1}{20}(1+2+3+\ldots+20) = \frac{210}{20} = 10.5$$

$$\sigma^2 = V(X) = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(x_i - \mu)^2$$

$$= \frac{1}{20}\left[(1-10.5)^2 + (2-10.5)^2 + \ldots + (20-10.5)^2\right]$$

$$= \frac{1}{20}(90.25 + 72.25 + \ldots + 90.25)$$

$$= \frac{1}{20}(665) = 33.25$$

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ลักษณะของการทดลองแบบเบอร์นูลี

1. **แต่ละครั้งของการทดลอง มีผลลัพธ์ 2 ประเภท คือ ความสำเร็จ (Success) และ ความไม่สำเร็จ (Failure)**
2. **ในแต่ละครั้งของการทดลอง ความน่าจะเป็นของความสำเร็จคือ p ส่วนความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ คือ 1 – p**

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

นิยาม 4.2

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีค่าดังนี้

$$x = \begin{cases} 0 & ; \quad \text{Failure} \\ 1 & ; \quad \text{Success} \end{cases}$$

จะเรียก X ว่า ตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลี และเรียกการแจกแจงความน่าจะเป็นของ X ว่าการแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli distribution) คยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x;p) = p^x (1-p)^{1-x} \quad , \quad x = 0, 1$$

ทฤษฎี 4.2

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงเบอร์นูลี คือ

$$\mu = p$$

และ $\sigma^2 = p(1-p)$

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ตัวอย่าง

ในการคัดเลือกตัวแทนตอบปัญหาครั้งหนึ่ง มีผู้ที่มีความสามารถเข้ารับการคัดเลือก 12 คน เป็นชาย 4 คน เป็นหญิง 8 คน ผู้ที่เข้ารับการคัดเลือกมีความสามารถเท่า ๆ กัน การตัดสินจึงใช้วิธีการจับฉลากเพื่อเลือกตัวแทนมา 1 คน

ก. จงหาความน่าจะเป็นที่จะได้ตัวแทนเป็นชาย

ข. จงหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการได้ตัวแทนเป็นชาย

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนเหตุการณ์ที่เลือกได้ตัวแทนเป็นชาย ดังนั้น เนื่องจากการคัดเลือกนี้ ทำเพียงครั้งเดียว และเกิดผลลัพธ์ได้เพียงสองอย่างเท่านั้น คือ ได้ตัวแทนเป็นหญิง หรือ ได้ตัวแทนเป็นชาย แต่เหตุการณ์ที่สนใจ คือ ได้ตัวแทนเป็นชาย

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

โดยความน่าจะเป็นของสิ่งที่สนใจ (สำเร็จ) $: p = \dfrac{\binom{4}{1}}{\binom{12}{1}} = 0.33$

และความน่าจะเป็นของสิ่งที่ไม่สนใจ (ไม่สำเร็จ) $: 1-p = 1-0.33 = 0.67$

ดังนั้น ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบเบอร์นูลี มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x) = (0.33)^{x}(0.67)^{1-x} \quad ; \quad x = 0,1$$

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ก. ความน่าจะเป็นที่จะได้ตัวแทนเป็นชาย

$$P(X=1) = (0.33)^1(0.67)^{1-1}$$
$$= 0.33$$

ข. ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการได้ตัวแทนเป็นชาย

$$\mu = E(X)$$
$$= p$$
$$= 0.33$$
$$\sigma^2 = V(X)$$
$$= p(1-p)$$
$$= (0.33)(0.67)$$
$$= 0.2211$$

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ตัวอย่าง

หยิบไพ่ 1 ใบจากสำรับปกติ 1 สำรับ กำหนดให้ X แทนการหยิบได้ไพ่ดอกจิก จงหา

ก. ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X

ข. ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ไพ่ดอกจิก

ค. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ X

จาก X แทนเหตุการณ์ที่หยิบได้ไพ่ดอกจิก

ดังนั้น $x = \begin{cases} 0 & ; \\ 1 & ; \quad \text{เมื่อหยิบได้ไพ่ดอกจิก} \end{cases}$

เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการทดลองเพียงครั้งเดียว และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นได้ 2 อย่างเท่านั้นคือได้ไพ่ดอกจิก (สำเร็จ) และได้ไพ่ดอกอื่น (ไม่สำเร็จ)

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ตัวอย่าง

น่าจะเป็นของความสำเร็จ : $p = \dfrac{\binom{13}{1}}{\binom{52}{1}} = 0.25$

ความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ : $1-p = 1-0.25 = 0.75$

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบเบอร์นูลี มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x) = (0.25)^{x}(0.75)^{1-x} \quad ; \quad x = 0,1$$

ก. ความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ไพ่ดอกจิก

$$P(X=1) = (0.25)^{1}(0.75)^{1-1}$$

$$= 0.25$$

4.1.2 การแจกแจงแบบเบอร์นูลี (Bernoulli Distribution)

ตัวอย่าง

ข. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ X

$$\mu = E(X)$$
$$= p$$
$$= 0.25$$
$$\sigma^2 = V(X)$$
$$= p(1-p)$$
$$= (0.25)(0.75)$$
$$= 0.1875$$
$$\sigma = 0.4330$$

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ลักษณะของการทดลองแบบทวินาม

1. มีการทดลองซ้ำกัน n ครั้ง ภายใต้สภาวการณ์เดียวกัน (ข้อจำกัดเดียวกัน)
2. การทดลองแต่ละครั้งมีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ 2 อย่าง คือ ความสำเร็จ (Success) และ ความไม่สำเร็จ (Failure)
3. ในแต่ละครั้งของการทดลอง ความน่าจะเป็นของความสำเร็จคือ p ส่วนความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ คือ 1 – p โดยความน่าจะเป็นของความสำเร็จจะมีค่าคงที่ทุกครั้งของการทดลอง
4. การทดลองแต่ละครั้งเป็นอิสระกัน

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

นิยาม 4.3 ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มซึ่งแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จ จากการทดลองแบบทวินาม n ครั้ง นั่นคือ x = 0 , 1,2, …,n จะเรียกตัวแปรสุ่ม X ว่าตัวแปรสุ่มทวินาม

นิยาม 4.4

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบทวินาม แล้ว จะเรียกการแจกแจงความน่าจะเป็นของ X ว่าการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial distribution) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim B(n,p)$ โดยมีฟังก์ชัน ความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad , \quad x = 0,1,2,\dots,n$$

ทฤษฎี 4.3 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงแบบทวินาม คือ

$$\mu = np \quad \text{และ} \quad \sigma^2 = np(1-p)$$

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

บริษัทแห่งหนึ่งทำการตรวจสอบสินค้า พบว่า ในกล่องซึ่งบรรจุสินค้าเป็นจำนวนมาก จะมีสินค้าชำรุดอยู่ 15% ถ้าทำการสุ่มสินค้ามาจากกล่อง 10 ชิ้นแล้วพบว่าชำรุดตั้งแต่ 3 ชิ้นขึ้นไปจะไม่ยอมรับสินค้านั้นทั้งกล่อง จงหาความน่าจะเป็นที่บริษัทแห่งนี้จะยอมรับสินค้าทั้งกล่อง

ให้ X แทนจำนวนสินค้าที่ชำรุด ดังนั้น $x = 0,1,2,\ldots,10$

ความน่าจะเป็นของความสำเร็จ (พบสินค้าที่ชำรุด) : $p = 0.15$

ความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ(ไม่พบสินค้าที่ชำรุด) : $1 - p = 1 - 0.15 = 0.85$

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบทวินาม มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น คือ

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

$$f(x;p,n) = \binom{n}{x}(0.15)^{x}(0.85)^{n-x} \quad ; \quad x = 0,1,2,\ldots,10$$

$$P(X<3) = P(X=0)+P(X=1)+P(X=2)$$

$$= \binom{10}{0}(0.15)^{0}(0.85)^{10} + \binom{10}{1}(0.15)^{1}(0.85)^{9} + \binom{10}{2}(0.15)^{2}(0.85)^{8}$$

$$P(X<3) = 0.1969+0.3474+0.2759$$

$$= 0.8202$$

ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าทั้งกล่องเท่ากับ 0.8202

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

บริษัทแห่งหนึ่งทำการตรวจสอบสินค้า พบว่า ในกล่องซึ่งบรรจุสินค้าเป็นจำนวนมาก จะมีสินค้าชำรุดอยู่ 15% ถ้าทำการสุ่มสินค้ามาจากกล่อง 10 ชิ้นแล้วพบว่าชำรุดตั้งแต่ 3 ชิ้นขึ้นไปจะไม่ยอมรับสินค้านั้นทั้งกล่อง จงหาความน่าจะเป็นที่บริษัทแห่งนี้จะยอมรับสินค้าทั้งกล่อง

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

บริษัทแห่งหนึ่งทำการตรวจสอบสินค้า พบว่า ในกล่องซึ่งบรรจุสินค้าเป็นจำนวนมาก จะมีสินค้าชำรุดอยู่ 15% ถ้าทำการสุ่มสินค้ามาจากกล่อง 10 ชิ้นแล้วพบว่าชำรุดตั้งแต่ 3 ชิ้นขึ้นไปจะไม่ยอมรับสินค้านั้นทั้งกล่อง จงหาความน่าจะเป็นที่บริษัทแห่งนี้จะยอมรับสินค้าทั้งกล่อง

ให้ X แทนจำนวนสินค้าที่ชำรุด ดังนั้น $x = 0,1,2,\ldots,10$

ความน่าจะเป็นของความสำเร็จ (พบสินค้าที่ชำรุด) : $p = 0.15$

ความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ(ไม่พบสินค้าที่ชำรุด) : $1 - p = 1 - 0.15 = 0.85$

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบทวินาม มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น คือ

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

$$f(x;p,n) = \binom{n}{x}(0.15)^x(0.85)^{n-x} \quad ; \quad x = 0,1,2,\ldots,10$$

$$P(X<3) = P(X=0)+P(X=1)+P(X=2)$$

$$= \binom{10}{0}(0.15)^0(0.85)^{10}+\binom{10}{1}(0.15)^1(0.85)^9+\binom{10}{2}(0.15)^2(0.85)^8$$

$$P(X<3) = 0.1969+0.3474+0.2759$$

$$= 0.8202$$

ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าทั้งกล่องเท่ากับ 0.8202

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ตัวอย่าง

ร้านขายเครื่องไฟฟ้าแห่งหนึ่งทำการสำรวจตลาด พบว่า จากลูกค้าที่เข้ามาเลือกชมสินค้าทั้งหมด จะมีลูกค้าร้อยละ 30 ที่ซื้อสินค้า ถ้าวันหนึ่งมีลูกค้าเข้ามาเลือกชมสินค้าจำนวน 25 คน

จงหา

ก. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้า 4 คน

ข. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าอย่างมาก 4 คน

ค. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าอย่างน้อย 4 คน

ง. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนลูกค้าที่ซื้อสินค้า

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ให้ X แทนจำนวนลูกค้าที่ซื้อสินค้า ดังนั้น x = 0,1,2, …,25

ความน่าจะเป็นของความสำเร็จ (ลูกค้าซื้อสิ้นค้า) : p = 0.3

ความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ (ลูกค้าไม่ซื้อสินค้า) : 1 – p = 1 – 0.3 = 0.7

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบทวินาม มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น คือ

$$f(x;p,n) = \binom{n}{x}(0.3)^{x}(0.7)^{n-x} \quad ; \quad x = 0,1,2,\ldots,25$$

ก. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้า 4 คน

$$P(X=4) = \binom{25}{4}(0.3)^{4}(0.7)^{21}$$

$$= 0.0572$$

4.1.3 การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

ข. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าอย่างมาก 2 คน

$$P(X \le 2) = P(X=0) + P(X=1) + P(X=2)$$

$$= \binom{25}{0}(0.3)^0(0.7)^{25} + \binom{25}{1}(0.3)^1(0.7)^{24} + \binom{25}{2}(0.3)^2(0.7)^{23}$$

$$P(X \le 2) = 0.0001 + 0.0014 + 0.0074 = 0.0089$$

ค. ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าอย่างน้อย 3 คน

$$P(X \ge 3) = 1 - P(X < 3) = 1 - P(X \le 2) = 1 - 0.0089 = 0.9911$$

ง. ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนลูกค้าที่ซื้อสินค้า

$$\mu = E(X) = np$$

$$= (25)(0.3) = 7.5$$

$$\sigma^2 = V(X) = np(1-p)$$

$$= (25)(0.3)(0.7) = 5.25$$

$$\sigma = \sqrt{5.25} = 2.2913$$