บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเพื่อหาค่าจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแท้จริงที่ทำให้การประมาณการแจกแจงชนิดใดชนิดหนึ่งด้วยการแจกแจงอื่นมีประ-สิทธิภาพตามต้องการ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้จะต้องเปรียบเทียบจากพื้นฐานเดียวกัน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ถึงหลักเกณฑ์หลักในการพิจารณา 2 ลักษณะ ตามประเภทการแจกแจงของการแจกแจงที่แท้จริงกับการแจกแจงที่ใช้ในการประมาณ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> การประมาณการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่

- การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม
- การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

<u>ขั้นตอนหลักในการดำเนินงานส่วนที่ 1</u>

1.หาจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความน่าจะเป็นที่แท้จริง ในที่นี้คือ ขนาดตัวอย่าง n โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกจำนวนเต็ม n ที่ทำให้ ความคลาดเคลื่อนระหว่างความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่แท้จริงกับความน่าจะเป็นที่ใช้ประมาณทุกค่ามีค่าไม่มากกว่าค่าความคลาดเคลื่อน (ε) ที่กำหนดขึ้น*

2.ทดสอบผลการศึกษาที่ได้ในข้อ 1. ด้วยการทดสอบเทียบความกลมกลืนกันโดยใช้ไคสแควร์ (Chi-Square Goodness-of-Fit Test)

---

* รายละเอียดของหลักเกณฑ์ กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.5.1 ของบทที่ 1

<u>ส่วนที่ 2</u> การประมาณการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่

- การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงปกติ
- การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ
- การประมาณการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติ

<u>ขั้นตอนหลักการดำเนินงานส่วนที่ 2</u>

1. หาค่าจำนวนเต็มบวกซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่แท้จริงในที่นี้คือ ขนาดตัวอย่าง n น้อยที่สุดที่เหมาะสมในการประมาณการแจกแจง โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกจำนวนเต็ม n ที่ทำให้ระดับนัยสำคัญที่ประมาณได้ ($\hat{\alpha}$) ไม่แตกต่างกับระดับนัยสำคัญที่แท้จริง (α) อย่างมีนัยสำคัญ*

2. ทดสอบผลการศึกษาที่ได้ในข้อ 1. ด้วยการทดสอบเทียบความกลมกลืนกันโดยใช้ไคสแควร์ (Chi-Square Goodness-of-Fit Test)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* รายละเอียดของหลักเกณฑ์ กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.5.1 ของบทที่ 1

3.1. การประมาณการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง

3.1.1. การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม

- ฟังก์ชันที่แท้จริง ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก

$$P(X=x) = \frac{\binom{M}{x}\binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad ; \; x = 0,1,2,\ldots,\text{Min}(n,M),$$

$x \leq M$ และ $n\text{-}x \leq N\text{-}M$

พารามิเตอร์ คือ n, N, M

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินาม

$$\hat{P}(X=x) = \binom{n}{x}p^x(1-p)^{n-x} \quad ; \; x = 0,1,2,\ldots,n$$

และ $0 < p < 1$

พารามิเตอร์ คือ p, n ซึ่ง $p = \frac{M}{N}$

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้ระหว่างความน่าจะเป็นจากการแจกแจงจริงกับความน่าจะเป็นจากการแจกแจงที่ใช้ประมาณการ (ε)

2. ณ ค่า ε หนึ่ง ๆ กำหนดขนาดพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก ได้แก่ ขนาดประชากรทั้งหมด (N) = 30, 50, 100, 150, ... , 500

3. ณ ค่า N หนึ่ง ๆ กำหนดขนาดพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก ได้แก่ ขนาดประชากรย่อยที่สนใจ (M) = 1, 2, 3, ... , $N-1$

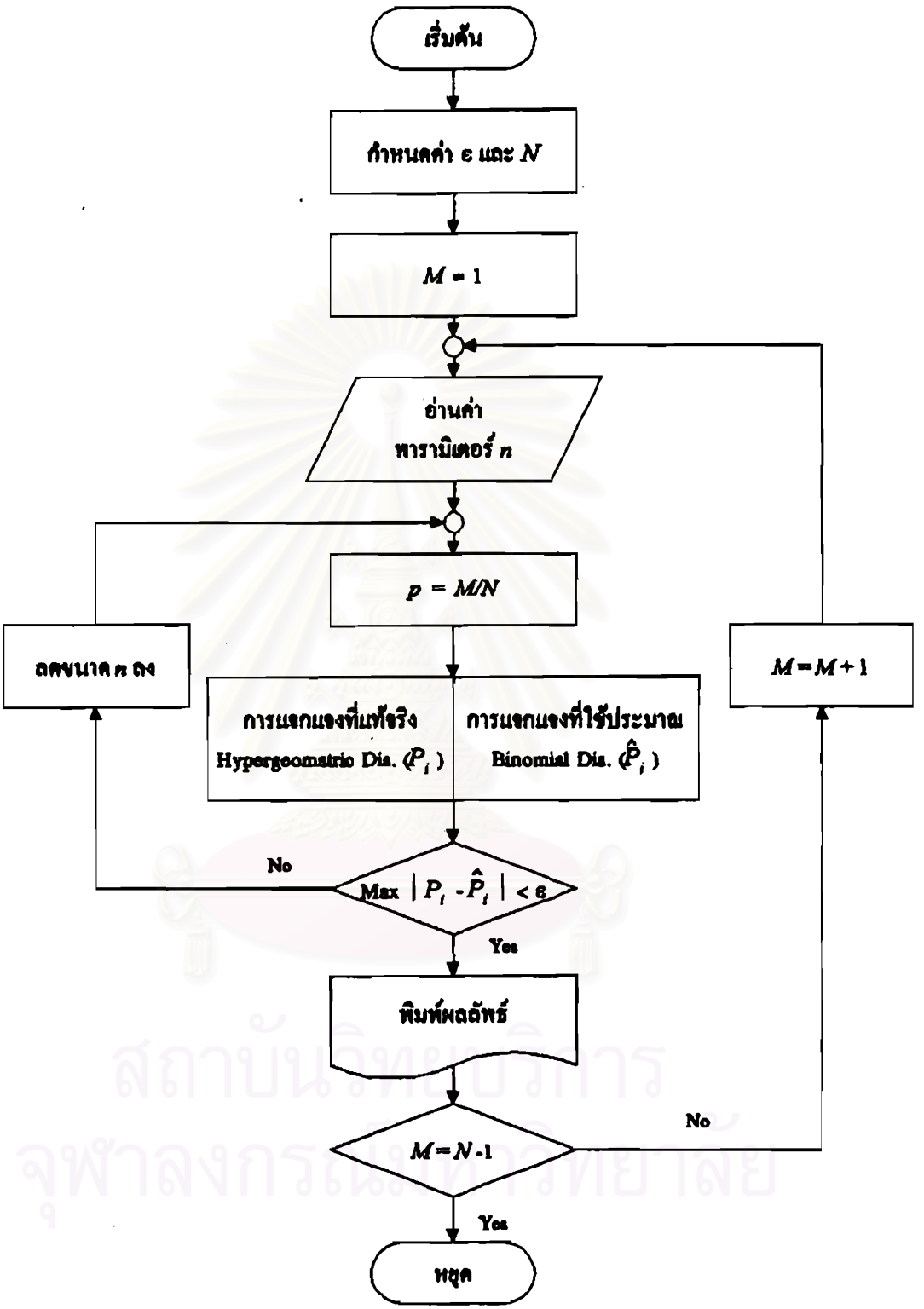
ในการกำหนดค่า M ดังกล่าวมีลักษณะเช่นเดียวกับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของการเกิดความสำเร็จ p ให้กับการแจกแจงทวินามนั่นเอง

3. ณ ขนาดประชากรทั้งหมด (N) และ ขนาดประชากรย่อยที่สนใจ (M) หนึ่ง ๆ คัดเลือกค่า n ค่ามากที่สุดที่ทำให้การประมาณการแจกแจงมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่กำหนด กล่าวคือ ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการประมาณการแจกแจงที่แท้จริง กับการแจกแจงที่ใช้ประมาณ ทุกค่ามีค่าไม่มากกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด โดยการกำหนดค่า n เริ่มต้นเป็นค่าสูง ๆ และลดขนาดลงจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไข

4. ทำขั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกกรณี

สามารถแสดงแผนภาพขั้นตอนการประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงทวินามได้ ดังรูปที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานการหาขนาดตัวอย่างที่มากที่สุด กรณีการประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงทวินาม

3.1.2. การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

- ฟังก์ชันที่แท้จริง ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินาม

$$P(X=x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad ; \quad x = 0,1,2,\ldots,n$$

และ $0 < p < 1$

พารามิเตอร์ คือ p, n

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง

$$\hat{P}(X=x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^x}{x!} \quad ; \quad x = 0,1,2,\ldots$$

พารามิเตอร์ คือ λ ซึ่ง $\lambda = np$

ขั้นตอนการดำเนินงาน

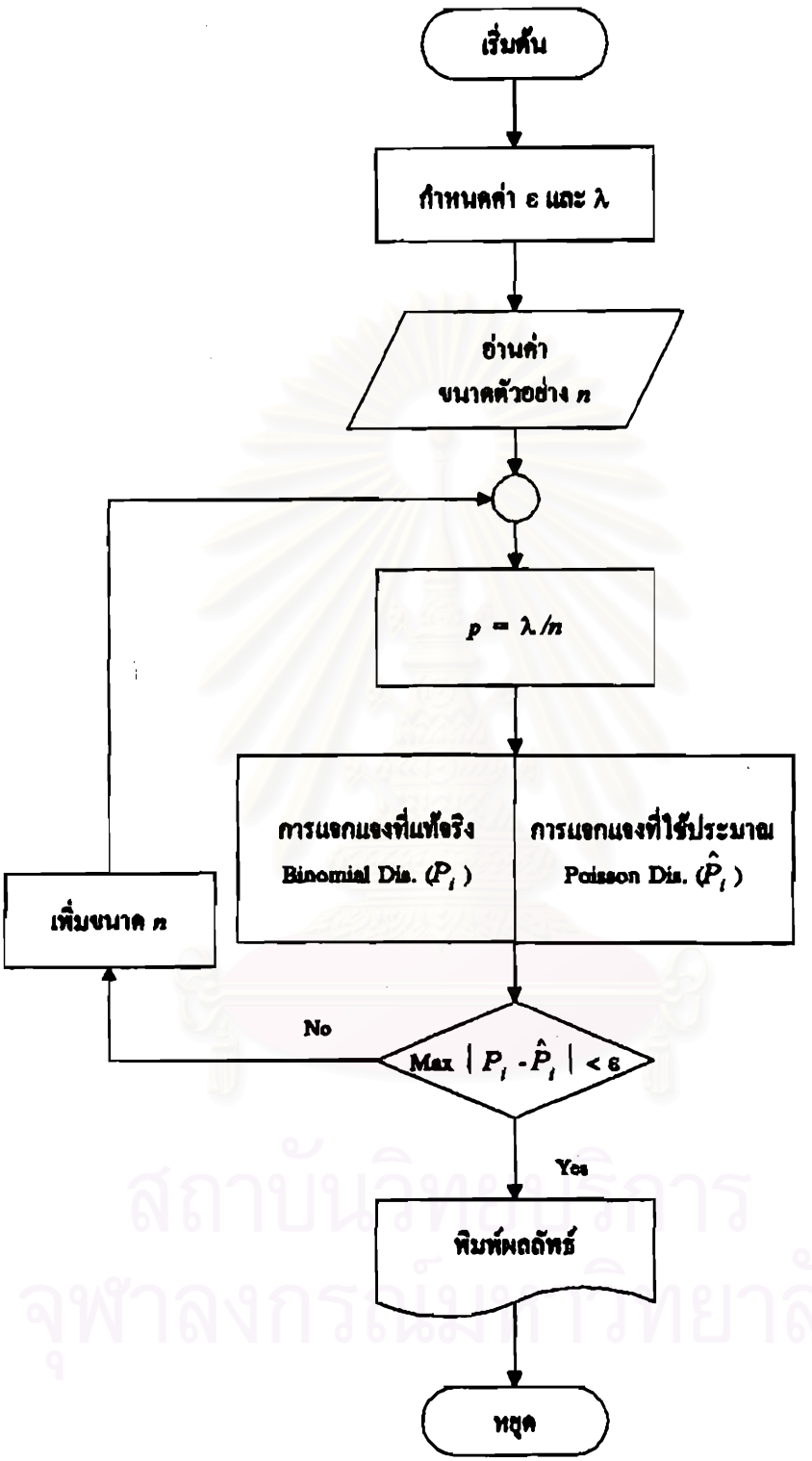
1. กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้ระหว่างความน่าจะเป็นจากการแจกแจงจริงกับความน่าจะเป็นจากการแจกแจงที่ใช้ประมาณการ (ε)

2. กำหนดพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวส์ซอง คือ λ

3. ณ λ หนึ่ง ($\lambda = np$) คัดเลือกขนาดพารามิเตอร์ของการแจกแจงทวินาม n ที่น้อยที่สุดที่ทำให้การประมาณการแจกแจงมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่กำหนด กล่าวคือ ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างการประมาณการแจกแจงที่แท้จริงกับการแจกแจงที่ใช้ประมาณทุกค่ามีค่าไม่มากกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด โดยการกำหนดค่า n เริ่มต้นเป็นค่าน้อย ๆ และเพิ่มขนาดขึ้นจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไข

4. ทำขั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกกรณี

สามารถแสดงแผนภาพขั้นตอนการประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซองได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานการหาขนาดตัวอย่างน้อยที่สุดในการประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปัวส์ซอง

3.2. การประมาณการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องด้วยการแจกแจงแบบต่อเนื่อง

3.2.1. การประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ

- ฟังก์ชันที่แท้จริง ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินาม

$$P(X=x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \qquad ; \ x = 0,1,2,\ldots,n$$

และ $0 < p < 1$

พารามิเตอร์ คือ p, n

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงปกติ

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \qquad ; \ -\infty < x < \infty$$

พารามิเตอร์ คือ $\mu = np$ และ $\sigma^2 = np(1-p)$

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ α = 0.01, 0.05, และ 0.10

2. สร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามแบบการแจกแจงที่แท้จริง ณ พารามิเตอร์ที่กำหนด

3. หาสัดส่วนซึ่งเป็นค่าประมาณระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ $\hat{\alpha}$

4. พิจารณาค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณได้ในข้อ 3. ($\hat{\alpha}$) ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้ การทดสอบทวินาม (Binomial Test) ณ ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม คือ 0.05

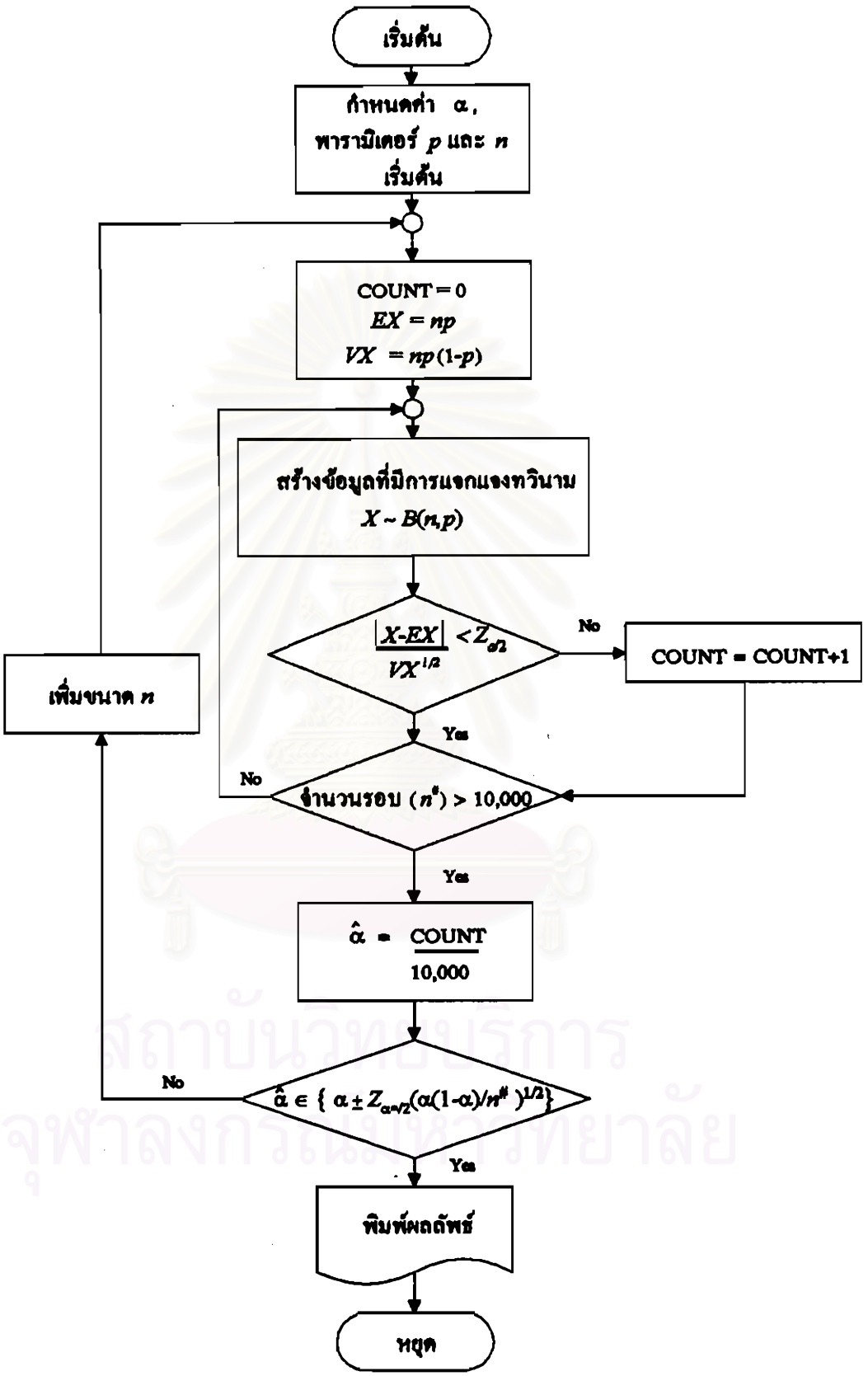
5. ณ พารามิเตอร์ p ใด ๆ คัดเลือกค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงทวินาม n น้อยที่สุดที่ทำให้การประมาณมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่กำหนด กล่าวคือ ค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณ ($\hat{\alpha}$) ไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญ โดยกำหนดค่า n เริ่มต้นเป็นค่าน้อย ๆ และเพิ่มขนาดขึ้นจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไข

๘. ทำขั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกกรณี

สามารถแสดงแผนภาพขั้นตอนการประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติได้ดังรูป 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานการหาขนาดตัวอย่างน้อยที่สุด กรณีการประมาณการแจกแจงทวินามด้วยการแจกแจงปกติ

3.2.2. <u>การประมาณการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติ</u>

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง

$$P(X=x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad ; \ x = 0,1,2,\ldots$$

พารามิเตอร์ คือ λ

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงปกติ

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \qquad ; -\infty < x < \infty$$

พารามิเตอร์ คือ $\mu = \lambda$ และ $\sigma^2 = \lambda$

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ α = 0.01, 0.05, และ 0.10

2. สร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามแบบการแจกแจงที่แท้จริง ณ พารามิเตอร์ที่กำหนด

3. หาสัดส่วนซึ่งเป็นค่าประมาณระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ $\hat{\alpha}$

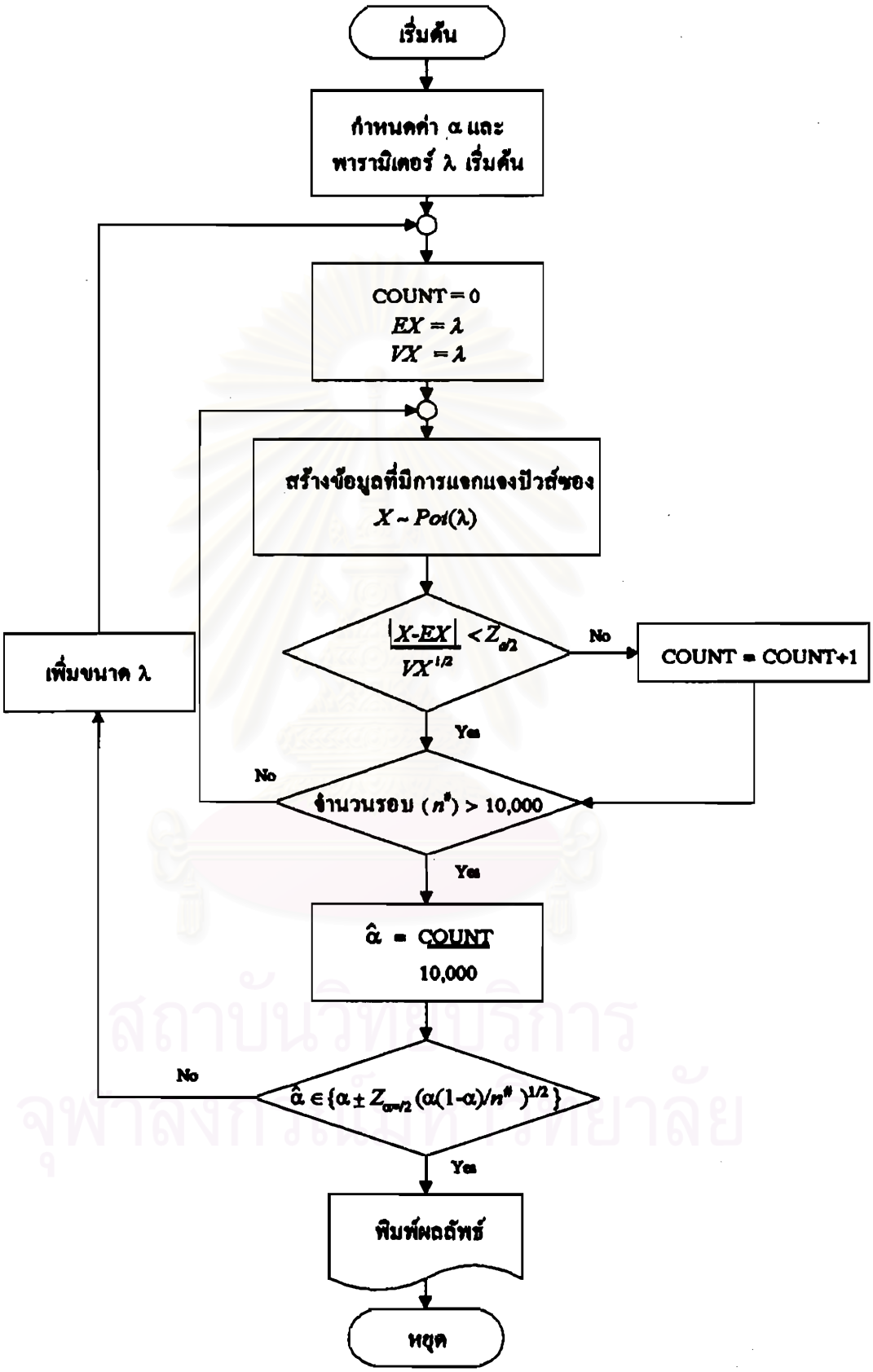
4. พิจารณาค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณได้ในข้อ 3. ($\hat{\alpha}$) ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้ การทดสอบทวินาม (Binomial Test) ณ ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม คือ 0.05

5. คัดเลือกค่า λ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวส์ซองที่น้อยที่สุดที่ทำให้การประมาณมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่กำหนด กล่าวคือ ค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณ ($\hat{\alpha}$) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการกำหนดค่า λ เริ่มต้นเป็นค่าน้อย ๆ และเพิ่มขนาดขึ้นจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไข

6. ทำขั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกกรณี

สามารถแสดงแผนภาพขั้นตอนการประมาณการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติได้ ดังรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานการหาขนาดตัวอย่างน้อยที่สุด กรณีการประมาณการแจกแจงปัวส์ซองด้วยการแจกแจงปกติ

3.2.3. <u>การประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงปกติ</u>

- ฟังก์ชันที่แท้จริง ได้แก่ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก

$$P(X=x) = \frac{\binom{M}{x}\binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad ; \; x = 0,1,2,\ldots,\text{Min}(n,M),$$

$x \leq M$ และ $n\text{-}x \leq N\text{-}M$

พารามิเตอร์ คือ n, N, M

- ฟังก์ชันที่ใช้ประมาณ ได้แก่ ฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงปกติ

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \quad ; \; -\infty < x < \infty$$

พารามิเตอร์ คือ $\mu = n\frac{M}{N}$ และ $\sigma^2 = \frac{n.(N-n)}{(N-1)}.\left(\frac{M}{N}\right)\left(1-\frac{M}{N}\right)$

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ α = 0.01, 0.05, และ 0.10

2. สร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามแบบการแจกแจงที่แท้จริง ณ พารามิเตอร์ที่กำหนด

3. หาสัดส่วนซึ่งเป็นค่าประมาณระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบ $\hat{\alpha}$

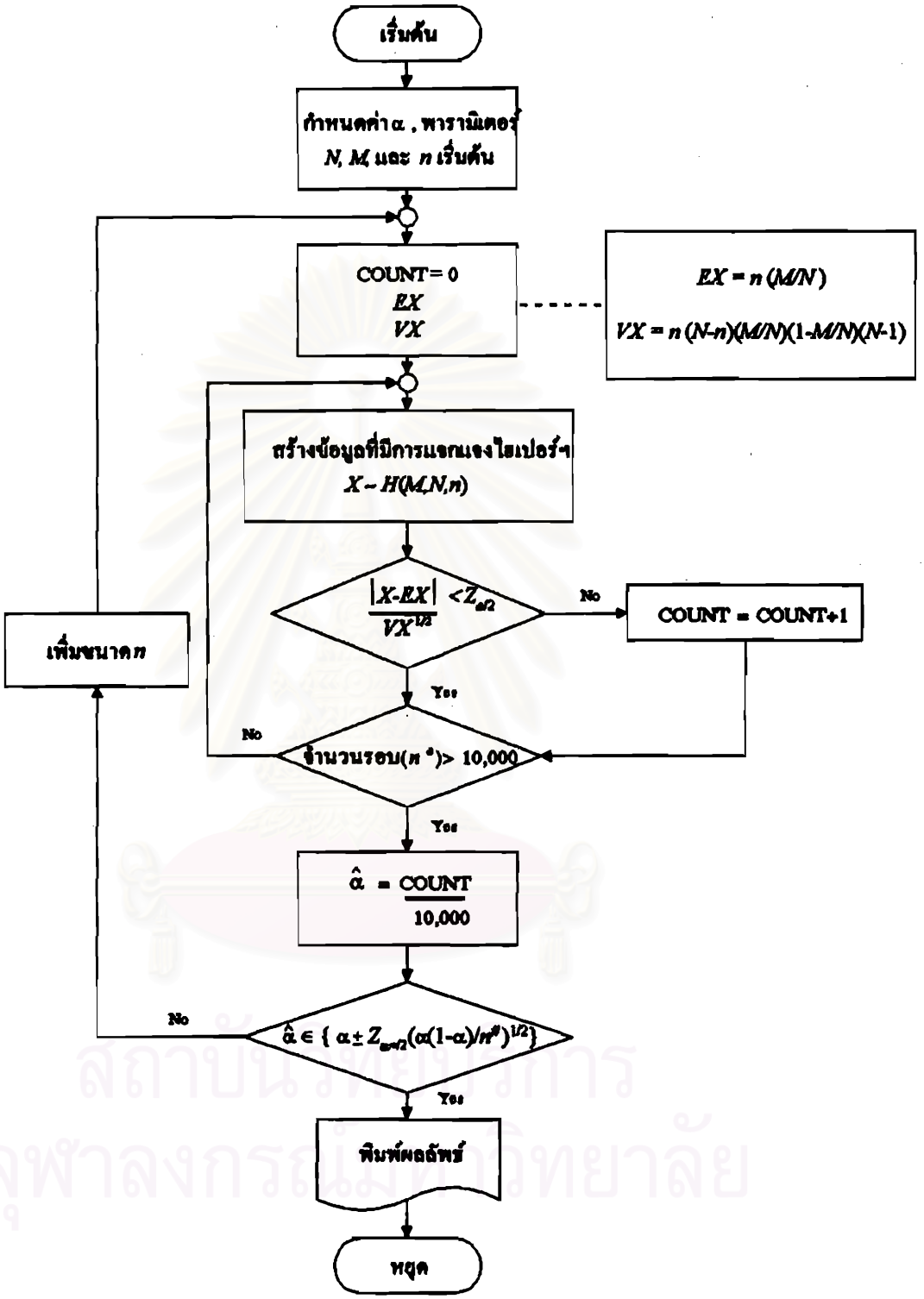
4. พิจารณาค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณได้ในข้อ 3. ($\hat{\alpha}$) ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้ การทดสอบทวินาม (Binomial Test) ณ ระดับนัยสำคัญของการทดสอบทวินาม คือ 0.05

5. ณ พารามิเตอร์ N, M ใด ๆ คัดเลือกค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก n น้อยที่สุดที่ทำให้การประมาณมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่กำหนด กล่าวคือ ค่าระดับนัยสำคัญของเกณฑ์การทดสอบที่แท้จริง (α) กับระดับนัยสำคัญที่ประมาณ ($\hat{\alpha}$) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการกำหนดค่า n เริ่มต้นเป็นค่าต่ำ ๆ และเพิ่มขนาดขึ้นจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไข

6. ทำขั้นตอนต่าง ๆ จนครบทุกกรณี

สามารถแสดงแผนภาพขั้นตอนการประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงปกติได้ ดังรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานการหาขนาดตัวอย่างน้อยที่สุด กรณีการประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริกด้วยการแจกแจงปกติ

3.3. <u>ทดสอบผลการศึกษาที่ได้ด้วย การทดสอบเทียบความกลมกลืนกันโดยใช้ไคสแควร์</u>

(Chi-Square Goodness-of-Fit Test)

หลังจากที่ได้ทราบถึงขนาดพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่จะทำให้การประมาณการแจกแจงมีความคลาดเคลื่อนตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว จะทำการพิจารณาด้วยการทดสอบการแจกแจง เพื่อยืนยันผลข้างต้น

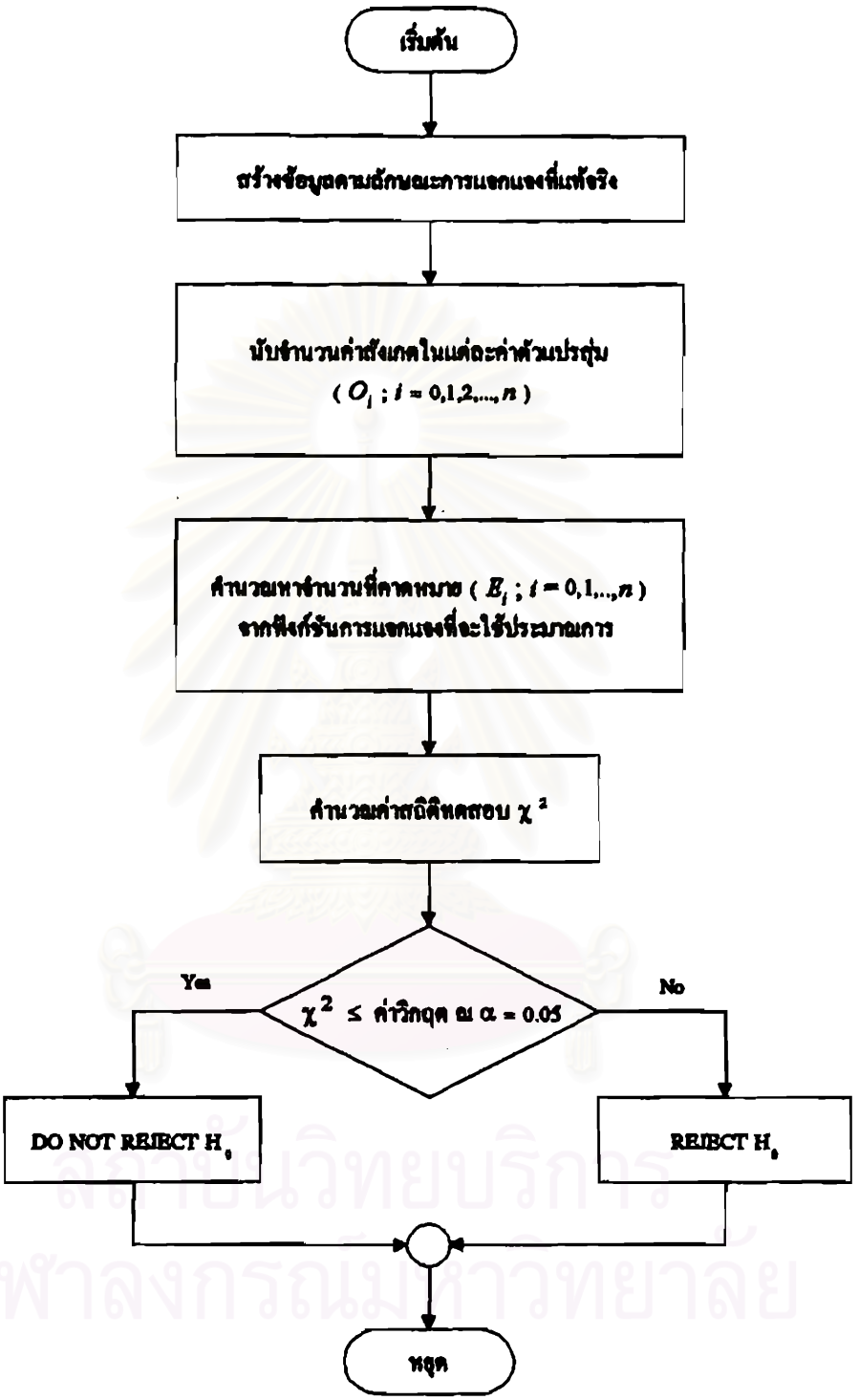
ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สร้างข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงตามการแจกแจงที่แท้จริง ณ พารามิเตอร์ที่เราสนใจทำการทดสอบ นับความถี่ของตัวแปรสุ่มแต่ละตัวที่เป็นไปได้เป็นค่าสังเกตที่ได้จากการทดลอง (O_i)

2. คำนวณหาจำนวนที่คาดหมายของค่าสังเกต (E_i) โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่จะใช้ประมาณการ

3. คำนวณค่าสถิติ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



<u>รูปที่ 3.6</u> แผนผังการทำงานของการทดสอบเทียบความกลมกลืนกัน

3.4 การสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงตามลักษณะการแจกแจงที่กำหนด

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการจำลอง (simulation) ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77)

3.4.1 การสร้างตัวเลขสุ่ม

การสร้างตัวแปรสุ่มเอกรูปในช่วง (0,1) ($U(0,1)$) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบอื่น ๆ สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างตัวแปรสุ่ม $U(0,1)$ ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ตัวเลขสุ่มของ IMSL (International Mathematics and Statistical Libraries) ที่ชื่อ LIRANDOM* ซึ่งสามารถเขียนเป็นโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน RAND ดังรูปที่ 3.7

```
FUNCTION     RAND(IX)
INTEGER      IX
IX = IX*16807
IF  (IX.LT.0)   IX = 1+(IX+2147843647)
RAND = IX
RAND = RAND*0.4656613E-9
RETURN
END
```

รูปที่ 3.7 แสดงโปรแกรมย่อยฟังชันที่ใช้ผลิตค่าเลขสุ่ม $U(0,1)$

คำอธิบาย

IX คือ ค่าเริ่มต้นที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรม ค่าของ IX จะเป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ ก็ได้ แต่ต้องไม่เกินค่า 2147483647

RAND คือ ค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0,1)

---

*ตัวผลิตเลขสุ่ม LIRANDOM คิดค้นโดย P.A.W.Lewis, A.S.Goodman และ J.M.Miller เมื่อปี ค.ศ. 1969 ต่อมาได้ถูกพัฒนาโดย G.P.Learmonth และ P.A.W.Lewis ในปี 1973

3.4.2. การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบทวินาม

สำหรับการสร้างค่าตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงทวินาม ได้เลือกใช้วิธีคอนโวลูชั่น[1] (convolution) ซึ่งมีหลักการโดยย่อเป็นดังนี้

1. ในการสร้างค่าตัวแปรสุ่ม X ให้มีการแจกแจงทวินาม ที่มีพารามิเตอร์ เท่ากับ (n,p) จะทำการสร้างตัวแปรสุ่ม $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ ซึ่งต่างเป็นอิสระจากกัน และมีการแจกแจงแบบแบร์นูลลี่ที่มีพารามิเตอร์ p เหมือนกัน

2. คำนวณค่าของตัวแปรสุ่ม X โดยเอาค่าของตัวแปรสุ่ม Y ทั้ง n ตัวมาบวกเข้าด้วยกัน ผลบวกที่ได้จะกำหนดให้เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม X

การสร้างค่าตัวแปรสุ่ม Y ให้มีการแจกแจงแบร์นูลลี่ ที่มีพารามิเตอร์เท่ากับ p สามารถทำได้โดย วิธีการแปลงย้อนกลับ[2] ซึ่งเขียนเป็นโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน JBER ดังรูปที่ 3.8

```
      FUNCTION    JBER(P,IX)
      U = RAND(IX)
      IF (U.LE.P)  GO TO 14
      JBER = 0
      GO TO 24
   14 JBER = 1
   24 RETURN
      END
```

รูปที่ 3.8 แสดงโปรแกรมย่อยฟังก์ชันที่ใช้ผลิตค่าตัวแปรสุ่มแบร์นูลลี่

---

[1] ศึกษาได้จาก Averill M.Law and W.David Kleton, Simulation Modeling and Analysis (New York : McGraw-Hill Book Co., 1982), P.249-250 และ P.266

[2] เรื่องเดียวกัน, หน้า 242-247 และหน้า 263

คำอธิบาย

P คือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความสำเร็จ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องป้อน เข้าโปรแกรมพร้อมกับค่าเริ่มต้น IX

JBER คือ ค่าของตัวแปรสุ่มแบร์นูลลี่ ที่มีพารามิเตอร์เท่ากับ p ที่ผลิตได้

โปรแกรมย่อยฟังก์ชัน NBINOM ในรูปที่ 3.9 แสดงการผลิตค่าตัวแปรสุ่ม X ตามวิธีคอนโวลูชัน

```
      FUNCTION    NBINOM(N,P,IX)
      M=0
      DO 4  I=1,N
      L = JBER(P,IX)
      M = M+L
    4 CONTINUE
      NBINOM = M
      RETURN
      END
```

รูปที่ 3.9 แสดงโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน ที่ใช้ผลิตค่าตัวแปรสุ่มทวินาม

คำอธิบาย

N และ P คือ ขนาดตัวอย่างและค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความสำเร็จ ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรมพร้อมค่าเริ่มต้น IX

NBINOM คือ ค่าของตัวแปรสุ่มทวินามที่มีพารามิเตอร์เท่ากับ (n,p) ที่ผลิตได้

3.4.3. การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง

สำหรับการสร้างค่าตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงปัวส์ซอง มีหลักการดังนี้

1. ในการสร้างตัวแปรสุ่ม ให้มีการแจกแจงปัวส์ซองที่มีพารามิเตอร์ เท่ากับ λ จะทำการสร้างค่าตัวแปรสุ่มดังโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน RAND ดังรูปที่ 3.7

2. ถ้าค่าผลคูณของตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรกมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $e^{-\lambda}$ แล้ว จะทำการเพิ่มค่าของตัวแปรสุ่ม X หลังจากนั้นย้อนกลับไปสร้าง ตัวแปรสุ่มจากโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน RAND ใหม่ จนกระทั่งค่าผลคูณของตัวแปรสุ่มจากโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน RAND น้อยกว่า $e^{-\lambda}$ ผลบวกที่ได้จะกำหนดให้เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม X

เขียนเป็นโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน NPOIS ดังรูปที่ 3.10

```
      FUNCTION      NPOIS(LAMDA,IX)
      INTEGER       X,N,POIS
      REAL          LAMDA
      X = 0
      A = EXP(-LAMDA)
      S = 1.0
4     U = RAND(IX)
      S = S*U
      IF (S-A) 9,7,7
7     X =X+1
      GO TO 4
9     NPOIS = X
      RETURN
      END
```

รูปที่ 3.10 แสดงโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน ที่ใช้ผลิตค่าตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง

คำอธิบาย

LAMDA คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรมพร้อมค่าเริ่มต้น IX

NPOIS คือ ค่าของตัวแปรสุ่มปัวส์ซองที่มีพารามิเตอร์เท่ากับ λ ที่ผลิตได้

3.4.4. <u>การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก</u>

สำหรับการสร้างค่าตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก มีหลักการดังนี้

1. ในการสร้างตัวแปรสุ่ม X ให้มีการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก ที่มีค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ N, M, n จะกำหนดให้ NIPOP เท่ากับ ขนาดประชากรทั้งหมด และ G เท่ากับ ขนาดประชากรย่อยที่สนใจ

2. สร้างค่าตัวแปรสุ่มดังโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน RAND ดังรูปที่ 3.7

3. ถ้าค่าของตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรกมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $\frac{G}{NIPOP}$ แล้ว จะทำการเพิ่มค่าของตัวแปรสุ่ม X และ กำหนดให้ G = G-1

4. กำหนดให้ NIPOP = NIPOP-1

5. ทำการซ้ำวนข้อ 2. จำนวน n รอบ (ค่า n คือขนาดตัวอย่างซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก)

6. ผลบวกที่ได้จะเป็นค่าของตัวแปรสุ่ม X

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขียนโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน NHYPER ดังรูปที่ 3.11

```
      FUNTION      NHYPER(IPOP,ISPOP,N,IX)
      INTEGER      X,C,G
      NIPOP = IPOP
      X = 0
      G = ISPOP
      C = IPOP-G
      DO  100  I=1,N
       U = RAND(IX)
       IF  (U.LE.((G*1.0)/NIPOP))  THEN
        X = X+1
        ID = 1
       ELSE
        ID = 0
       ENDIF
       G = G-ID
       NIPOP = NIPOP-1
  100 COTINUE
      NHYPER = X
      RETURN
      END
```

รูปที่ 3.11 แสดงโปรแกรมย่อยฟังก์ชัน ที่ใช้ผลิตค่าตัวแปรสุ่มไฮเปอร์จีออเมตริก

คำอธิบาย

IPOP,ISPOP,N คือ ขนาดประชากรทั้งหมด, ขนาดประชากรย่อยที่สนใจ, และขนาดตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรมพร้อมค่าเริ่มต้น IX

NHYPER คือ ค่าของตัวแปรสุ่มไฮเปอร์จีออเมตริกที่มีพารามิเตอร์เท่ากับ (IPOP,ISPOP,N) ที่ผลิตได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย