บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยต้องการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประมาณแบบช่วงของผลต่างค่าสัดส่วนของสองประชากรทั้ง 4 วิธี คือ

1. วิธีการประมาณแบบฉบับ (The Classical Method)
2. วิธีการประมาณของนิวคอมบ์ (The Newcombe's Confidence Interval)
3. วิธีการประมาณของเจฟฟรีย์ (The Jeffrey 's Confidence Interval)
4. วิธีการประมาณแบบจัดค่ากลางใหม่ (The Recentered Confidence Interval)

ในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณแบบช่วงแต่ละวิธี ขั้นตอนแรกจะทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองที่ได้จากแต่ละวิธีการประมาณก่อน แล้วจึงคัดเลือกวิธีการประมาณที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด จากนั้นจะหาค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นของแต่ละวิธีการประมาณเพื่อเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Method) โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (Fortran) ในการจำลองซ้ำ 1,000 รอบในแต่ละสถานการณ์การทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ส่วนรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยจะแสดงไว้ในภาคผนวก

3.1 ข้อกำหนดของการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบดังนี้

1. กำหนดระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับคือ 90%, 95%, 99%
2. ในแต่ละระดับความเชื่อมั่น กำหนดขนาดตัวอย่างของสองประชากร (n_1, n_2) ดังนี้

1) ขนาดตัวอย่างของสองประชากรมีค่าเท่ากัน $(n_1 = n_2)$

(5,5), (10,10), (20,20), (30,30), (40,40), (50,50), (60,60), (70,70)

2) ขนาดตัวอย่างของสองประชากรมีค่าไม่เท่ากัน โดยที่ $n_1 > n_2$ จำแนกตามเปอร์เซ็นต์ผลต่างระหว่างขนาดตัวอย่างของสองประชากรได้ดังนี้

- 20%: (6,5), (12,10), (24,20), (36,30), (48,40), (60,50), (72,60), (84,70)

- 40%: (7,5), (14,10), (28,20), (42,30), (56,40), (70,50), (84,60), (98,70)
- 60%: (8,5), (16,10), (32,20), (48,30), (64,40), (80,50), (96,60), (112,70)
- 80%: (9,5), (18,10), (36,20), (54,30), (72,40), (90,50), (108,60), (126,70)
- 100%: (10,5), (20,10), (40,20), (60,30), (80,40), (100,50), (120,60), (140,70)
- 140%: (12,5), (24,10), (48,20), (72,30), (96,40), (120,50), (144,60), (168,70)
- 180%: (14,5), (28,10), (56,20), (84,30), (112,40), (140,50), (168,60), (196,70)
- 200%: (15,5), (30,10), (60,20), (90,30), (120,40), (150,50), (180,60), (210,70)

3. ในแต่ละระดับความเชื่อมั่น และแต่ละระดับขนาดตัวอย่างของสองประชากร จะแปรค่าผลต่างของค่าสัดส่วนประชากร $(p_1 - p_2)$ ทั้งหมด 9 ค่า กล่าวคือ $p_1 - p_2$ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 0.8 โดยที่ $p_1 - p_2$ มีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 0.1 และค่า p_1, p_2 มีค่าตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.9 โดยที่ค่า p_1, p_2 มีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 0.1 และกำหนดให้ $p_1 \geq p_2$ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.1, 0.1), (0.2, 0.2), (0.3,0.3), (0.4,0.4), (0.5,0.5), (0.6,0.6), (0.7,0.7), (0.8,0.8), (0.9,0.9)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.1$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.2, 0.1), (0.3, 0.2), (0.4,0.3), (0.5,0.4), (0.6,0.5), (0.7,0.6), (0.8,0.7), (0.9,0.8)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.2$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.3, 0.1), (0.4, 0.2), (0.5,0.3), (0.6,0.4), (0.7,0.5), (0.8,0.6), (0.9,0.7)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.3$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.4, 0.1), (0.5, 0.2), (0.6,0.3), (0.7,0.4), (0.8,0.5), (0.9,0.6)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.4$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.5, 0.1), (0.6, 0.2), (0.7,0.3), (0.8,0.4), (0.9,0.5)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.5$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.6, 0.1), (0.7, 0.2), (0.8,0.3), (0.9,0.4)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.6$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.7, 0.1), (0.8, 0.2), (0.9,0.3)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.7$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.8, 0.1), (0.9, 0.2)
- เมื่อ $p_1 - p_2 = 0.8$ จะได้ (p_1, p_2) : (0.9, 0.1)

ดังนั้นจำนวนสถานการณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ซึ่งเท่ากันในทุกกรณีของขนาดตัวอย่าง)

$$= 3 \times 8 \times (9+8+7+6+5+4+3+2+1)$$

$$= 3 \times 8 \times 45$$

$= 1{,}080$ สถานการณ์

โดยการเปรียบเทียบจะทำการเปรียบเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น และค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จากวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี เพื่อหาวิธีการประมาณที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ต่อไป

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

สำหรับการดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2 คำนวณช่วงความเชื่อมั่นด้วยวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี

3.2.3 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น และค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น

3.2.4 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น

3.2.5 สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.2.1. <u>การสร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย</u>

การสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงตามลักษณะที่ต้องการศึกษานั้น จะต้องใช้เลขสุ่ม (Random number) ซึ่งมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0, 1) เป็นพื้นฐานในการสร้าง โดยในการวิจัยครั้งนี้ต้องการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแบร์นูลลี และมีขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างเลขสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงเอกรูปในช่วง [0,1][1]

วิธีการคณิตศาสตร์ในการจำลองเลขสุ่ม(เทียม) มีหลายวิธีการ สำหรับวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ วิธีสมภาค (Congruential Method) ซึ่งมีสูตรหรือตัวแบบหนึ่งที่ใช้กันมาก คือ

$$X_i = (c + aX_{i-1}) \bmod m , \quad i = 1, 2, \ldots$$

โดยที่ค่า c , a และ m เป็นค่าคงที่จำนวนเต็มค่าไม่เป็นลบ และความหมายของตัวแบบ คือ X_i เป็นเศษเหลือที่เป็นจำนวนเต็มที่ได้จากการหาร $(c + aX_{i-1})$ ด้วย m นั่น

---

[1] มานพ วราภักดิ์, <u>การจำลองเบื้องต้น</u> (กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547), หน้า 43.

คือ $X_i = c + aX_{i-1} - mk_i$ ซึ่ง $k_i = \lfloor (c + aX_{i-1})/m \rfloor$ (หมายถึง จำนวนเต็มใหญ่ที่สุดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับผลหาร $(c + aX_{i-1})/m$) ดังนั้นค่าเป็นไปได้ของ X_i คือ 0 , 1 , ... , m-1 และก่อนที่จะได้ค่าของ X_1 , X_2 , ... ต้องกำหนดค่าของ c , a , m และ X_0 เราเรียก X_0 ว่า ซีด (seed) หรือค่าเริ่มต้น (starting value) จาก X_i ที่ได้จากการคำนวณนำมาหาค่า R_i ซึ่ง

$$R_i = \frac{X_i}{m} \quad , i = 1 , 2 , \ldots \qquad \text{..........(3.1)}$$

จะได้ R_i มีค่าอยู่ในช่วง [0,1) เรียก R_1 , R_2 , ... ว่า เลขสุ่มเทียม หรือ เลขสุ่มคล้าย

ตัวแบบจำลองสมภาคแบบผลคูณที่ใช้กันมากตัวแบบหนึ่ง ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติแล้วหลายประการ คือ กำหนด c = 0, m = 2^{31}-1 = 2147483647, a = 7^5 = 16807 และ X_0 เป็นจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน m (ควรเป็นเลขคี่) ฟังก์ชันการจำลองเลขสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงเอกรูปในช่วง [0,1] คือ subroutine random

2) การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจงแจงแบบแบร์นูลลี[1]

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบแบร์นูลลี (Bernoulli Distribution) ด้วยพารามิเตอร์ p เขียนแทนด้วย $X \sim B(1, p)$ และมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น

$$p(x) = p^x q^{1-x} \ , \ x = 0,1 \, ; \ q = 1 - p \ , \ 0 \le p \le 1$$

จะได้ว่า $E(X) = p$ และ $Var(X) = pq$

ตัวแปรสุ่มแบร์นูลลีแทนผลการทดลองสุ่ม หรือเหตุการณ์สุ่ม ซึ่งจำแนกได้เป็นสองผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น สำเร็จหรือล้มเหลว โดยให้ $X = 1$ ถ้าเกิดผลสำเร็จ และให้ $X = 0$ ถ้าเกิดผลล้มเหลว ส่วนพารามิเตอร์ p ในการแจกแจงคือ $P(X = 1)$ ซึ่งมักจะหมายถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลสำเร็จหรือเกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ

การจำลองหรือการสร้างตัวแปรสุ่ม X_{ij} , $i = 1,2$ ที่มีการแจกแจงแบบแบร์นูลลีของสองประชากรที่เป็นอิสระกัน ทำได้ดังนี้

<u>ประชากรที่ 1</u> การจำลองข้อมูล $X_{11}, X_{12}, \ldots, X_{1n_1}$ จำนวน n_1 ค่าจากประชากรที่ 1 ซึ่งมีการแจกแจงแบบ $Ber(p_1)$ โดยที่ p_1 เท่ากับค่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรที่ 1 และมีขั้นตอนในการจำลองดังนี้

---

[1] เรื่องเดียวกัน ,หน้า 171.

(1) สำหรับ $j = 1$ ถึง n_1 ทำขั้นตอน (2) ถึง (3)

(2) จำลองเลขสุ่ม $R_j \sim U(0,1)$

(3) ถ้า $R_j \le p_1$ ให้ $X_{1j} = 1$ มิฉะนั้นให้ $X_{1j} = 0$

ในทำนองเดียวกัน ทำการจำลองข้อมูล $X_{21}, X_{22}, ..., X_{2n_2}$ จำนวน n_2 ค่าจากประชากรที่ 2 ซึ่งมีการแจกแจงแบบ $Ber(p_2)$ โดยที่ p_2 เท่ากับค่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรที่ 2 และมีขั้นตอนในการจำลองดังนี้

(1) สำหรับ $j = 1$ ถึง n_2 ทำขั้นตอน (2) ถึง (3)

(2) จำลองเลขสุ่ม $W_j \sim U(0,1)$

(3) ถ้า $W \le p_2$ ให้ $X_{2j} = 1$ มิฉะนั้นให้ $X_{2j} = 0$

โดยที่ R_j และ W_j เป็นเลขสุ่มที่ได้มาจากสมการ (3.1) ในขั้นตอนการสร้างเลขสุ่ม

3) การคำนวณค่าสัดส่วนตัวอย่างของสองประชากร

เมื่อจำลองได้ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแบร์นูลลีในแต่ละประชากรแล้ว ให้นำค่าตัวแปรสุ่มในแต่ละประชากรมาบวกเข้าด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>ประชากรที่ 1</u> กำหนดให้ $Y_1 = X_{11} + X_{12} + ... + X_{1n_1} = \sum_{j=1}^{n_1} X_{1j}$ ....(3.2)

หรือก็คือจำนวนผลสำเร็จจากการทดลอง n_1 ครั้ง

<u>ประชากรที่ 2</u> กำหนดให้ $Y_2 = X_{21} + X_{22} + ... + X_{2n_2} = \sum_{j=1}^{n_2} X_{2j}$ ....(3.3)

หรือก็คือจำนวนผลสำเร็จจากการทดลอง n_2 ครั้ง

โดยที่ $X_{1j}, j = 1,2,...,n_1; X_{2j}, j = 1,2,...,n_2$ เป็นตัวแปรสุ่มของประชากรที่1 และ 2 ตามลำดับที่ได้จากขั้นตอนการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแบร์นูลลี และจะได้ว่าค่า Y_1, Y_2 มีการแจกแจงแบบทวินาม นั่นคือ $Y_1 \sim B(n_1, p_1)$, $Y_2 \sim B(n_2, p_2)$

นำค่า Y_1, Y_2 ที่ได้จากสมการ (3.2) และ (3.3) มาคำนวณหาค่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจของข้อมูลตัวอย่างของสองประชากร ดังนี้

$$\hat{p}_i = \frac{Y_i}{n_i}, i = 1,2 \qquad \text{..........(3.4)}$$

โดยที่ $\hat{p}_i, i = 1,2$ เป็นค่าสัดส่วนตัวอย่างของประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

และ $n_i, i = 1,2$ เป็นขนาดตัวอย่างของประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

3.2.2 <u>การคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี</u>

ในการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นสำหรับผลต่างระหว่างค่าสัดส่วนของสองประชากรตามสูตรของแต่ละวิธีการประมาณ ทำได้ดังนี้

1) วิธีการประมาณแบบฉบับ (The Classical Method)

ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ โดยประมาณ สำหรับ $p_1 - p_2$ คือ

$$(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) \pm Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}$$

โดยที่ค่า $\hat{p}_i, i = 1,2$ ได้จากสมการ (3.4) และ $\hat{q}_i = 1 - \hat{p}_i$

2) วิธีการประมาณของนิวคอมบ์ (The Newcombe 's Confidence Interval)

ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ โดยประมาณ สำหรับ $p_1 - p_2$ คือ

$$\left(\hat{p}_1 - \hat{p}_2 - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{l_1(1-l_1)}{n_1} + \frac{u_2(1-u_2)}{n_2}}, \hat{p}_1 - \hat{p}_2 + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{u_1(1-u_1)}{n_1} + \frac{l_2(1-l_2)}{n_2}}\right)$$

โดยที่ค่า (l_1, u_1) เท่ากับ

$$\left(\frac{\hat{p}_1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n_1} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)/n_1 + Z^2_{1-\alpha/2}/4n_1^2}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n_1}}, \frac{\hat{p}_1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n_1} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)/n_1 + Z^2_{1-\alpha/2}/4n_1^2}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n_1}}\right)$$

ค่า (l_2, u_2) เท่ากับ

$$\left(\frac{\hat{p}_2 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n_2} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)/n_2 + Z^2_{1-\alpha/2}/4n_2^2}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n_2}}, \frac{\hat{p}_2 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n_2} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)/n_2 + Z^2_{1-\alpha/2}/4n_2^2}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n_2}}\right)$$

และค่า $\hat{p}_i, i = 1,2$ ได้จากสมการ (3.4) และ $\hat{q}_i = 1 - \hat{p}_i$

3) วิธีการประมาณของเจฟฟรีย์ (The Jeffrey 's Confidence Interval)

ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ โดยประมาณ สำหรับ $p_1 - p_2$ คือ

$$\left(\tilde{p}_1 - \tilde{p}_2 \pm Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{\tilde{p}_1\tilde{q}_1}{n_1} + \frac{\tilde{p}_2\tilde{q}_2}{n_2}}\right)$$

โดยที่ $\tilde{p}_1 = \dfrac{(Y_1 + 1/2)}{(n_1 + 1)}$, $\tilde{q}_1 = 1 - \tilde{p}_1$

$$\tilde{p}_2 = \frac{(Y_2 + 1/2)}{(n_2 + 1)},\ \tilde{q}_2 = 1 - \tilde{p}_2$$

และ ค่า Y_1, Y_2 ได้จากสมการ (3.2) และ (3.3) ตามลำดับ

4) วิธีการประมาณแบบจัดค่ากลางใหม่ (The Recentered Confidence Interval)

ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ โดยประมาณ สำหรับ $p_1 - p_2$ คือ

$$\left(\frac{\hat{\Delta}}{1 + t^2/(n_1 + n_2)} \pm \frac{t\sqrt{[1 + t^2/(n_1 + n_2)][(1/n_1 + 1/n_2)\tilde{p}\tilde{q} - \hat{\Delta}^2/(n_1 + n_2)]}}{1 + t^2/(n_1 + n_2)}\right)$$

$$\tilde{p} = \begin{cases} \Delta n_2/(n_1 + n_2) & \text{ถ้า} \quad \hat{p} < \Delta n_2/(n_1 + n_2) \\ \hat{p} & \text{ถ้า} \quad \Delta n_2/(n_1 + n_2) \le \hat{p} \le 1 - \Delta n_1/(n_1 + n_2) \\ 1 - \Delta n_1/(n_1 + n_2) & \text{ถ้า} \quad \hat{p} > \Delta n_1/(n_1 + n_2) \end{cases}$$

โดยที่ $\hat{\Delta} = \hat{p}_1 - \hat{p}_2$, $t = t_{1-\alpha/2}$

และค่า $\hat{p}_i, i = 1,2$ ได้จากสมการ (3.4) และ $\hat{q}_i = 1 - \hat{p}_i$

3.2.3 <u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นของวิธีการประมาณทั้ง 4 วิธี</u>

เมื่อทำการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของแต่ละวิธี ที่แต่ละระดับความเชื่อมั่นและแต่ละระดับค่าพารามิเตอร์ $[(n_1, p_1), (n_2, p_2)]$ ได้แล้ว ให้ทำการตรวจสอบว่าช่วงความเชื่อมั่นที่ได้นี้คลอบคลุมพารามิเตอร์ $p_1 - p_2$ หรือไม่ หากช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้คลอบคลุมค่าพารามิเตอร์ $p_1 - p_2$ จะทำการนับจำนวนครั้งแล้วบวกสะสมไว้ โดยแต่ละระดับ $[(n_1, p_1), (n_2, p_2)]$ จะทำการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นและตรวจสอบซ้ำ 2,000 ครั้งในแต่ละ

สถานการณ์ ผลบวกสะสมที่ได้คือจำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นคลอบคลุมค่า $p_1 - p_2$ ซึ่งจะนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดลองดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดลอง

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นคลอบคลุมค่าพารามิเตอร์ } p_1 - p_2}{2{,}000}$$

เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองแล้ว ในขั้นต่อไปจะทำการคำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น ซึ่งจะทำการคำนวณเฉพาะในสถานการณ์ที่ช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้คลอบคลุมค่าพารามิเตอร์ $p_1 - p_2$ เท่านั้น โดยคำนวณหาผลต่างระหว่างขีดจำกัดความเชื่อมั่นบนและล่างของช่วงความเชื่อมั่น นำผลต่างที่ได้มาบวกสะสมไว้ ทำจนครบ 2,000 ครั้ง นำไปคำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นดังนี้

ค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น

$$= \frac{\text{ผลรวมของผลต่างระหว่างขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่างของช่วงความเชื่อมั่นทั้งหมด 2,000 ช่วง}}{2{,}000}$$

3.2.4 <u>เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น</u>

ในการพิจารณาว่าวิธีการใดให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด ผู้วิจัยจะอาศัยการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวสถิติ Z ดังนี้ ถ้าวิธีการประมาณใดให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของช่วงความเชื่อมั่นจากการทดลองในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.8890, 0.9420 และ 0.9863 ตามลำดับ (รายละเอียดการคำนวณค่าเหล่านี้ ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.5) เราจะสรุปได้ว่าวิธีการประมาณนั้นให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนดในสถานการณ์นั้น

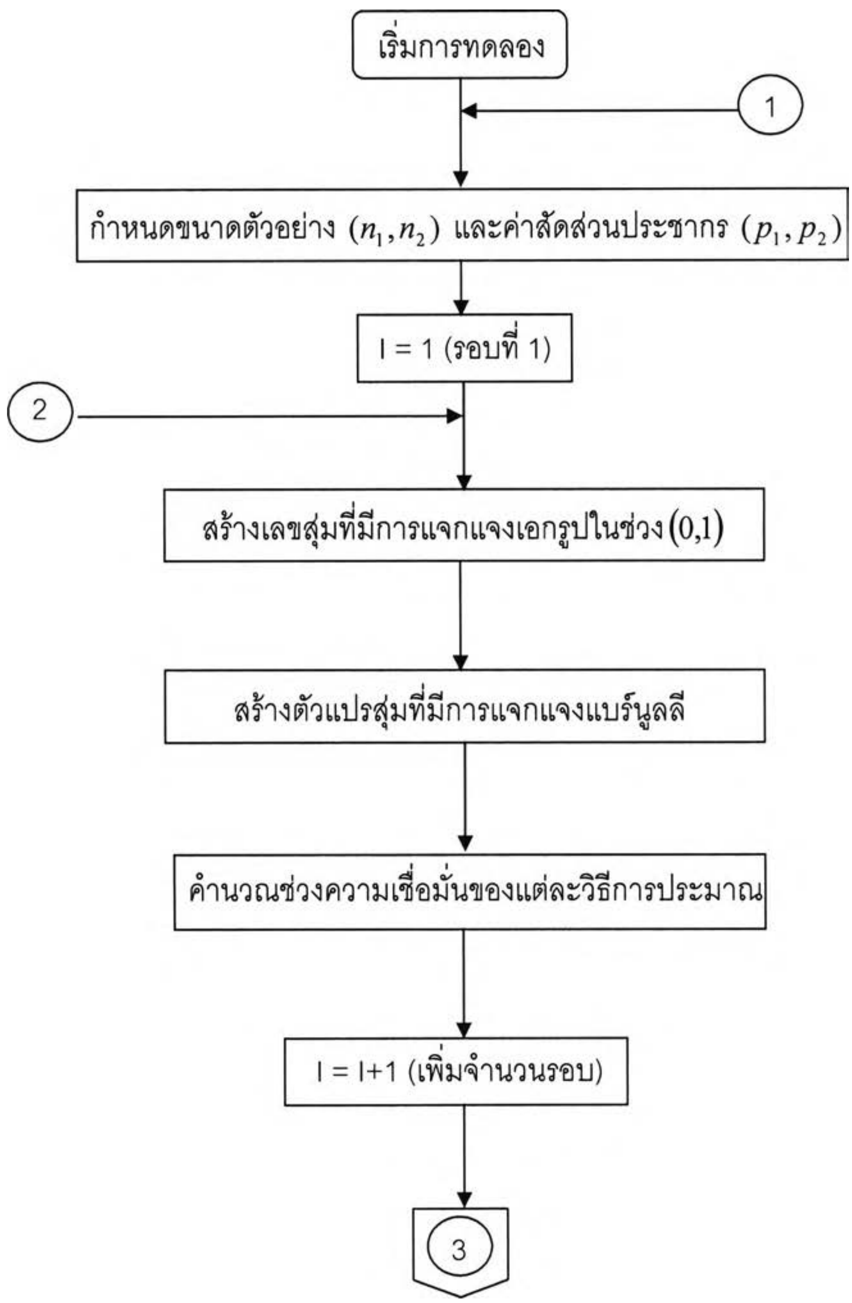
เมื่อทำการทดลองและตรวจสอบแล้วทราบว่า วิธีการประมาณใดให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนดในแต่ละสถานการณ์ ให้นำมาเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นว่าวิธีการประมาณวิธีใด ให้ค่าความยาวเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละสถานการณ์

3.2.5 <u>สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์</u>

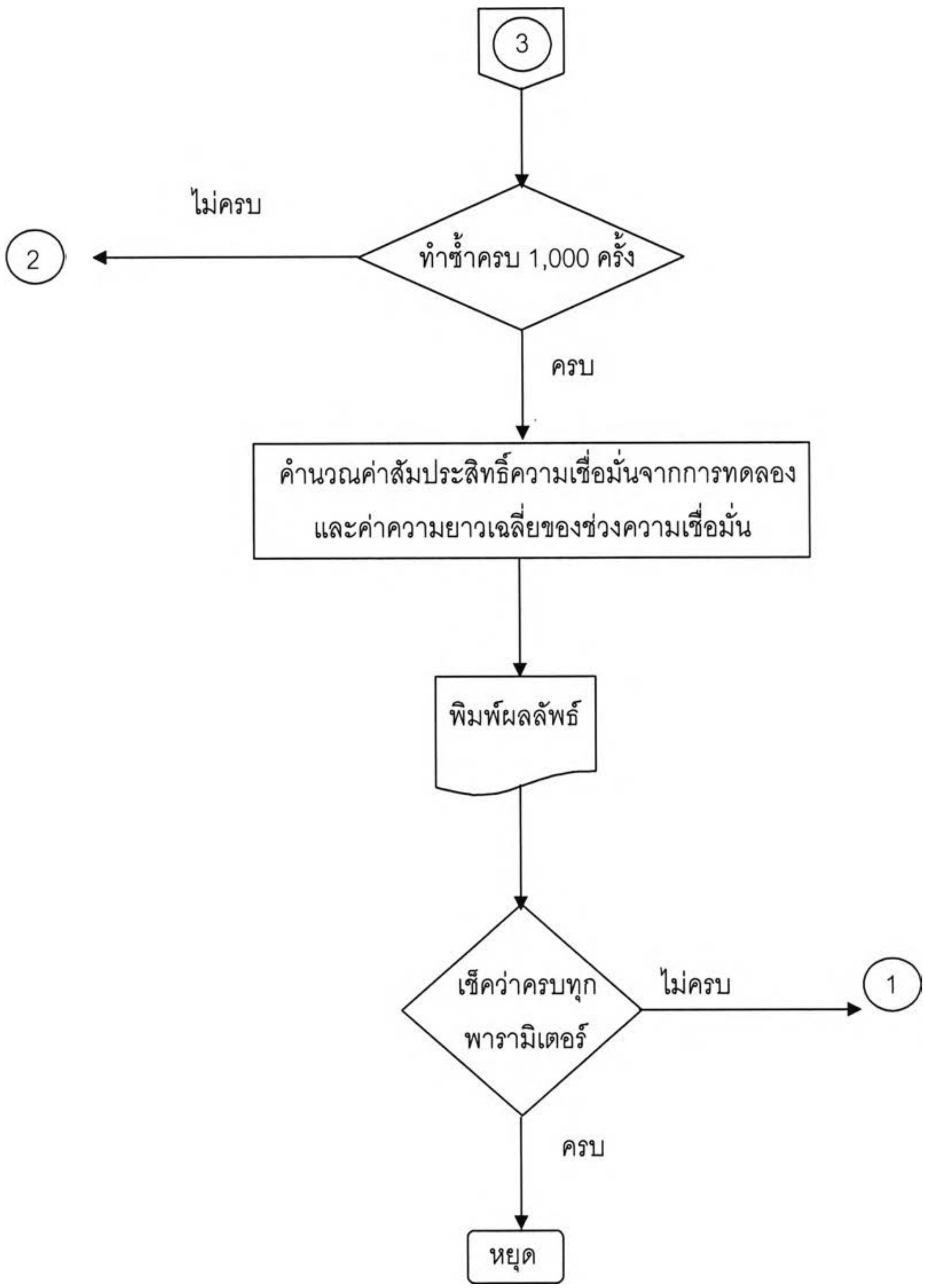
เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นสำหรับแต่ละสถานการณ์ทดลองแล้ว จะทำการสรุปผลการทดลองว่าวิธีการประมาณใดที่เหมาะสมกับการประมาณค่าในสถานการณ์นั้นๆ

3.3 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม

สำหรับขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลอง และค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น สามารถสรุปเป็นผังงานได้ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1


3
ไม่ครบ
2
ทำซ้ำครบ 1,000 ครั้ง
ครบ
คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลอง
และค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น
พิมพ์ผลลัพธ์
เช็คว่าครบทุก
พารามิเตอร์
ไม่ครบ
1
ครบ
หยุด

รูปที่ 3.1 (ต่อ)