บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัดส่วนประชากรแบบช่วงทั้ง 5 วิธี ประกอบด้วย วิธีปกติ วิธีแปลงแบบอาร์คไซน์ วิธีสคอร์ วิธีป้วส์ซอง และวิธีเอฟ เพื่อหาวิธีการประมาณที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ นั่นคือให้ค่าระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดและให้ค่าความยาวโดยเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงต่ำที่สุด โดยจะทำการเปรียบเทียบที่ระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับคือ 90%, 95% และ 99% ขนาดตัวอย่างมีค่า 2 ถึง 50 ค่าสัดส่วนประชากรมีค่า 0.01(0.01)0.09 และ 0.10(0.05)0.50 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรน 77

สำหรับแผนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย เสนอเป็นรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อการเปรียบเทียบดังนี้

3.1.1 กำหนดขนาดตัวอย่าง (n) มีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 50

3.1.2 กำหนดค่าสัดส่วนประชากร (p) มีค่า 0.01(0.01)0.09 และ 0.10(0.05)0.50

3.1.3 กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ คือ 90 % , 95 % และ 99 %

ดังนั้น มีจำนวนสถานการณ์ที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น = 49 x 18 x 3

= 2,646 สถานการณ์

โดยที่ในแต่ละสถานการณ์ทดลอง จะทำการเปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงที่คำนวณจากวิธีประมาณทั้ง 5 วิธีดังกล่าว เพื่อหาวิธีประมาณค่าเหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละสถานการณ์ต่อไป

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

สำหรับการดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
3.2.2 คำนวณค่าประมาณแบบช่วง
3.2.3 คำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลอง
3.2.4 คำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง
3.2.5 เปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่น และค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง
3.2.6 สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยต้องใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการจำลองข้อมูล จึงต้องเริ่มตั้งแต่การสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0,1) เพื่อนำไปใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินามต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

การสร้างตัวเลขสุ่ม

การสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0,1) ได้สร้างเป็นฟังก์ชันย่อยคือ

FUNCTION RAND (IX)	รายละเอียดแสดงในภาคผนวกหน้า 179

คำอธิบาย

IX คือ ค่าเริ่มต้นที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรม โดยต้องเป็นเลขจำนวนเต็มบวกใด ๆ ที่มีค่าไม่เกิน 2147483647

RAND คือ ค่าของตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูปในช่วง (0,1) 1 ค่า

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินาม

สำหรับการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินาม 1 ค่า มีหลักในการสร้างดังนี้

1. ในการสร้างตัวแปรสุ่ม Y ให้มีการแจกแจงทวินามที่มีพารามิเตอร์ n และ p สามารถทำได้โดยการสร้างตัวแปรสุ่มแบร์นูลลีที่มีพารามิเตอร์ p จำนวน n ตัว ซึ่งต่างก็เป็นอิสระต่อกัน กำหนดให้เป็น $X_1, X_2, ..., X_n$ โดยค่าของตัวแปรสุ่มแบร์นูลลีแต่ละตัวได้จากการนำค่าของตัวเลขสุ่มมาสร้างเงื่อนไข คือจะนับเป็นผลสำเร็จถ้าค่าเลขสุ่มนั้นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าพารามิเตอร์ p สำหรับการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบร์นูลลี 1 ค่า ได้สร้างเป็นฟังก์ชันย่อยคือ

FUNCTION BER(P,IX) รายละเอียดแสดงในภาคผนวกหน้า **178**

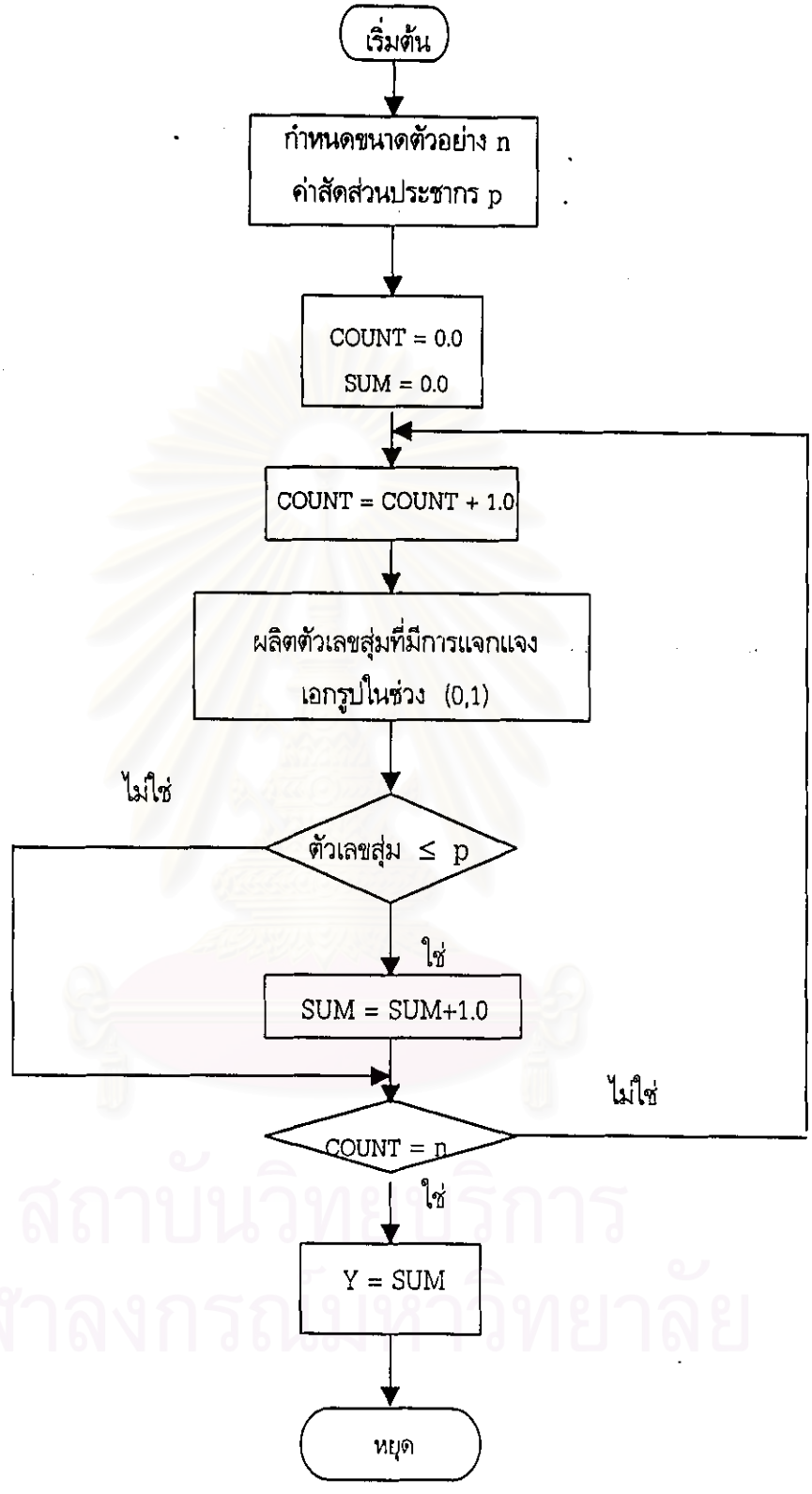
คำอธิบาย

P คือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความสำเร็จ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องป้อนเข้าโปรแกรมพร้อมกับค่าเริ่มต้น IX ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าให้มีเท่ากับ 0.01(0.01)0.09 และ 0.10(0.05)0.50

BER คือ ค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบร์นูลลี 1 ค่า

2. เมื่อได้ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบร์นูลลีโดยมีพารามิเตอร์คือ p จำนวน n ตัวแล้วจะนำค่าของ $X_1, X_2, ..., X_n$ มาบวกเข้าด้วยกัน ผลบวกที่ได้จะกำหนดให้เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม Y หรือก็คือจำนวนผลสำเร็จจากการทดลอง n ครั้ง และจากขั้นตอนนี้จะได้ตัวแปรสุ่ม Y ที่มีการแจกแจงทวินามโดยมีพารามิเตอร์คือ n และ p

สำหรับขั้นตอนการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินาม 1 ค่า สรุปเป็นผังงานได้ดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงผังงานสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มทวินาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 คำนวณค่าประมาณแบบช่วง

เมื่อสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงทวินาม โดยมีพารามิเตอร์คือ n และ p ได้ 1 ค่า สมมติเป็น y จะได้ค่าสัดส่วนตัวอย่างคือ $\hat{p} = y/n$ ซึ่งค่าเหล่านี้จะใช้ในคำนวณค่าประมาณแบบช่วงจากวิธีประมาณทั้ง 5 วิธี ดังนี้

3.2.2.1 วิธีปกติ มีสูตรการประมาณ คือ

$$p_L = \hat{p} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}\,(1-\hat{p})/n}$$

$$p_U = \hat{p} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}\,(1-\hat{p})/n}$$

3.2.2.2 วิธีแปลงแบบอาร์คไซน์ มีสูตรการประมาณ คือ

$$p_L = \sin^2\left[\arcsin\sqrt{\hat{p}} - \frac{Z_{1-\alpha/2}}{2\sqrt{n}}\right]$$

$$p_U = \sin^2\left[\arcsin\sqrt{\hat{p}} + \frac{Z_{1-\alpha/2}}{2\sqrt{n}}\right]$$

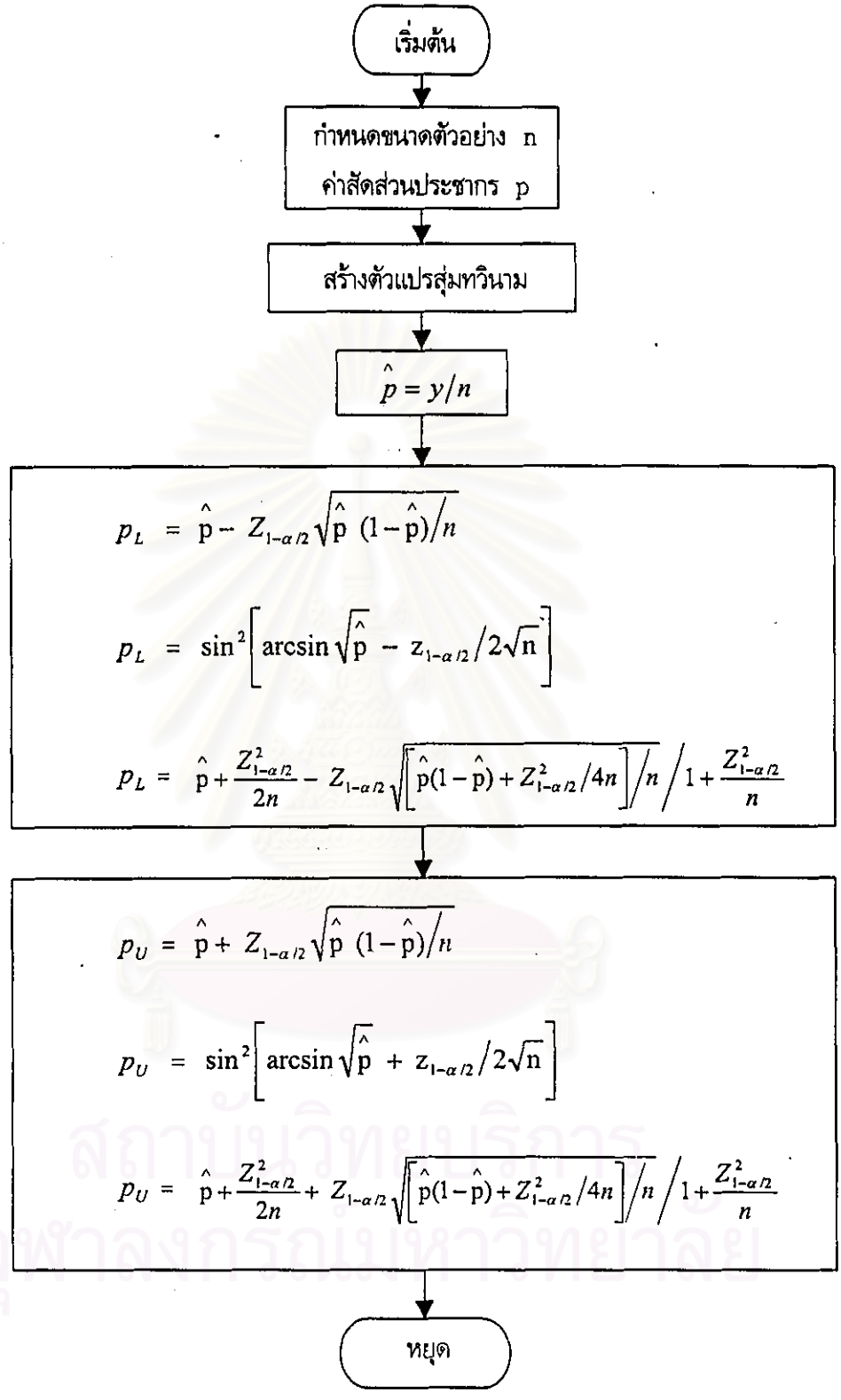
3.2.2.3 วิธีสคอร์ มีสูตรการประมาณ คือ

$$p_L = \frac{\hat{p} + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\left[\hat{p}(1-\hat{p}) + Z^2_{1-\alpha/2}/4n\right]/n}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n}}$$

$$p_U = \frac{\hat{p} + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\left[\hat{p}(1-\hat{p}) + Z^2_{1-\alpha/2}/4n\right]/n}}{1 + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n}}$$

ผังงานสำหรับการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงจากการประมาณโดยวิธีประมาณ 3 วิธีข้างต้น แสดงดังรูป 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 แสดงผังงานการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงจากการประมาณโดยวิธีปกติ วิธีแปลงแบบอาร์ไซน์ และวิธีสคอร์

3.2.2.4 **วิธีปัวส์ซอง** มีสูตรการประมาณ คือ

$$p_L = \frac{1}{2n}\chi^2_{2y,\alpha/2}$$

$$p_U = \frac{1}{2n}\chi^2_{2(y+1),1-\alpha/2}$$

สูตรการประมาณต้องใช้ค่าของตัวแปรสุ่มไค-สแคว์เป็นพื้นฐานในการสร้าง ซึ่งค่าดังกล่าวนี้จะได้จากการเรียกใช้ฟังก์ชันย่อย

FUNCTION PPCH12(PP,V,G) รายละเอียดแสดงในภาคผนวกหน้า **175**

คำอธิบาย

PP คือ ค่า $\alpha/2$ หรือ $1-\alpha/2$ ที่ต้องกำหนดขึ้นเพื่อส่งไปยังฟังก์ชันย่อย

V คือ ค่าองศาความเป็นอิสระ ซึ่งได้โดยอาศัยความสัมพันธ์กับ y

PPCH12 คือค่าของตัวแปรสุ่มไค-สแคว์ ที่ให้ค่าฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับ $\alpha/2$ หรือ $1-\alpha/2$

ผังงานสำหรับการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงจากการประมาณโดยวิธีปัวส์ซอง แสดงดังรูป 3.3

3.2.2.5 วิธีเอฟ มีสูตรการประมาณ คือ

$$p_L = \frac{y}{y+(n-y+1)F_{2(n-y+1),2y,1-\alpha/2}}$$

$$p_U = \frac{(y+1)F_{2(y+1),2(n-y),1-\alpha/2}}{n-y+(y+1)F_{2(y+1),2(n-y),1-\alpha/2}}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตรการประมาณต้องใช้ค่าของตัวแปรสุ่มเอฟเป็นพื้นฐานในการสร้าง ซึ่งค่าดังกล่าวนี้สร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงเอฟและการแจกแจงบีตา และจะได้จากการเรียกใช้โปรแกรมย่อย

SUBROUTINE MDBETI (PP,A,B,X,IER) รายละเอียดแสดงในภาคผนวกหน้า **177**

คำอธิบาย

PP คือ ค่า $1-\alpha/2$ ที่ต้องกำหนดขึ้นเพื่อส่งไปยังโปรแกรมย่อย

A คือ ค่าพารามิเตอร์ค่าแรกของฟังก์ชันความหนาแน่นบีตาไม่สมบูรณ์

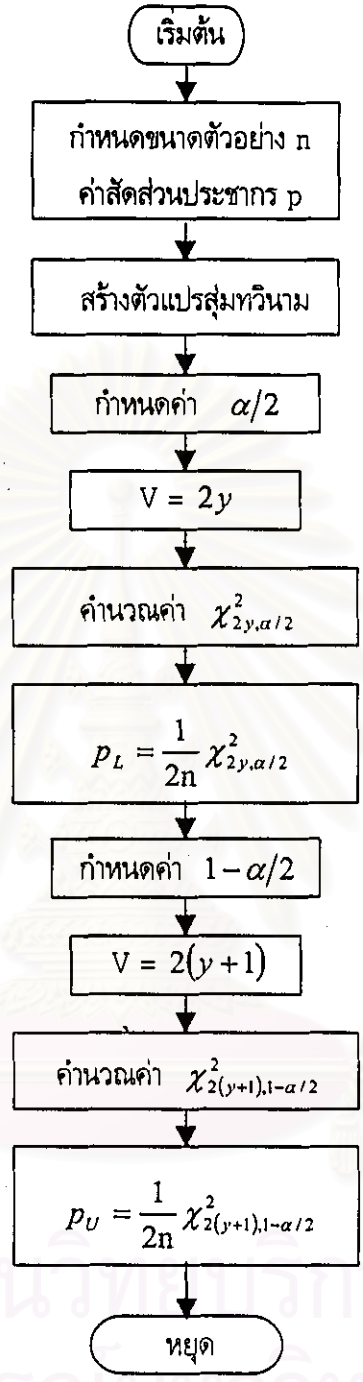
B คือ ค่าพารามิเตอร์ค่าที่สองของฟังก์ชันความหนาแน่นบีตาไม่สมบูรณ์

X คือค่าที่สอดคล้องกับสมการ (3.1)

$$P(F \le f) = I_X(\nu 2/2, \nu 1/2) = \frac{1}{B(\nu 2/2, \nu 1/2)} \int_0^X t^{\nu 2/2-1}(1-t)^{\nu 1/2-1} dt \qquad (3.1)$$

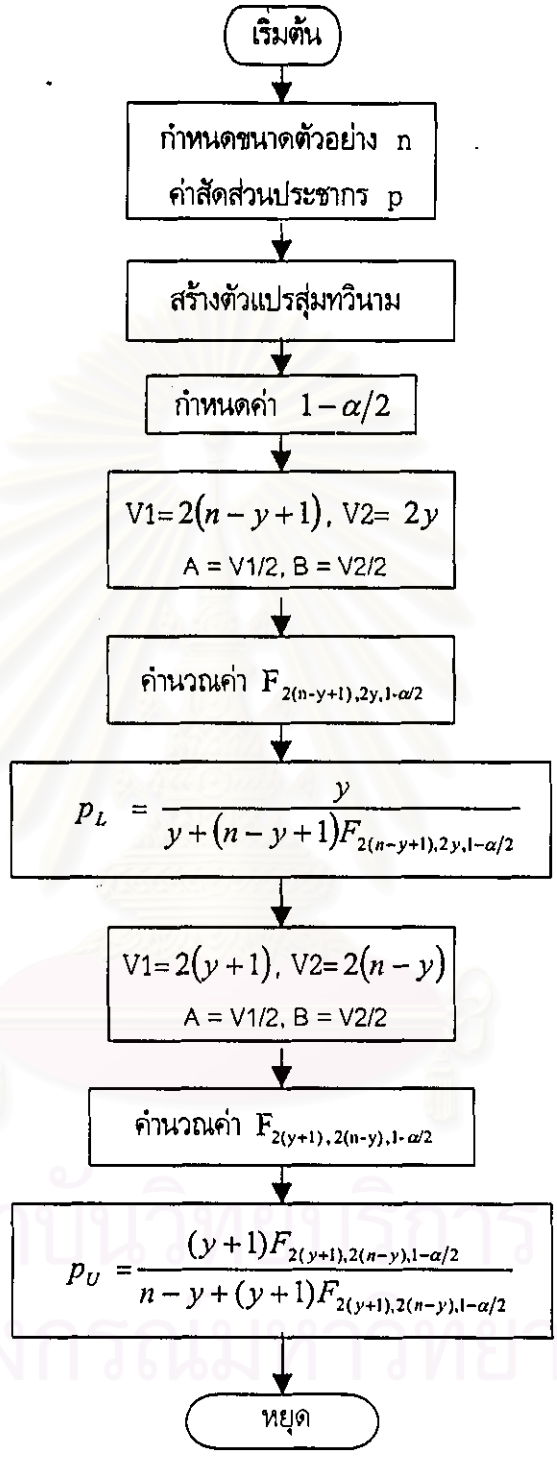
จากค่า X ที่ได้จะนำมาคำควณหาค่าของ $F_{1-\alpha/2}$ ตามความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงเอฟและการแจกแจงบีตาที่กล่าวมาแล้ว (หัวข้อ 2.7) ผังงานสำหรับการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงจากการประมาณโดยวิธีเอฟ แสดงดังรูป 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แสดงผังงานการคำนวณค่าประมาณแบบช่วง จากการประมาณโดยวิธีบัวส์ซอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แสดงผังงานการคำนวณค่าประมาณแบบช่วง จากการประมาณโดยวิธีเอฟ

3.2.3 คำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลอง

เมื่อทำการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงของแต่ละวิธีการประมาณแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดลอง เพื่อทำการตรวจสอบว่าค่าประมาณแบบช่วงที่คำนวณได้นี้คลอบคลุมค่าพารามิเตอร์ p มากหรือน้อยเพียงใด โดยจะทำการนับสะสมจำนวนครั้งที่ค่าประมาณแบบช่วงคลุมค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณซ้ำ 2,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ และจะนำผลบวกสะสมที่ได้นี้หารด้วย 2,000 ค่าที่ได้จะเป็นค่าระดับความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดลอง

3.2.4 คำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง

เมื่อคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลองแล้ว ขั้นต่อไปจะทำการคำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง ซึ่งจะทำเฉพาะสถานการณ์ที่สามารถให้ค่าประมาณคลุมค่าพารามิเตอร์เท่านั้นโดยจะหาผลต่างระหว่างขีดจำกัดความเชื่อมั่นบนและขีดจำกัดความเชื่อมั่นล่าง แล้วทำการบวกสะสมไว้จนทำการทดลองครบ 2,000 ครั้ง หลังจากนั้นจะนำผลบวกสะสมที่ได้นี้หารด้วย 2,000 ค่าที่ได้คือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงนั่นเอง

3.2.5 เปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง

เมื่อได้ค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลองแล้ว จะต้องนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด เพื่อตรวจสอบว่าวิธีประมาณใดให้ค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบผู้วิจัยได้อาศัยการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวสถิติ Z นั่นก็คือถ้าวิธีประมาณใดให้ค่าระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.8890, 0.9420 และ 0.9864 ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% ตามลำดับ จะถือว่าวิธีประมาณนั้นให้ค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด

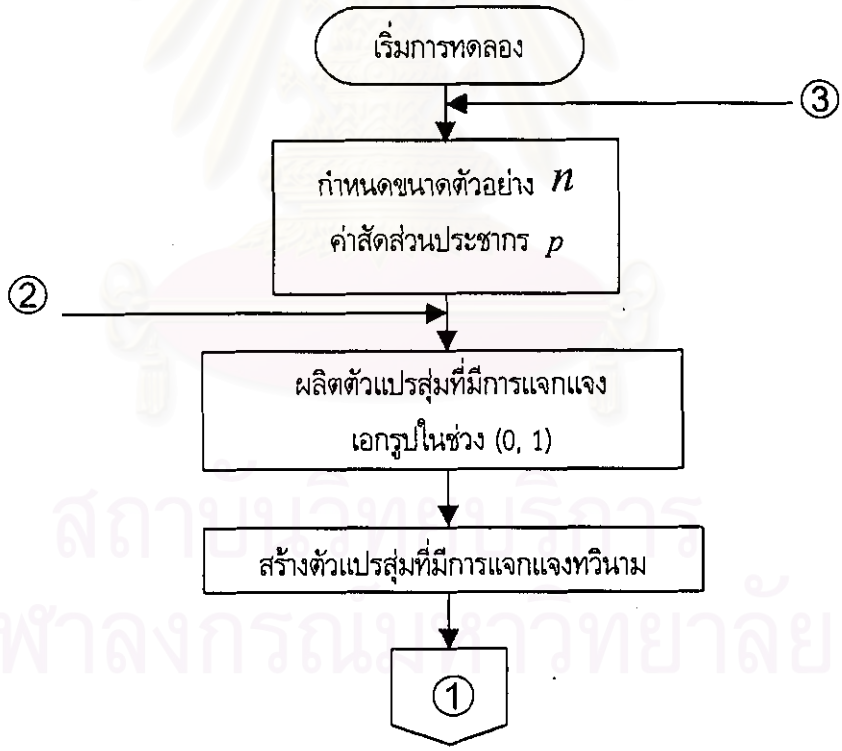
สำหรับการเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง จะทำการเปรียบเทียบค่าความยาวเฉลี่ยเฉพาะสถานการณ์ที่วิธีประมาณให้ค่าระดับความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ว่าวิธีประมาณใดให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงต่ำสุดสำหรับแต่ละสถานการณ์ทดลอง

3.2.6 สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

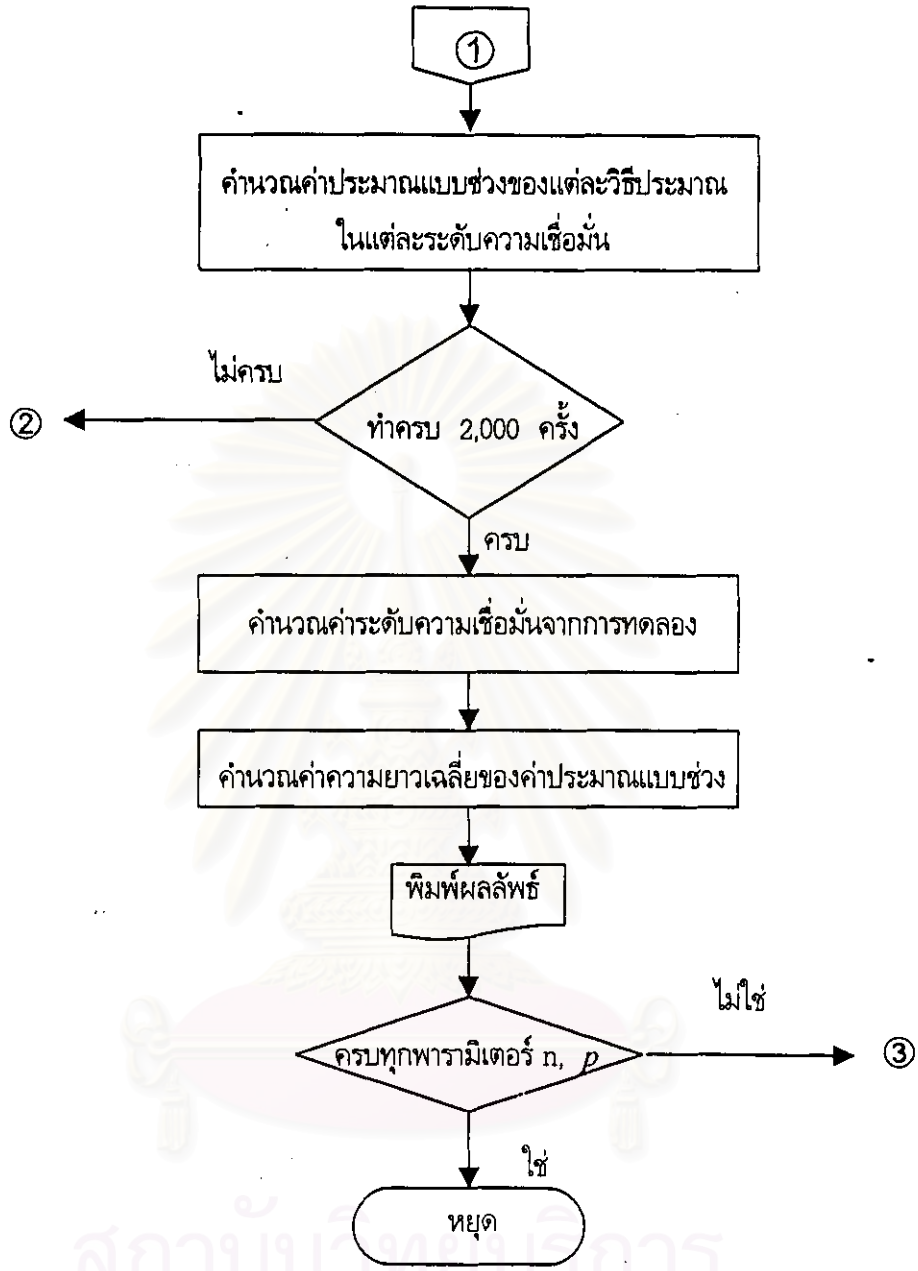
เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของตัวประมาณแบบช่วงสำหรับแต่ละสถานการณ์ทดลองแล้ว จะทำการสรุปผลการทดลองว่าวิธีประมาณใดที่เหมาะสมกับการประมาณค่าในสถานการณ์นั้น ๆ

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง ที่ประมาณโดยวิธีประมาณทั้ง 5 วิธี สามารถสรุปเป็นผังงานดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงผังงานการคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่น และค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง



รูปที่ 3.5 (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย