บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งในการศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบในกรณีที่ลักษณะการแจกแจงไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นจะกระทำได้ยากมาก ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงทำการศึกษาโดยอาศัยการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Techniqul) เพื่อกำหนดรูปแบบหรือปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการศึกษาได้ตามต้องการ ในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดของแผนการทดลอง ขั้นตอนของการทดลอง รวมทั้งโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 แผนการทดลอง

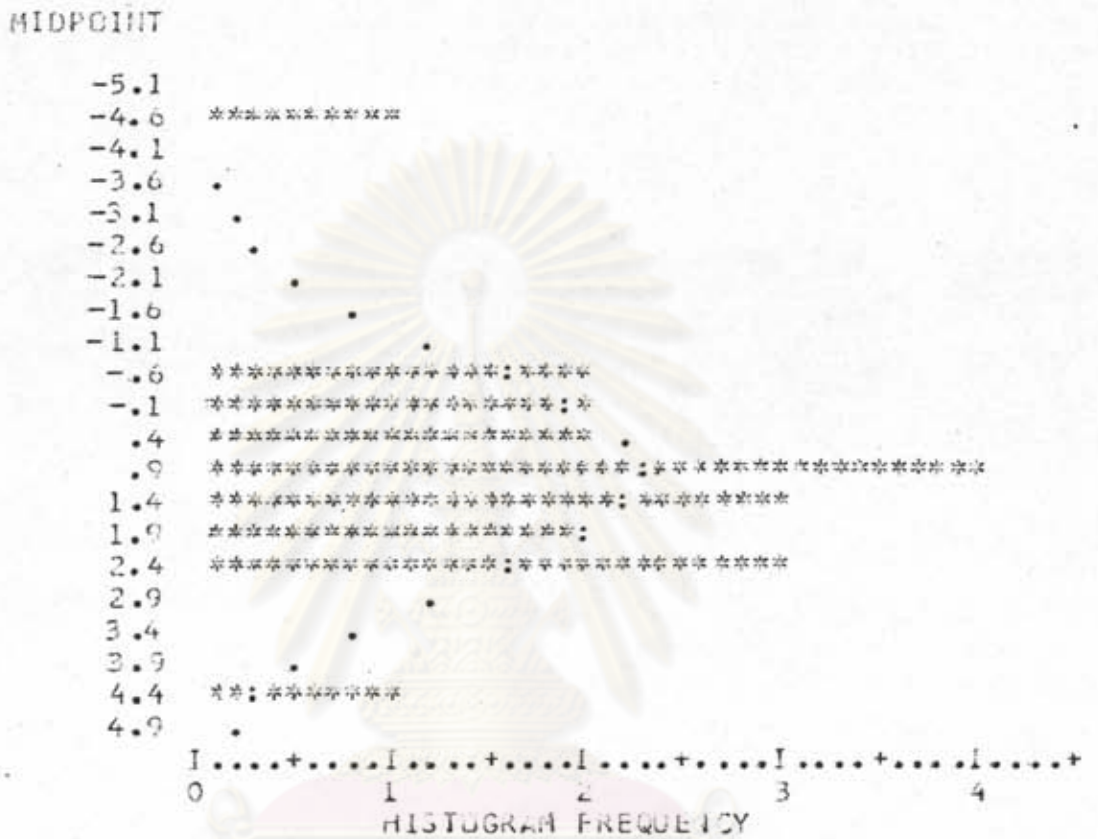
เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร ภายใต้ลักษณะการแจกแจงที่ไม่เป็นแบบปกติ แต่มีลักษณะเป็นแบบสมมาตรหางยาว ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนประชากรที่ศึกษามีขนาด 3 ประชากร และมีลักษณะการแจกแจงแบบเดียวกัน โดยที่มีรูปแบบของการแจกแจงดังนี้ (ดูตัวอย่างการแจกแจงข้อมูลที่จำลองขึ้น รูปที่ 3.1-3.5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพการกระจายของข้อมูลที่จำลองขึ้น โดยมีการแจกแจงเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 1 และความแปรปรวน 1 สุ่มตัวอย่างขนาด 20 ได้ชุดข้อมูลดังนี้

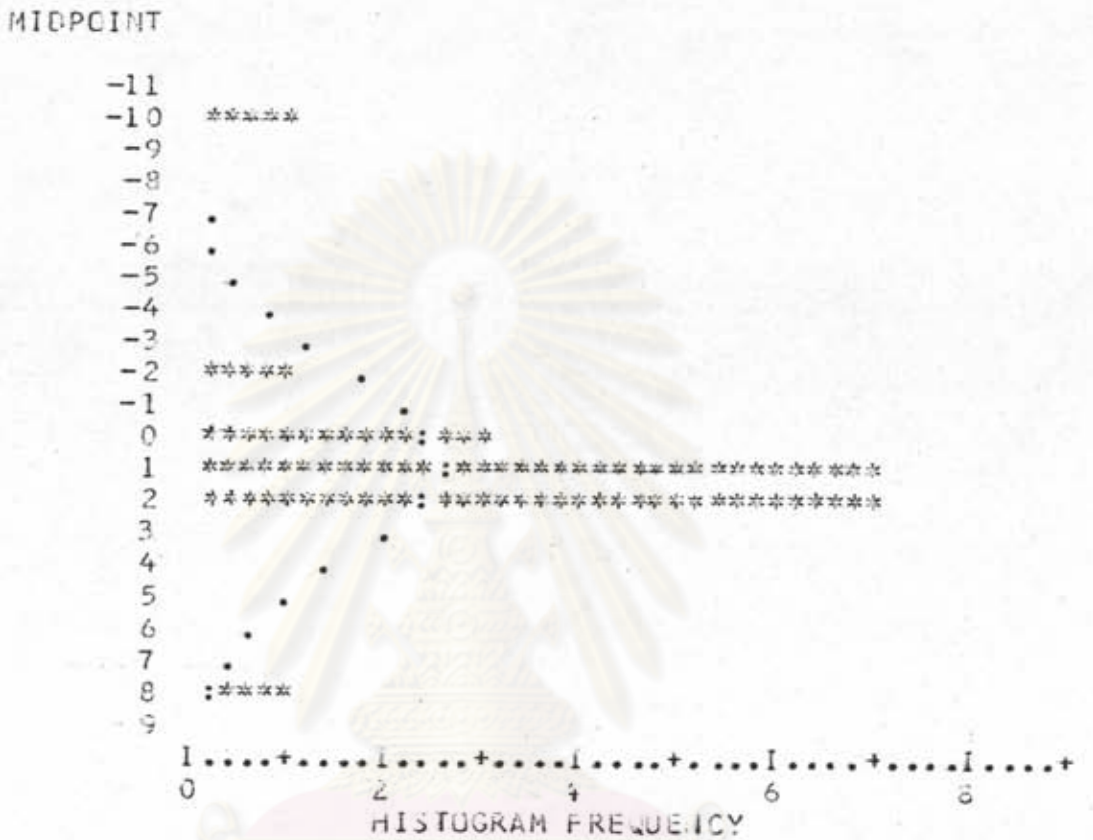
-1.1130,	-0.5008,	-0.2456,	0.0843,	0.1571,
0.2984,	0.3848,	0.5746,	0.8825,	0.9547,
1.5258,	1.5645,	1.8246,	1.9915,	2.0930,
2.1700,	2.1806,	2.5219,	2.7312,	3.0966

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพการกระจายของข้อมูลที่จำลองขึ้น โดยมีการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปนที่มีเปอร์เซ็นต์ของการปลอมปน (ρ) 10 และสเกลแฟคเตอร์ (r) 5 สุ่มตัวอย่างขนาด 20 ได้ชุดข้อมูลดังนี้

- 4.6791,	-0.4214,	-0.3732,	-0.1559,	0.1194
0.5335,	0.6233,	0.6505,	0.7865,	0.8478
0.9646,	1.1757,	1.5188,	1.5847,	2.0214
2.1106,	2.2840,	2.3748,	2.4842,	4.5124

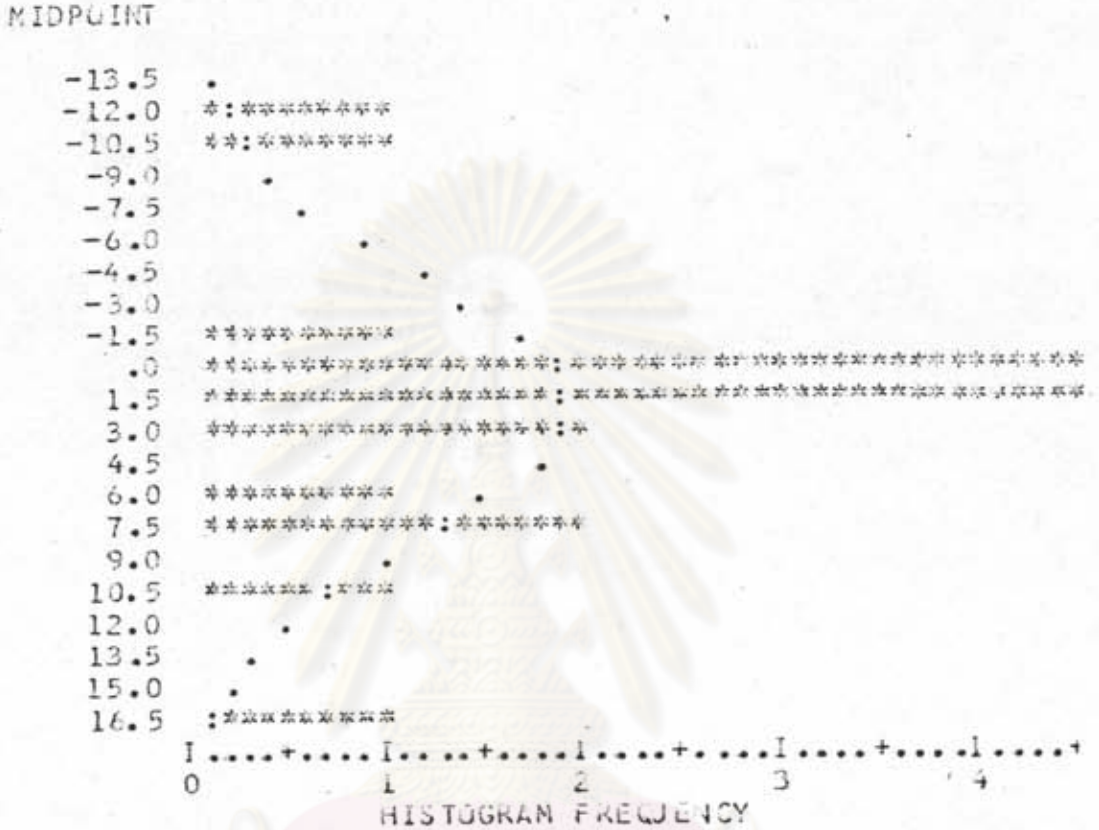


รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพการกระจายของข้อมูลที่จำลองขึ้น โดยมีการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปนที่มีเปอร์เซ็นต์การปลอมปน (p) 10 และสเกลแฟคเตอร์ (c) 10 สุ่มตัวอย่างขนาด 20 ได้ชุดข้อมูลดังนี้

- 10.3583,	-1.8427,	-0.3732,	-0.1559,	0.1194
0.5335,	0.6233,	0.6505,	0.7865,	0.8478
0.9646,	1.1757,	1.5188,	1.5847,	2.0214
2.1106,	2.2840,	2.3748,	2.4842,	8.0247

รูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพการกระจายของข้อมูลที่จำลองขึ้น โดยมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีเปอร์เซนต์การปลอมปน (p) 20 และสเกลแฟคเตอร์ (r) 5 ลุ่มตัวอย่างขนาด 20 ได้ชุดข้อมูลดังนี้

- 5.8661,	-4.6791,	-0.4214,	-0.1559,	0.1194
0.5335,	0.6233,	0.6505,	0.7865,	0.8478
0.9646,	1.1757,	2.1106	2.2840,	2.3748
3.5938,	3.9237,	4.5124,	6.1068,	8.4211



รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพการกระจายของข้อมูลที่จำลองขึ้น โดยมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีเปอร์เซ็นต์การปลอมปน (ρ) 20 และสเกลแฟคเตอร์ (τ) 10 สุ่มตัวอย่างขนาด 20 ได้ชุดข้อมูลดังนี้

-12.7322,	-10.3583,	-1.8427,	-0.1559,	0.1194
0.5335,	0.6233,	0.6505,	0.7865,	0.8478
0.9646,	1.1757,	2.1106,	2.2840,	2.3748
6.1876,	6.8474,	8.0247,	11.2135,	15.8422

3.1.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

3.1.2 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน (Contaminate Normal Distribution) โดยใช้เปอร์เซ็นต์การปลอมปน (Percent Contaminate) ที่ p = 10,20% และค่าสเกลแฟคเตอร์ (Scale factor) 2 ระดับคือ r = 5 และ 10 ดังนั้นรูปแบบของการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้จึงแบ่งออกเป็น

3.2.2.1 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ p=10% และ r=5

3.2.2.2 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ p=10% และ r=10

3.2.2.3 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่p =20% และ r=5

3.2.2.4 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ p=20% และ r=10

สำหรับการกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อความแกร่งและอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ มีดังต่อไปนี้

3.2.1 กำหนดขนาดตัวอย่าง (Sample Size) ทั้ง 3 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1.1 กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากัน คือ (10,10,10) และ (50,50,50)

3.2.1.2 กำหนดขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน คือ (5,10,15) และ (30,40,50)

3.2.2 กำหนดอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 3 ประชากร จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี ตามลักษณะความเท่ากันหรือไม่เท่ากันของขนาดตัวอย่าง ดังนี้

3.2.2.1 กลุ่มที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากัน กำหนดอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1:1:1 และ 1:2:3

3.2.2.2 กลุ่มที่มีขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน กำหนดอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1:1:1, 1:2:3 และ 3:2:1

3.2.3 กำหนดอัตราส่วนของค่าเฉลี่ย 4 รูปแบบ คือ 1:1:1, 1:1:2 2:1:1 และ 1:2:3

3.2.4 กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดลอง 2 ระดับคือ $\alpha = 0.05$ และ 0.01

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

วิธีดำเนินการทดลองมีขั้นตอนที่สำคัญเรียงตามลำดับดังนี้

3.2.1 สร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสร้างการแจกแจงของประชากรในทุกรูปที่กำหนดด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยใช้ภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77) และประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/3031 ซึ่งการสร้างการแจกแจงแบบต่าง ๆ จะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม Random Number ที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐาน ดังนั้นคุณสมบัติของตัวเลขสุ่มที่ดีควรประกอบด้วย

- ตัวเลขที่ได้มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม
- ตัวเลขที่ได้เป็นอิสระแก่กัน
- อนุกรมของตัวเลขที่ได้สามารถซ้ำเดิมได้ (Reproducible)
- อนุกรมของตัวเลขไม่ซ้ำเดิมในช่วงที่ต้องการใช้ตัวเลขแบบสุ่ม

หมายความว่า ขนาดของความยาวของอนุกรมตัวเลข ต้องยาวพอสำหรับการใช้งาน

- ใช้เวลาสั้น ๆ ในการสร้างตัวเลขสุ่ม
- ให้หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์น้อย

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวเลขสุ่ม คือ SUBROUTINE RAND(RD) ดังที่แสดงไว้ในภาคผนวก ส่วนรายละเอียดในการสร้างการแจกแจงแบบต่าง ๆ มีดังนี้

3.2.1.1 การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ใช้วิธีของ Box และ Muller ซึ่งเสนอในปี 1958 โดยจะทำการสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานพร้อม ๆ กัน 2 ค่า ที่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ตัวผลิต (generator) Z_1 และ Z_2 ดังนี้

$$Z_1 = (-2\ell nR_1)^{\frac{1}{2}} \cos(2\pi R_2)$$

$$Z_2 = (-2\ell nR_1)^{\frac{1}{2}} \sin(2\pi R_2)$$

โดยที่ R_1 และ R_2 เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจากโปรแกรมย่อย SUBROUTINE RAND (RD) เมื่อได้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้ว จะทำการแปลงค่า (Transform) เลขสุ่มดังกล่าว โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$Z_1' = \mu + \sigma Z_1$$

$$Z_2' = \mu + \sigma Z_2$$

ซึ่งจะได้ว่า Z_1' และ Z_2' มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย $E(x) = \mu$ และความแปรปรวน $V(x) = \sigma^2$ $[Z_i' \sim N(\mu,\sigma^2) ; i = 1,2]$

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 คือ SUBROUTINE NORMAL (DM,SI,Xl) ซึ่ง DM,SI เป็นค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ส่งมาจากโปรแกรมหลัก Xl เป็นตัวรับค่าตัวเลขสุ่มที่ได้จากโปรแกรมย่อยนี้ แล้วส่งค่ากลับไปยังโปรแกรมหลัก ซึ่ง Xl จะมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น DM(μ) และความแปรปรวนเป็น $SI^2(\sigma^2)$ นั่นเอง ส่วนขนาดของค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของแต่ละประชากร กำหนดให้เป็นไปตามแผนการทดลองดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

3.2.1.2 การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปนนั้น จะต้องใช้โปรแกรมย่อยที่ใช้สร้างการแจกแจงแบบปกติก่อน โดยพิจารณาการแจกแจงแบบปกติปลอมปนของตัวแปร Xl ซึ่งมาจาก $F(xl) = (1-p)\ N(\mu,\sigma^2) + pN(\mu,r^2\sigma^2)$ เมื่อ p เป็นเปอร์เซนต์การปลอมปน และ r เป็นสเกลแฟคเตอร์ที่จะทำให้เกิดค่าผิดปกติ $(r > 0)$ หมายความว่า ตัวแปร Xl จะมาจากการแจกแจงแบบ $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น 1-p และมาจากการแจกแจง $N(\mu,r^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ จะต้อง

สร้างตัวเลขสุ่ม โดยใช้โปรแกรมย่อย SUBROUTINE RAND (RD) ก่อน ซึ่งจะได้ค่า RD ที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง 0 ถึง 1 ถ้าหากค่า RD ที่สุ่มได้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1-p โปรแกรมจะสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น DM และมีความแปรปรวนเป็น SI^2 โดยเรียกใช้โปรแกรมย่อย NORMAL และหากตัวแปรสุ่ม RD มีค่าอยู่ในช่วง 1-p ถึง 1 จะเรียกใช้โปรแกรมย่อย NORMAL ให้สร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย DM และมีความแปรปรวนเป็น r^2SI^2 ซึ่งการสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่กล่าวมานี้จะใช้โปรแกรมย่อย SUBROUTINE SCNRML (RS , PS,DM,SI,Xl) เมื่อ RS , PS เป็นสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซ็นต์การปลอมปนที่ส่งมาจากโปรแกรมหลัก DM ,SI เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ส่งมาจากโปรแกรมหลัก ส่วน Xl เป็นตัวรับค่าโดยที่ Xl จะมีรูปแบบของการแจกแจง $F(xl) = (1-p)N(\mu,\sigma^2) + pN(\mu,r^2\sigma^2)$ ตามต้องการ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทำงานของโปรแกรม ศึกษาได้จากภาคผนวก

3.2.2 การคำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี

ทำการสุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรมย่อยที่ใช้ในภาคผนวก ตามลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่กำหนดในแผนการทดลองของการวิจัย แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าต่าง ๆ ตามสูตรของสถิติทดสอบแต่ละวิธี คือ

3.2.2.1 สถิติทดสอบแบบ ANOVA F-TEST (การวิเคราะห์ความแปรปรวน)

$$AF = \frac{\sum_{i=1}^{c} n_i(\bar{X}_i-\bar{\bar{X}})^2 / (c-1)}{\sum_{i=1}^{c} (n_i-1)S_i^2 /(N-c)}$$

โดยที่ $S_i^2 = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij}-\bar{X}_i)^2/(n_i-1)$ เมื่อ

X_{ij} แทนค่าลังเกตที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$(j = 1,2,..., n_i)$, $(i=1,2,...c ; c=3)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2.2 สถิติทดสอบแบบ Trimmed F

$$F_t(g) = \frac{\sum_{i=1}^{c} h_i(\bar{X}_{tg_i} - \bar{X}_{tg})^2}{\sum_{i=1}^{c} (1-h_i/H)s^2_{wg_i}}$$

เมื่อ g เป็นร้อยละของการตัดค่าสังเกตที่ปลายทั้งสองด้านของการแจกแจงด้านละ g% ; g = 0,5, 10, 15 และ 20%

3.2.2.3 สถิติทดสอบแบบ Trimmed W

$$W_t(g) = \frac{\sum_{i=1}^{c} w_i(\bar{X}_{tg_i} - \tilde{X}_{tg})^2/(c-1)}{1+[2(c-2)/(c^2-1)]\sum_{i=1}^{c}(1-w_i/w)^2/(h_i-1)}$$

เมื่อ g เป็นร้อยละของการตัดค่าสังเกตที่ปลายทั้งสองด้านของการแจกแจงด้านละ g% ; g = 0, 5, 10, 15 และ 20%

รายละเอียดเกี่ยวกับสถิติทดสอบแต่ละวิธีได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว เมื่อได้ค่าของสถิติทดสอบแต่ละตัวแล้วจะนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้จากตารางเอฟ (F-table) ด้วยองค์ความเป็นอิสระตามที่กำหนด ซึ่งการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานของสถิติทดสอบแต่ละวิธี ให้ถือเกณฑ์ตามที่ได้เสนอไปแล้วในบทที่ 2

3.2.3 การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 จะทำการสุ่มตัวอย่าง คำนวณค่าสถิติและเปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต กระทำซ้ำกันในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษา จำนวน 1,000 ครั้ง และนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง

3.2.3.2 ในกรณีที่อัตราส่วนของค่าเฉลี่ย 1:1:1 จะเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นจริง (นั่นคือค่าเฉลี่ยเท่ากันทุกประชากร) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะคำนวณได้โดยการนำจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง หารด้วยจำนวนครั้งของการทดลอง 1,000 ครั้ง จากนั้นนำค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการทดลองนี้ (ξ) เปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ จะใช้เกณฑ์ในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของคอคแครน (Cochran) ดังนี้ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ถ้า ξ มีค่าอยู่ระหว่าง (0.04 , 0.06) จะถือว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ถ้า ξ มีค่าอยู่ระหว่าง (0.007, 0.015) จะถือว่าสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ส่วนในกรณีที่อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยมีค่าไม่เท่ากัน จะเป็นการหาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ กล่าวคือหาค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างเป็นเท็จ

3.2.3.3 ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ จะกระทำทุก ๆ สถานการณ์ที่กำหนดในแผนการทดลอง ซึ่งจำนวนสถานการณ์ที่จะต้องทำการทดลองทั้งหมดจะคำนวณจาก

- ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 4 แบบ คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากัน 2 ระดับ (10,10,10) และ (50,50,50) และขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน 2 ระดับ (5,10,15) และ (30,40,50)
- อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 ระดับ [(1:1:1) และ (1:2:3)] สำหรับกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากัน และ 3 ระดับ [(1:1:1), (1:2:3 และ (3:2:1)] สำหรับกรณีที่ขนาดตัวอย่างไม่เท่ากัน
- อัตราส่วนของค่าเฉลี่ย 3 ระดับมีค่าเป็น [(1:1:1), (1:1:2) และ (1:2:3)] สำหรับกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน (1:1:1) และอัตราส่วนของค่าเฉลี่ย 3 ระดับ [(1:1:1), (1:1:2) และ (2:1:1)] สำหรับกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เท่ากัน [(1:2:3) และ (3:2:1)] ซึ่งอาจแสดงเป็นรูปแบบของการทดสอบได้ดังนี้

อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อัตราส่วนของค่าเฉลี่ย
1:1:1	1:1:1
	1:1:2
	1:2:3
1:2:3	1:1:1
	1:1:2
	2:1:1
3:2:1	1:1:1
	1:1:2
	2:1:1

- ลักษณะการแจกแจงของประชากร 5 รูปแบบ กล่าวคือ

  1. การแจกแจงแบบปกติ
  2. การแจกแจงแบบปกติปลอมปน
     - 2.1 การแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มี p=10%,r=5
     - 2.2 การแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มี p=10%,r=10
     - 2.3 การแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มี p=20%,r=5
     - 2.4 การแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มี p=20%,r=10

- ระดับนัยสำคัญ (α) 2 ระดับ คือ 0.05 และ 0.01

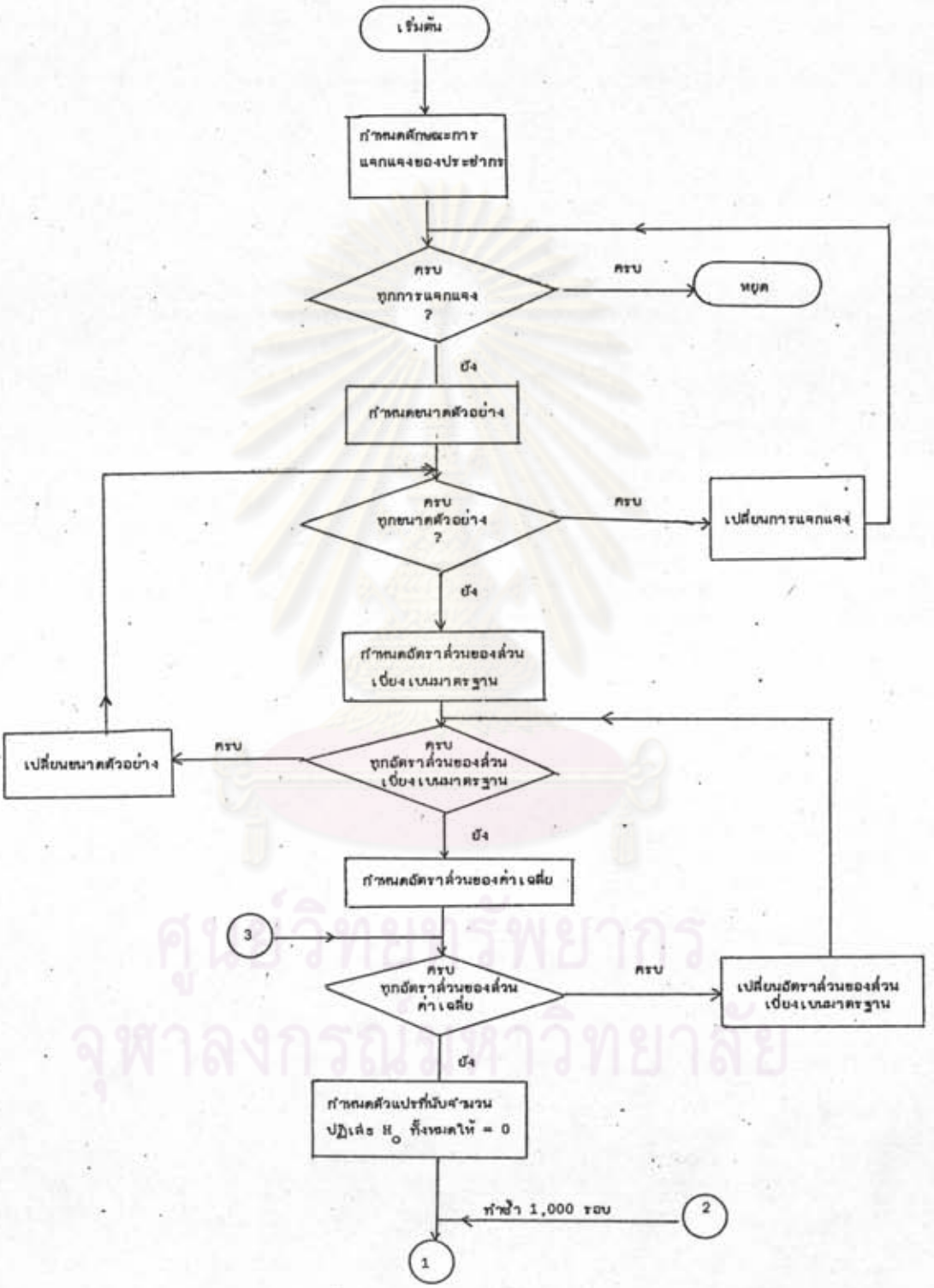
ดังนั้น จากการจัดหมู่ (Combination) ปัจจัยเหล่านี้ สถานการณ์ทั้งหมดที่ต้องการทดลองเท่ากับ $2((2\times2\times3\times5)+(2\times3\times3\times5))= 300$ สถานการณ์

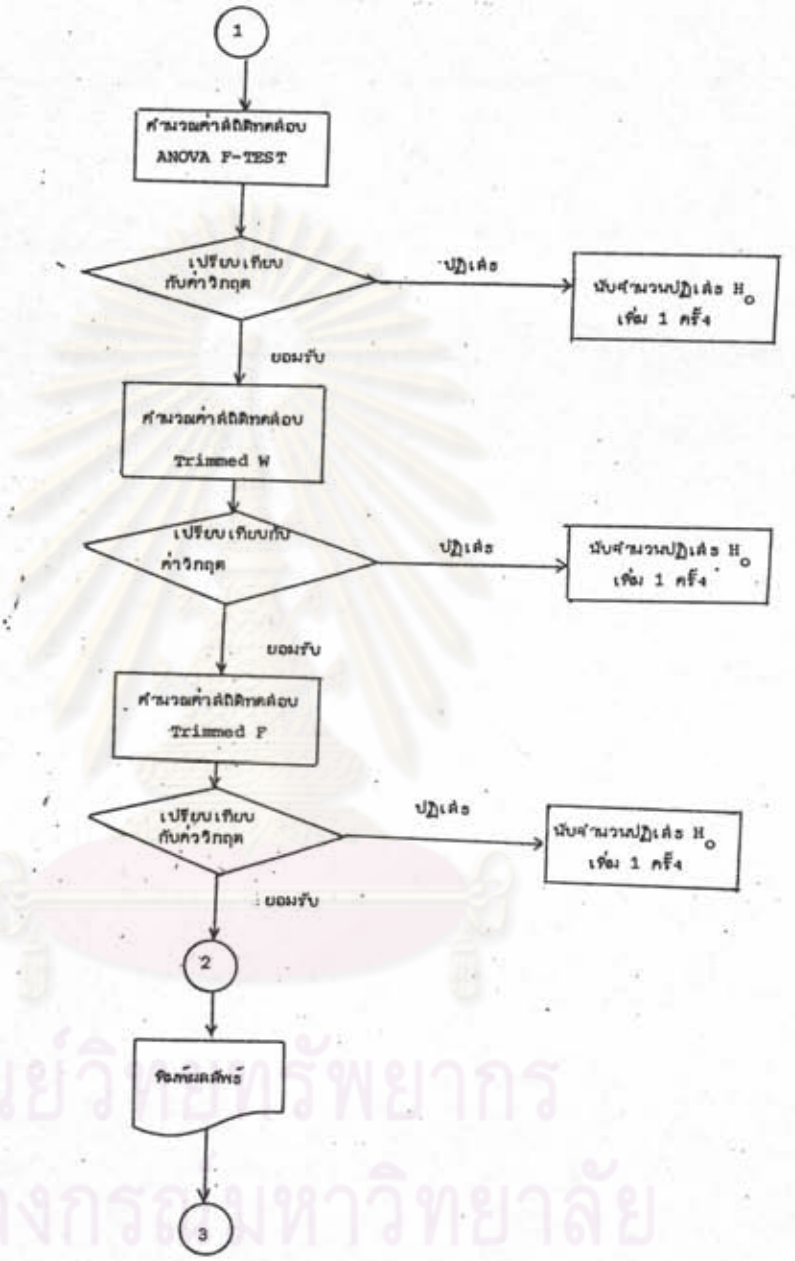
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ลักษณะการทำงานทางด้านโปรแกรมของการวิจัยครั้งนี้ ใช้ภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77) ในการประมวลผลข้อมูล โดยมีขั้นตอนของการทำงานดังรูปที่ 3.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


เริ่มต้น
กำหนดลักษณะการแจกแจงของประชากร
ครบทุกการแจกแจง ?
ครบ
หยุด
ยัง
กำหนดขนาดตัวอย่าง
ครบทุกขนาดตัวอย่าง ?
ครบ
เปลี่ยนการแจกแจง
ยัง
กำหนดอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ครบทุกอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ครบ
เปลี่ยนขนาดตัวอย่าง
ยัง
กำหนดอัตราส่วนของค่าเฉลี่ย
3
ครบทุกอัตราส่วนของส่วนค่าเฉลี่ย
ครบ
เปลี่ยนอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ยัง
กำหนดตัวแปรที่นับจำนวนปฏิเสธ H_0 ทั้งหมดให้ = 0
ทำซ้ำ 1,000 รอบ
2
1



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนทั่วไปในการคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย