บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลโดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์-แทรน 77 กับเครื่อง AMDAHL 5860 ซึ่งขั้นตอนและโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาดังนี้

3.1.1 ความคลาดเคลื่อนเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงดังต่อไปนี้

ก. การแจกแจงแบบปกติ โดยที่พารามิเตอร์ μ เท่ากับ 1 และ σ เท่ากับ 0.05 , 0.10 และ 0.15 ตามลำดับ

ข. การแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยที่สเกลแฟคเตอร์ (c) เท่ากับ 3 , 10 และเปอร์เซนต์การปลอมปน (p) เท่ากับ 5 , 10

ค. การแจกแจงแบบลอกนอร์มอล โดยที่พารามิเตอร์ μ เท่ากับ 1 และ σ เท่ากับ 0.2264,0.5915 และ 1.0069 ตามลำดับ

3.1.2 ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเท่ากับ 12,30,50 และ 100

3.1.3 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ผู้วิจัยจึงกำหนดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระดังนี้

กรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ผู้วิจัยสนใจศึกษาเมื่อระดับความสัมพันธ์เท่ากับ (0.30),(0.60),(0.90) และ (0.99)

กรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ผู้วิจัยสนใจศึกษาเมื่อระดับความสัมพันธ์เท่ากับ (0.30,0.30), (0.60,0.60),(0.90,0.90) และ (0.99,0.99)[1]

---

[1] "กรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ระดับความสัมพันธ์ (0.30) , (0.60) , (0.90) และ (0.99) หมายถึง ส.ป.ส.สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปร X_1,X_2 และ X_3 ในแต่ละคู่ กรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ระดับความสัมพันธ์ (0.30,0.30) , (0.60,0.60) , (0.90,0.90) และ (0.99,0.99) ค่าแรกในวงเล็บหมายถึง ส.ป.ส.สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปร X_1,X_2 และ X_3 ในแต่ละคู่ ค่าที่สองในวงเล็บหมายถึง ส.ป.ส.สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปร X_4 และ X_5" (เจษฎาพร ชุทธนวิบูลย์ชัย, "การศึกษาเปรียบเทียบตัวประมาณริดจ์", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533) หน้า 26.

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยมีดังนี้

1. การสร้างข้อมูลของความคลาดเคลื่อนให้มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา

2. การสร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ (X) ให้มีระดับความสัมพันธ์ตามที่กำหนดและการสร้างข้อมูลของตัวแปรตาม (Y) จากรูปแบบความสัมพันธ์ $\underset{\sim}{y} = X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$

3. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีที่สนใจศึกษา 3 วิธี ในกรณีที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอล ผู้วิจัยจะแปลงข้อมูลของตัวแปรตามโดยใช้การแปลงที่ใช้การยกกำลังของบอกซ์ (Box) และคอกซ์ (Cox) แล้วจึงประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีต่าง ๆ

4. การหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณพร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพและสรุปผลที่ได้

สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

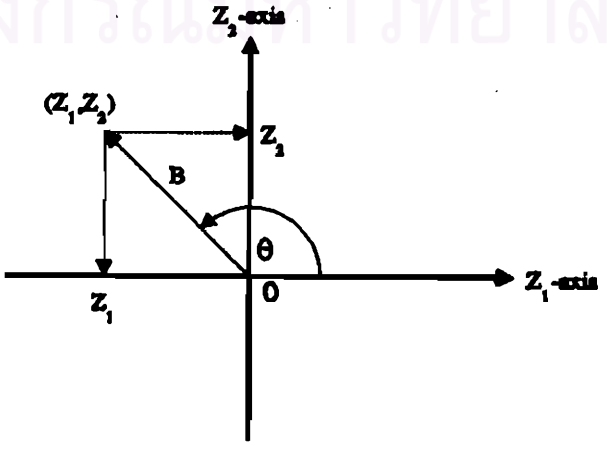
3.2.1 การสร้างการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนตามที่ต้องการศึกษา

การสร้างค่าความคลาดเคลื่อนให้มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษานั้นใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 กับเครื่อง AMDAHL 5860 โดยการสร้างลักษณะการแจกแจงต่าง ๆ จะใช้เลขสุ่ม (ramdom number) ซึ่งมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐาน

สำหรับรายละเอียดในการสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงต่าง ๆ มีดังนี้

3.2.1.1 การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติใช้วิธีของบอกซ์ (Box) และมุลเลอร์ (Muller) ซึ่งผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 พร้อมกัน 2 ค่าโดยใช้ตัวผลิต (generator) Z_1 และ Z_2 ดังรูปต่อไปนี้



จากรูปเราได้ว่า

(1) $Z_1 = B\cos(\theta)$

(2) $Z_2 = B\sin(\theta)$

เนื่องจาก $B^2 = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงแบบไค-กำลังสอง (chi-square distribution) ด้วยระดับความเสรีเท่ากับ 2 ซึ่งเทียบเท่ากับการแจกแจงแบบชี้กำลัง (exponential distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 เราสามารถใช้วิธีการแปลงผกผัน (inverse transformation) สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงดังต่อไปนี้

(3) $$B = (-2\ln(R))^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

จากการสมมาตรของการแจกแจงแบบปกติ เราจะได้ว่า θ มีการแจกแจงสม่ำเสมอระหว่าง 0 ถึง 2π เรเดียนและรัศมี B กับ θ เป็นอิสระกัน จากสมการที่ (1) , (2) และ (3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจากเลขสุ่ม 2 ชุด คือ R_1 และ R_2 กล่าวคือ

$$Z_1 = (-2\ln(R_1))^{\frac{1}{2}}\cos(2\pi R_2)$$

$$Z_2 = (-2\ln(R_1))^{\frac{1}{2}}\sin(2\pi R_2)$$

ซึ่ง R_1 และ R_2 เป็นเลขสุ่มที่สร้างจาก SUBROUTINE RANDOM เมื่อเราได้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้ว เราจะทำการแปลงค่าเลขสุ่มดังกล่าวโดยอาศัยสมการ

$$NORMAL_1 = \mu + \sigma Z_1$$

$$NORMAL_2 = \mu + \sigma Z_2$$

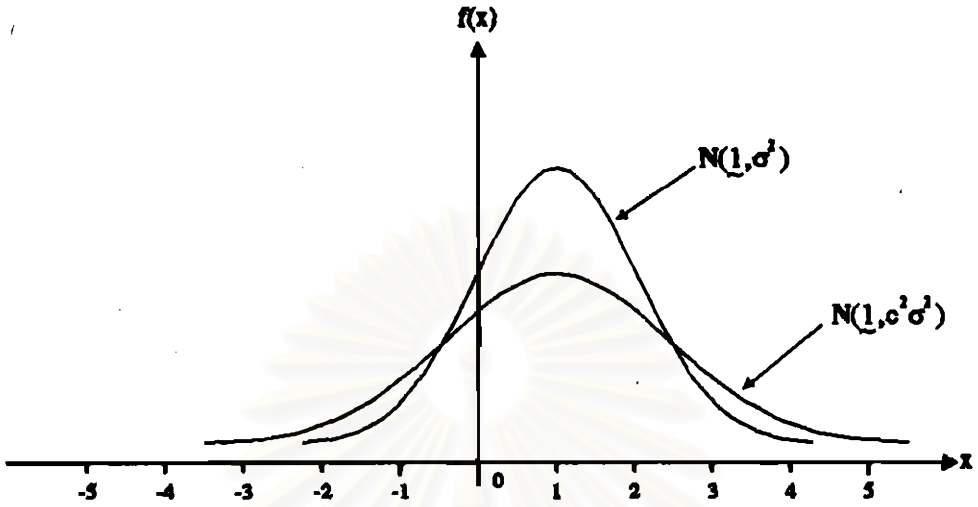
ซึ่งเราจะได้ว่า $NORMAL_1$ และ $NORMAL_2$ มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 ($NORMAL_i \sim N(\mu,\sigma^2)$; i=1,2)

ฟังก์ชันของการจำลองแบบประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ คือ FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA) ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงฟังก์ชันดังกล่าวไว้ในภาคผนวก

3.2.1.2 การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติปลอมปน

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด ผู้วิจัยใช้วิธีที่แรมเซย์ (Ramsay) เสนอไว้โดยสร้างการแจกแจงที่แปลงมาจากการแจกแจงแบบปกติที่มีฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ

(4) $$F(x) = (1-p)N(\mu,\sigma^2) + pN(\mu,c^2\sigma^2)$$



รูปที่ 3.1 แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติปลอมปน

จากสมการที่ (4) เราจะเห็นได้ว่าตัวแปรสุ่ม X มาจากการแจกแจงแบบ $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น 1-p และการแจกแจง $N(\mu,c^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p โดยที่ μ , σ^2 , c และ p เป็นค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์การปลอมปนตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงฟังก์ชันการสร้างตัวแปรให้มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนไว้ในภาคผนวก

3.2.1.3 การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

การแจกแจงแบบลอกนอร์มอลมีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x}\exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x - \mu)^2\right\} \quad ; \; x>0$$

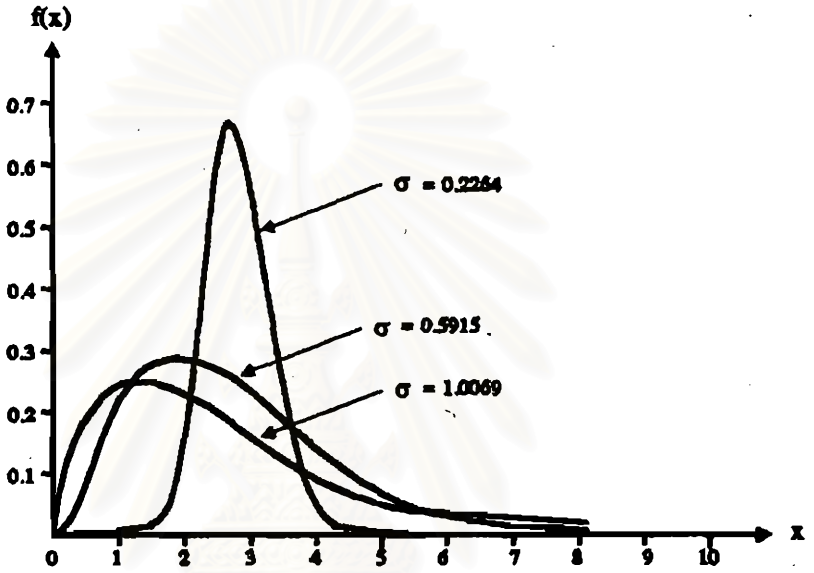
เมื่อ μ และ σ^2 เป็นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ Y โดยที่ $Y = \ln x$ แล้ว Y จะมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมี $\exp(\sigma^2)$ เป็นพารามิเตอร์มาตราส่วน (scale parameter) และ μ เป็นพารามิเตอร์สัณฐาน (shape parameter)

ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและสัมประสิทธิ์ความแปรผันของการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล คือ

$$E(X) = \exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2})$$

$$V(X) = \exp(2\mu + \sigma^2).\left[\exp(\sigma^2) - 1\right]$$

$$C.V.(X) = \sqrt{\exp(\sigma^2) - 1}$$



รูปที่ 3.2 แสดงเส้นโค้งของการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล เมื่อ μ=1 , σ=0.2264 , 0.5915 และ 1.0069

สำหรับการสร้างเอชสุ่มที่มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลได้จากค่าชี้กำลัง (exponential) ของเอชสุ่มที่ได้จาก FUNCTION NORMAL (DMEAN,SIGMA) เมื่อ DMEAN เป็นค่าเฉลี่ยและ SIGMA เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงแบบปกติ โดยผู้วิจัยได้แสดงฟังก์ชันการสร้างตัวแปรให้มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลไว้ในภาคผนวก

3.2.2 การสร้างข้อมูลให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ในการวิจัยครั้งนี้สร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ X ให้มีระดับความสัมพันธ์ดังนี้

กรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ศึกษา ณ. ระดับความสัมพันธ์ (0.30) , (0.60) , (0.90) และ (0.99)

กรณีที่ตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ศึกษา ณ. ระดับความสัมพันธ์ (0.30,0.30) , (0.60,0.60) , (0.90,0.90) และ (0.99,0.99)

โดยผู้วิจัยใช้วิธีการจำลองของวิเชิน (Wichern) และเชอร์ชิลล์ (Churchill) ซึ่งทำให้เราสามารถสร้างตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่าง ๆ ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้าต้องการสร้างข้อมูลชุดหนึ่งให้มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่าของตัวแปรอิสระได้จากสมการ

$$x_{ij} = (1-\alpha^2)^{\frac{1}{2}} Z_{ij} + \alpha Z_{i6} \quad ; \; i = 1,2,.....,30 \quad j = 1,2,3$$

$$x_{ij} = (1-\alpha_*^2)^{\frac{1}{2}} Z_{ij} + \alpha_* Z_{i6} \quad ; \; i = 1,2,.....,30 \quad j = 4,5$$

โดยที่ $Z_{i1}, Z_{i2}, ..., Z_{i6}$ เป็นค่าตัวแปรอิสระที่สร้างขึ้นจากการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนเท่ากับหนึ่ง

α^2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_1, X_2, X_3

α_*^2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_4, X_5

$\alpha\alpha_*$ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง X_j (j=1,2,3) และ X_4 หรือ X_5

ดังนั้นถ้าเราต้องการสร้างข้อมูลชุดหนึ่งให้มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 โดยกำหนดให้ α^2=0.99 และ α_*^2=0.90 เราจะได้ค่าของตัวแปรอิสระจากสมการ

$$x_{ij} = (1-0.99)^{\frac{1}{2}} Z_{ij} + (0.99)^{\frac{1}{2}} Z_{i6} \quad ; \; i = 1,2,.....,30 \quad j = 1,2,3$$

$$x_{ij} = (1-0.90)^{\frac{1}{2}} Z_{ij} + (0.90)^{\frac{1}{2}} Z_{i6} \quad ; \; i = 1,2,.....,30 \quad j = 4,5$$

(Wichern, D.W. and Churchill, A.G., "A Comparison of Ridge Estimators." , *Technometrics* 20 (August 1978) : 304.)

เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติหรือปกติปลอมปน ผู้วิจัยจะสร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ X ซึ่งเป็นค่าคงที่ก่อนดังได้กล่าวมาแล้ว หลังจากนั้นจึงสร้างตัวแปรตาม Y ที่มีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นคือ $\underset{\sim}{y} = X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$ เมื่อ $\underset{\sim}{y}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตาม , X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระ , $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สร้างมาจากเวกเตอร์เฉพาะที่สอดคล้องกับค่าเฉพาะของเมทริกซ์ $X'X$ และ $\underset{\sim}{\varepsilon}$ เป็นความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาใน (3.2.1)

เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอล ผู้วิจัยจะสร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ X ซึ่งเป็นค่าคงที่ก่อนแล้วจึงสร้างตัวแปรตาม Y หลังจากนั้นจึงใช้การแปลงที่ใช้การยกกำลังของบอกซ์และคอกซ์เพื่อสร้างตัวแปร $Y(\lambda)$ ที่มีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นคือ $\underset{\sim}{y}^{(\lambda)} = X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$

เมื่อ $\underset{\sim}{y}^{(\lambda)}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามที่แปลงโดยใช้การยกกำลังของบอกซ์และคอกซ์ , X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระ , $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สร้างมาจากเวกเตอร์เฉพาะที่สอดคล้องกับค่าเฉพาะของเมทริกซ์ $X'X$, λ เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแปลงที่ใช้การยกกำลังของบอกซ์และคอกซ์และ $\underset{\sim}{\varepsilon}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบสมมาตรและเป็นปกติโดยประมาณ

3.3 การหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

3.3.1 คำนวนค่า MSE ของทั้ง 3 วิธีดังนี้

$$MSE(LS) = \sum_{i=0}^{p} (\hat{\beta}_i - \beta_i)^2$$

$$MSE(RP) = \sum_{i=0}^{p} (\hat{\beta}_{R_1}(kI, \underset{\sim}{j}) - \beta_i)^2$$

$$MSE(LK) = \sum_{i=0}^{p} (\hat{\beta}_{L_1}(D) - \beta_i)^2$$

เมื่อ p คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

β_i คือ สมาชิกตำแหน่งที่ i ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ

$\hat{\beta}_i$ คือ สมาชิกตำแหน่งที่ i ของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณวิธีกำลังสองน้อยสุด

$\hat{\beta}_{R_1}(kI, \underset{\sim}{j})$ คือ สมาชิกตำแหน่งที่ i ของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ใช้ข้อสนเทศโดยหลักเกณฑ์

และ $\hat{\beta}_{L_1}(D)$ คือ สมาชิกตำแหน่งที่ i ของตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณวิธีลิว ดีเจียนทั่วไป

3.3.2 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้กระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของ MSE แต่ละวิธีคือ

$$AMSE(LS) = \frac{1}{500} \sum_{i=1}^{500} MSE(LS)_{(i)}$$

$$AMSE(RP) = \frac{1}{500} \sum_{i=1}^{500} MSE(RP)_{(i)}$$

$$AMSE(LK) = \frac{1}{500} \sum_{i=1}^{500} MSE(LK)_{(i)}$$

3.3.3 คำนวนเปอร์เซนต์ของความแตกต่างระหว่าง AMSE ทั้ง 3 วิธี โดยการเปรียบเทียบกับวิธีที่ให้ค่า AMSE น้อยสุด ดังนี้

$$DIFF = \frac{AMSE_{(i)} - AMSE_{(min)}}{AMSE_{(min)}} \times 100 \qquad ; i=1,2,3$$

เมื่อ DIFF คือ เปอร์เซนต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

$AMSE_{(min)}$ คือ AMSE ของวิธีที่ให้ค่าน้อยสุด

และ $AMSE_{(i)}$ คือ AMSE ของแต่ละวิธี

ผู้วิจัยได้แสดงตารางลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยและแผนผังการเขียนโปรแกรมดังหน้าถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	คุณสมบัติของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมที่เรียกใช้
โปรแกรมหลัก	MAIN	- อ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด	GENX,STDDZE,RP
		- คำนวน $\hat{\underset{\sim}{\beta}}$, $\hat{\underset{\sim}{\beta}}_R$ (kI, $\underset{\sim}{j}$) และ $\hat{\underset{\sim}{\beta}}_L$ (D)	CALXTX,EIGEN,LIU
		- คำนวนและเปรียบเทียบค่า AMSE ทั้ง 3 วิธี	BUILDY,MSE
		หมายเหตุ	
		เมื่อความคลาดเคลื่อน	
		มีการแจกแจงแบบ	
		ลอกนอร์มอลจะเรียก	
		โปรแกรม BOXCOX	
SUBROUTINE			
1	GENX	สร้างเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระ X	NORMAL
2	RANDOM	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ	
3	STDDZE	แปลงเมทริกซ์ X ให้อยู่ในรูปมาตรฐาน	
4	BUILDY	คำนวนหาค่าตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$	
5	BOXCOX	แปลงค่าของ $\underset{\sim}{y}$ ตาม λ ที่เหมาะสม	OLS
6	JACOBI	คำนวนหาค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะด้วยวิธี Jacobi	
7	EIGEN	รับ-ส่งค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ	JACOBI
8	OLS	คำนวนหาค่า $\hat{\underset{\sim}{\beta}}$ และ s^2	
9	RP	คำนวนหาค่า $\hat{\underset{\sim}{\beta}}_R$ (kI, $\underset{\sim}{j}$)	OLS,FINDK
10	LIU	คำนวนหาค่า $\hat{\underset{\sim}{\beta}}_L$ (D)	OLS,EIGEN,DOPT
11	DOPT	คำนวนหาเมทริกซ์ D ที่เหมาะสม	
12	CALXTX	คำนวนหาค่า $X'X$	
13	INVRS	คำนวนหาเมทริกซ์ผกผัน	
14	MSE	คำนวนหาค่า MSE ของทั้ง 3 วิธี	

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	คุณสมบัติของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมที่เรียกใช้
FUNCTION			
1	NORMAL	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ	RANDOM
2	SCAL	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน	RANDOM,NORMAL
3	LOGNOR	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบลอกนอล	NORMAL
4	FINDK	คำนวนหาค่า k ที่เหมาะสม	INVRS
5	SD	คำนวนหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังการเขียนโปรแกรม