บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลอง(Simulation) ขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 ซึ่งมีขั้นตอนของแผนการทดลองและโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรโดยกำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อ $\mu = 0$, $\sigma = 1$, 3 และ 5
2. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 30 , 50 และ 100
3. จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 3 และ 5
4. ความคลาดเคลื่อนของข้อจำกัดที่ใช้ในการศึกษาคือ 5% , 10% และ 15%
5. ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

   เรากำหนดระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ

   ระดับต่ำ ค่า ρ มีค่าอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.3

   ระดับปานกลาง ค่า ρ มีค่าอยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.6

   ระดับสูง ค่า ρ มีค่าอยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.9

   กรณีตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ

   ระดับต่ำ $\rho = (0.1 , 0.2 , 0.3)$

   ระดับปานกลาง $\rho = (0.4 , 0.5 , 0.6)$

   ระดับสูง $\rho = (0.7 , 0.8 , 0.9)$

   โดยค่า ρ ในวงเล็บคือความสัมพันธ์ระหว่าง X_1 กับ X_2 , X_1 กับ X_3 และ X_2 กับ X_3 ตามลำดับ

   กรณีตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ

   ระดับต่ำ $\rho = (0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.3)$

   ระดับปานกลาง $\rho = (0.4 , 0.5 , 0.6 , 0.6)$

   ระดับสูง $\rho = (0.7 , 0.8 , 0.9 , 0.9)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยค่า ρ ในวงเล็บคือความสัมพันธ์ระหว่าง X_1 กับ X_2 , X_1 กับ X_3 , X_2 กับ X_3 และ X_4 กับ X_5 ตามลำดับ

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยมีดังนี้

1. สร้างข้อมูลของความคลาดเคลื่อนให้มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา

2. สร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ (X) ให้มีระดับความสัมพันธ์ตามที่กำหนดและสร้างข้อมูลของตัวแปรตาม (y) จากรูปแบบความสัมพันธ์ $y = X\beta + \varepsilon$ โดยกำหนดให้ β เป็นค่าคงที่ใด ๆ คือ $\beta_0 = 1$, $\beta_1 = 1$, $\beta_2 = 1$, $\beta_3 = 1$, $\beta_4 = 1$ และ $\beta_5 = 1$ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ข้อจำกัด $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 3$ $(R\beta = r)$

3. ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธี OLS , RLS , RRR และ RL ซึ่งวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ k โดยใช้วิธีการค้นหาข้อมูลแบบลำดับ (Sequential Search) ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริงแล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด ส่วนวิธีลิวที่ถูกจำกัดจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ d โดยใช้ $\hat{d}_{RLS}$ ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริงแล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีลิวที่ถูกจำกัด

4. หาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณโดยใช้วิธี OLS RLS RRR และRL ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละวิธีและสรุปผลที่ได้

5. กรณีข้อจำกัดไม่เป็นจริงกลับไปทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 อีกครั้ง โดยขั้นตอนที่ 2 สร้าง β^{**} ให้เป็นข้อมูลชุดใหม่แทน β ที่เป็นข้อมูลชุดเดิมเพื่อที่จะทำให้ผลรวมเชิงเส้นของข้อจำกัดที่ใช้ $(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 3)$ มีความคลาดเคลื่อนไปจากผลรวมเชิงเส้นของค่าพารามิเตอร์จริง (β^{**}) 5% , 10% และ 15% ตามลำดับ จากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 3 และ 4 ต่อไป โดยการหาค่าพารามิเตอร์ k และ d จะใช้วิธีการค้นหาข้อมูลแบบลำดับ

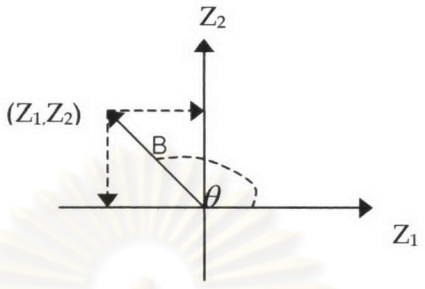
รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. **การสร้างการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนตามที่ต้องการศึกษา**

การสร้างค่าความคลาดเคลื่อนให้มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษานั้นใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 โดยการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบปกติจะใช้เลขสุ่ม (random number) ซึ่งมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (uniform distribution) ในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐาน

1.1 <u>การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ</u>

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



จากรูปเราได้ว่า

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

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

เนื่องจาก $B^2 = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (chi-square distribution) ด้วยระดับความเป็นเสรี (ร.ส.) เท่ากับ 2 ซึ่งเทียบเท่ากับการแจกแจงแบบชี้กำลัง (exponential distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 เราสามารถใช้วิธีการแปลงผกผัน (inverse tranformation) สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงดังต่อไปนี้

(3.3) $$B = (-2\ln(R))^{1/2}$$

เมื่อ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอ

จากการสมมาตรของการแจกแจงปกติ เราจะได้ว่า θ มีการแจกแจงสม่ำเสมอระหว่าง 0 ถึง 2π เรเดียนและรัศมี B และ θ เป็นอิสระกัน จากสมการที่ (3.1) , (3.2) และ (3.3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจากเลขสุ่ม 2 ชุด คือ R_1 และ R_2 กล่าวคือ

$$Z_1 = (-2\ln(R_1))^{1/2}\cos(2\pi R_2)$$
$$Z_2 = (-2\ln(R_1))^{1/2}\sin(2\pi R_2)$$

ซึ่ง R_1 และ R_2 เป็นเลขสุ่มที่สร้างจาก SUBROUTINE RANDOM เมื่อเราได้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้ว เราจะทำการแปลงค่าเลขสุ่มดังกล่าวโดยอาศัยสมการ

$$NORMAL_1 = \mu + \sigma Z_1$$
$$NORMAL_2 = \mu + \sigma Z_2$$

เราจะได้ว่า $NORMAL_1$ และ $NORMAL_2$ มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 $(NORMAL_1 \sim N(\mu,\sigma^2))$"[1]

ฟังก์ชันของการจำลองแบบประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ คือ FUNCTION NORMAL ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงฟังก์ชันดังกล่าวไว้ในภาคผนวก

2. การสร้างข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

ในการวิจัยครั้งนี้ สร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ $X = [1 \vdots X_1^{**}]$ โดยที่ $X_1^{**} = (X_1^*, X_2^*, ..., X_n^*)'$ ซึ่ง $X^*_{i(1\times p)}$, i = 1 , 2 , ..., n เป็นข้อมูลชุดที่ i ที่มีตัวแปรอิสระ p ตัว ซึ่งเราสามารถสร้างข้อมูลในแต่ละชุด p ตัว ให้มีการแจกแจงปกติของหลายตัวแปร (multivariate normal distribution) ที่มีค่าพารามิเตอร์ μ เท่ากับ 0 และ Σ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระได้เป็น $X_i^* \sim N_p(\mu, \Sigma_{p\times p})$

ในปีค.ศ. 1972 บาร์ร์ (Barr) และเซิลสาค (Slesak) เสนอวิธีการสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติของหลายตัวแปรดังนี้

กำหนดให้ $X_i^{*'} = (X_{i1}, X_{i2}, ..., X_{ip})'$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีความสัมพันธ์กันโดยมีเวกเตอร์ค่าเฉลี่ย $\mu = (\mu_1, \mu_2, ..., \mu_p)'$ เราสามารถเขียนเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมได้โดย

$$\Sigma = E\left[(X_i^{*'} - \mu)(X_i^{*'} - \mu)'\right] = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1p} \\ & \sigma_{22} & \\ \sigma_{p1} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

---

[1] สมพล จารุธนศักดิ์กูร, "การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ใช้ข้อสนเทศโดยหลักเกณฑ์ และวิธีลิวคีเจียนทั่วไปเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ,"(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539), หน้า 22-23.

ในขั้นเริ่มต้นเราจะคำนวณหาเมทริกซ์แบบสามเหลี่ยมล่าง (lower triangular matrix) C ที่ทำให้ $\Sigma = C'C$ หลังจากนั้นทำตามขั้นตอนเพื่อสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติของหลายตัวแปรดังนี้

1. สร้างเวกเตอร์ $\underset{\sim}{Z}$ ที่ประกอบด้วยตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่เป็นอิสระซึ่งกันและกัน p ตัว

2. คำนวณ $\underset{\sim}{X}_i^{*'} = \underset{\sim}{\mu} + C\underset{\sim}{Z}$ ซึ่งการคำนวณหาเมทริกซ์ C มีสูตรในการหาดังนี้

$$c_{ij} = \frac{(\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} c_{ik}c_{jk})}{(\sigma_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} c_{jk}^2)^{1/2}}$$

เมื่อ $\sum_{k=1}^{0} c_{ik}c_{jk} = 0$, $1 \le j \le i \le k$

นั่นคือ $c_{i1} = \frac{\sigma_{i1}}{\sqrt{\sigma_{11}}}$, $1 \le i \le k$,

$c_{ii} = (\sigma_{ii} - \sum_{k=1}^{j-1} c_{ik}^2)^{1/2}$, $1 \le i \le k$,

$c_{ij} = \frac{(\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} c_{ik}c_{jk})}{c_{jj}}$, $1 < j < i \le k$

และ $c_{ij} = 0$, $1 \le i < j \le k$

เราสามารถแสดงการคำนวณได้ว่า

$$\begin{aligned}\Sigma &= E[(C\underset{\sim}{Z})(C\underset{\sim}{Z})'] \\ &= E[C\underset{\sim}{Z}\underset{\sim}{Z}'C'] \\ &= C\,E(\underset{\sim}{Z}\underset{\sim}{Z}')C' = CC' \\ &= CC'\end{aligned}$$

รายละเอียดของขั้นตอนของโปรแกรมการคำนวณในการสร้างตัวแปร X ที่มีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ได้แสดงค่าใน SUBROUTINE MULTI ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถูกจำกัด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด และวิธีลิวที่ถูกจำกัด

จากหัวข้อ 1 และ 2 เราสามารถสร้างค่าความคลาดเคลื่อนตามการแจกแจงที่ต้องการศึกษาและสร้างตัวแปรอิสระ (X) ที่มีความสัมพันธ์ตามที่กำหนด จึงทำให้สร้างตัวแปรตาม (y) ได้ เราจึงคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีกำลังสองน้อยสุดที่ถูกจำกัด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด และวิธีลิวที่ถูกจำกัดตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ซึ่งวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ k โดยใช้วิธีการค้นหาข้อมูลแบบลำดับ (Sequential Search) ทั้งในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริงและไม่เป็นจริงแล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด ส่วนวิธีลิวที่ถูกจำกัดจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ d โดยใช้ $\hat{d}_{RLS}$ ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริงและใช้วิธีการค้นหาข้อมูลแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริงแล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีลิวที่ถูกจำกัด

โปรแกรมการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีกำลังสองน้อยสุดที่ถูกจำกัด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด และวิธีลิวที่ถูกจำกัดได้แสดงไว้ใน SUBROUTINE OLS , SUBROUTINE RLS , SUBROUTINE RRR และ SUBROUTINE RL ตามลำดับ

4. การหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด วิธีกำลังสองน้อยสุดที่ถูกจำกัด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด และวิธีลิวที่ถูกจำกัด

4.1 คำนวณค่า MSE ของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแต่ละตัวในแต่ละวิธีเมื่อกระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

$$MSE_j = \frac{1}{1000}\sum_{i=1}^{1000}\left(\hat{\beta}_{ij} - \beta_j\right)^2$$

เมื่อ β_j แทนตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณตัวที่ j

$\hat{\beta}_{ij}$ แทนตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณตัวที่ j จากการประมาณครั้งที่ i

MSE_j แทนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่าประมาณสำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอย β_j

4.2 คำนวณค่าเฉลี่ยของ MSE แต่ละวิธีคือ

$$AMSE(OLS) = \frac{1}{p+1}\sum_{j=1}^{p+1} MSE(OLS)_j$$

$$AMSE(RLS) = \frac{1}{p+1}\sum_{j=1}^{p+1} MSE(RLS)_j$$

$$AMSE(RRR) = \frac{1}{p+1}\sum_{j=1}^{p+1} MSE(RRR)_j$$

$$AMSE(RL) = \frac{1}{p+1}\sum_{j=1}^{p+1} MSE(RL)_j$$

4.3 คำนวณเปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างระหว่าง AMSE ทั้ง 4 วิธี โดยการเปรียบเทียบกับวิธีที่ให้ค่า AMSE น้อยสุด ดังนี้

$$DIFF = \left[\frac{AMSE_{(i)} - AMSE_{(\min)}}{AMSE_{(\min)}}\right] \times 100 \quad , i = 1,2,3,4$$

เมื่อ $DIFF$ คือ เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

$AMSE_{(i)}$ คือ $AMSE$ ของแต่ละวิธี

และ $AMSE_{(\min)}$ คือ $AMSE$ ของวิธีที่ให้ค่าน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้แสดงตารางลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยและแผนผังการเขียนโปรแกรมดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
โปรแกรมหลัก1	MAIN1	-อ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด -คำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี OLS,RLS,RRR และ RL ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง -คำนวณและเปรียบเทียบค่า AMSEของทั้ง 4 วิธี	NORMAL,C_MATRIX, MULTI,BUILDY,EIGEN, XTRAN,OLS,RLS,PAP, RRRSEQT,RRR, DOPTRLS,RL,MSE
โปรแกรมหลัก2	MAIN2	-อ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด -คำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี OLS,RLS,RRR และ RL ในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง -คำนวณและเปรียบเทียบค่า AMSEของทั้ง 4 วิธี	NORMAL,C_MATRIX, MULTI,BUILDY,EIGEN, XTRAN,OLS,RLS,PAP, RRRSEQF,RRR, RLFSEQ,RL,MSE
SUBROUTINE และ FUNCTION			
1	NORMAL	-สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน	RANDOM
2	RANDOM	-สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)	-
3	C_MATRIX	-คำนวณหาเมทริกซ์ C ที่ใช้ในการสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร	-
4	MULTI	-สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร	-
5	BUILDY	-คำนวณหาค่าตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$	NORMAL
6	EIGEN	-หาค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ $X'X$	SVD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
7	XTRAN	-คำนวณหาค่า $X'X$	-
8	INVM	-หาอินเวอร์สของเมทริกซ์ $X'X$	-
9	OLS	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีกำลังสองน้อยสุด	INVM
10	RLS	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณและค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณวิธีกำลังสองน้อยสุดที่ถูกจำกัด	INVM
11	RRR	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด	INVM
12	PAP	-คำนวณหาค่า b_{ii}	INVM
13		-หาค่า k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	VBRRR
14	VBRRR	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_R^*(k))$ โดยวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	-
15	RRRSEQF	-หาค่า k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	VBRRRF
16	VBRRRF	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_R^*(k))$ โดยวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	STAR
17	RL	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีลิวที่ถูกจำกัด	INVM
18	DOPTRL	-คำนวณหาค่า d ที่เหมาะสมในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
19	RLFSEQ	-หาค่า d โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	VBRLF
20	VBRLF	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_d^*(d))$ โดยวิธีลิวที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	STAR
21	MSE	-คำนวณหาค่า MSE ของทั้ง 4 วิธี	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังการเขียนโปรแกรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย