บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ประชุม สุวัตถี. ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์, 2527.

มนตรี พิริยะกุล. เทคนิคการวิเคราะห์ลมการถดถอย (เล่ม 1). กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2529.

สุชาดา กิระนันทน์. การอนุมานเชิงสถิติ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

เอกสารอื่น ๆ

จิรพร วีระพันธุ์. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนอนพาราเมตริกซ์ สำหรับการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของความถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย". วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาต่างประเทศ

หนังสือ

Darper, NoR., and H. Smith. Applied Regression Analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1967.

Goldfeld, S.M., and Quandt .., R.E. Nonlinear Methods in Econometrics. Amsterdom : North-Holland Publishing Company, 1972.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม (ต่อ)

Johnston, J. Econometric Methods. 2d ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1972.

Judge, George G. Introduction to the Theory and Practice of Econometrics. New York : Wiley, 1982.

Morrison, Donald F. in Multivariate Statistical Mehods. 2 nd ed., McGraw-Hill, Kogakusha, 1978.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีอยู่หลายวิธี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มตามวิธีที่ไวท์และฮิมิตท์เสนอไว้ ซึ่งจะใช้โปรแกรมย่อย RANDOM ผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในพิสัย 0 ถึง 1.0 โดยใช้คำสั่ง CALL RANDOM (IX, IY, RD) ซึ่งพารามิเตอร์ในวงเล็บ IX คือเลขสุ่มตัวแรกซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่และน้อยกว่า 2147483648 ซึ่ง IX นี้จะเป็นค่าเริ่มต้นที่จะให้โปรแกรมย่อยคำนวน IY ออกมาให้ IY จึงเป็นค่าที่เป็นเลขสุ่มจำนวนเต็มของโปรแกรมย่อยนี้ และจะใช้เป็นตัวคำนวณ IY ตัวต่อ ๆ ไป สำหรับรายละเอียดในการสร้างโปรแกรมย่อยสามารถแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE RANDOM (IX,IY,RD)
      IY = IX * 65539
      IF(IY) 1,2,2
1     IY = IY + 2147483647 + 1
2     RD = IY
      RD = RD * 0.4656613 E - 9
      IX = IY
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [A,B]

การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม เป็นการแจกแจงซึ่งมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น เป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{b-a}, \quad a \leq x \leq b$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [A,B] ใช้วิธี Inverse Transformation ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$F(x) = \int_a^x f(x)\,dx$$

$$= \int_a^x \frac{1}{b-a}\,dx$$

$$= \frac{1}{b-a} \times \Big|_a^x$$

$$= \frac{x-a}{b-a}$$

$$x = a + (b-a)\,F(x)$$

เนื่องจาก F(x) มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [0,1] ดังนั้น F(x) ก็คือค่า RD จากโปรแกรมย่อย RANDOM ซึ่งโปรแกรมย่อย RANDOM นี้ใช้สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [0,1] ดังนั้น โปรแกรมย่อยซึ่งใช้สร้างการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง[a,b] แสดงได้ดังนี้

```
SUBROUTINE UNIFRM (A,B,X)
CALL RANDOM (IX,IY,RD)
X = A + (B-A) * RD
RETURN
END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด จะใช้โปรแกรมย่อย NORMAL ซึ่งจะพิจารณาจากสูตร

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{k} RD_i - \frac{k}{2}}{\frac{k}{12}}$$

โดย X เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และค่าความแปรปรวน 1

RD_i เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอจากโปรแกรมย่อย Random

k เป็นจำนวนค่าของ RD_i ที่จะถูกนำมาใช้

โดยปกติแล้ว ตัวเลขสุ่ม X จะมีค่าเข้าใกล้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่แท้จริงนั้น เมื่อค่าของ k เข้าใกล้ค่าอนันต์ (infinity) สำหรับโปรแกรมที่ใช้สร้างเลขสุ่มนี้จะเลือก k เป็น 12 เพื่อลดเวลาการคำนวณในเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจากสูตรข้างต้นจะได้สูตรใหม่ดังนี้

$$X = \sum_{i=1}^{12} RD_i - 6.0$$

และเพื่อให้ตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นมาแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติโดยที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด ดังนั้นตัวแปรสุ่มดังกล่าวจะเป็น

$$X' = X \times SD + AM$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ SD เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด

AM เป็นค่าเฉลี่ยตามที่กำหนด

ดังนั้นโปรแกรมย่อย ซึ่งใช้สร้างการแจกแจงแบบปกติ แสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE NORMAL (SMEAN, SIGMA, X)
      A = 0.0
      DO 50 I = 1,12
      CALL RANDOM (IX,IY,RD)
      A = A + RD
   50 CONTINUE
      X  = (A - 6.0) * SIGMA + SMEAN
      RETURN
      END
```

<u>การสร้างข้อมูล (X, Y) ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง</u>

การสร้างข้อมูล (X, Y) ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถจำแนกตามลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. <u>ลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ</u>

จากรูปแบบสมการถดถอยแบบง่าย

$$Y_t = \beta_o + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad , \quad t = 1,2,\ldots,n$$

เมื่อ $V(\varepsilon_t) = \sigma^2 X_t^2$

$E(\varepsilon_s \varepsilon_t) \neq 0 \quad , \quad s \neq t$

โดยที่ $\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + V_t$

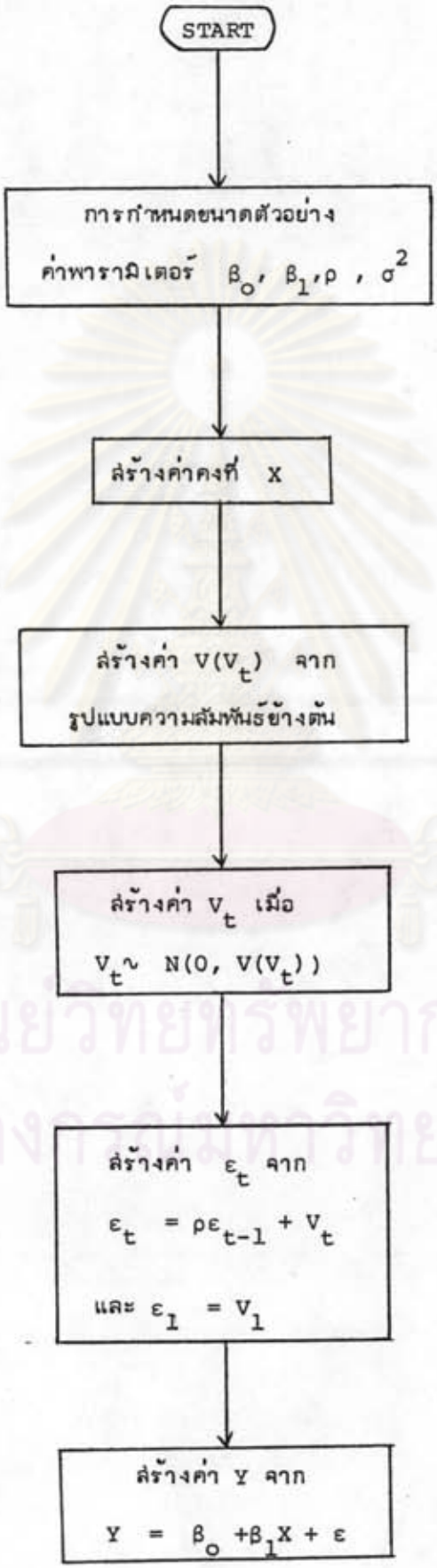
จะได้ $V(V_t) = \sigma^2(X_t^2 - \rho^2 X_{t-1}^2)$

และ $V(V_1) = \sigma^2(1 - \rho^2) X_1^2$

ซึ่งสามารถสร้างข้อมูล (X,Y) ได้ตามผังงานดังรูปที่ ก. 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก. 1 แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสัมแปรตามตัว แปรอิสระ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. <u>ลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม</u>

จากรูปแบบสมการถดถอยแบบง่าย

$$Y_t = \beta_o + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad , \quad t = 1,2,\ldots,n$$

เมื่อ $V(\varepsilon_t) = \sigma^2 \left[E(Y_t) \right]^2$

$$= \sigma^2 (\beta_o + \beta_1 X_t)^2$$

$$E(\varepsilon_s \varepsilon_t) \neq 0 \quad , \quad s \neq t$$

โดยที่ $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + V_t$

จะได้ $V(V_t) = \sigma^2 (\hat{Y}_t^2 - \rho^2 \hat{Y}_{t-1}^2)$

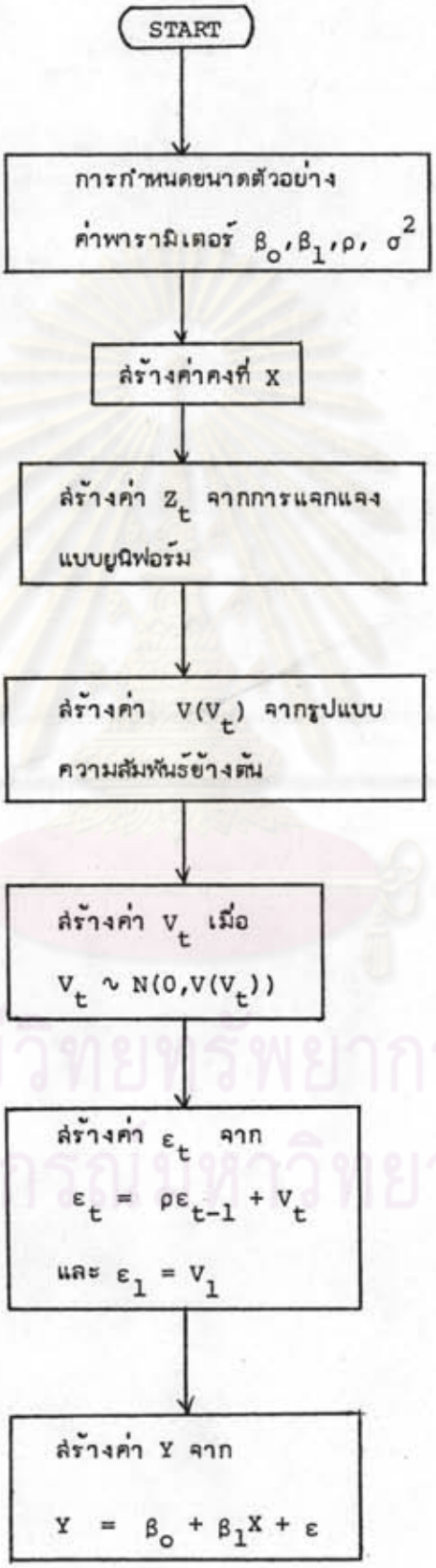
และ $V(V_1) = \sigma^2 (1 - \rho^2) \hat{Y}_1^2$

$$\hat{Y}_t = \beta_o + \beta_1 X_t$$

ซึ่งสามารถสร้างข้อมูล (X,Y) ได้ตามผังงานดังรูปที่ ก. 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก. 2 แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. <u>ลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบลุ่ม</u>

จากรูปแบบสมการถดถอยแบบง่าย

$$Y_t = \beta_o + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \ , \ t = 1,2,\ldots,n$$

เมื่อ $V(\varepsilon_t) = \sigma^2 Z_t$, Z_t มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

$E(\varepsilon_s \varepsilon_t) \neq 0 \ , \ s \neq t$

โดยที่ $\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + V_t$

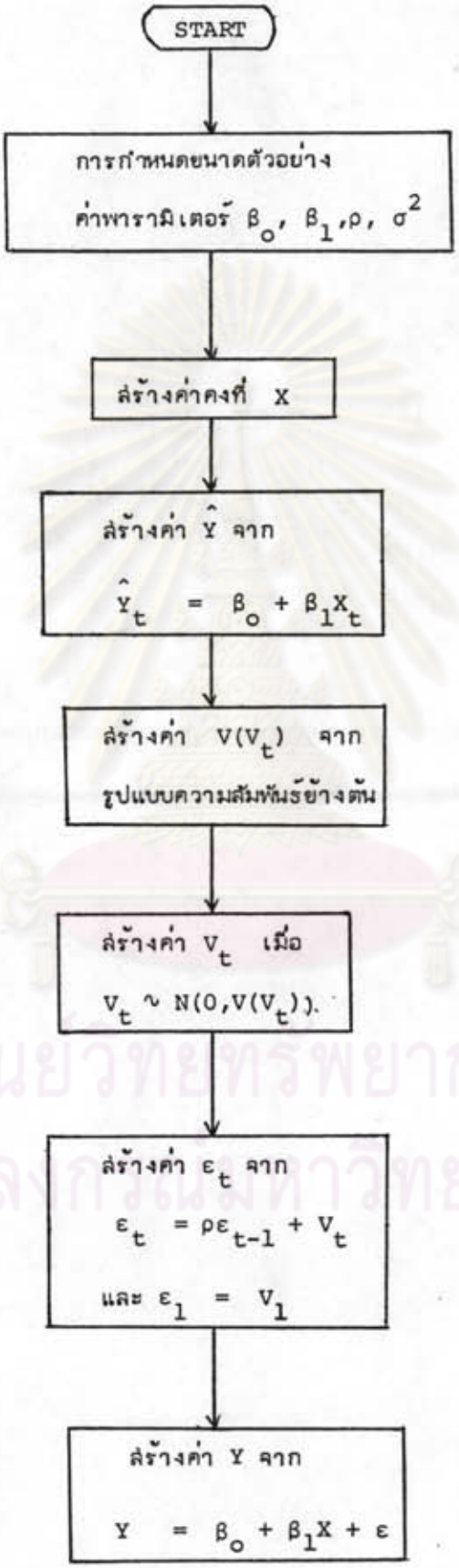
จะได้ $V(V_t) = \sigma^2(Z_t - \rho^2 Z_{t-1})$

และ $V(V_1) = \sigma^2(1 - \rho^2) Z_1$

ซึ่งสามารถสร้างข้อมูล (X , Y) ได้ตามฟังงานดังรูปที่ ก. 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก. 3 แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ย

การเปรียบเทียบจำนวนการกระทำซ้ำในการจำลองการทดลอง

ในการเปรียบเทียบครั้งนี้ ได้จำลองสถานการณ์ขนาดตัวอย่าง เป็น 15 ค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสามารถดูผลได้จากตาราง ย. 1 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข .1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนจำแนกตามจำนวนการกระทำซ้ำ ในการจำลองการทดลองขนาดตัวอย่างเป็น 15 ค่า สหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ

วิธี	จำนวนรอบ = 100		จำนวนรอบ = 200		จำนวนรอบ = 300		จำนวนรอบ = 400		จำนวนรอบ = 500	
	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$	$V(\hat{\beta}_o)$	$V(\hat{\beta}_1)$
วิธี OLS	370.6807	0.1690	348.8857	0.1482	363.8643	0.1395	368.7531	0.1534	365.8432	0.1434
วิธี GLS-U	271.9053	0.0921	275.2988	0.1091	274.0347	0.1091	276.0439	0.1334	275.8001	0.1333
วิธี GLS-C	373.4026	0.2481	345.4261	0.1234	359.5896	0.1362	360.7959	0.1423	359.9394	0.1444
วิธี GLS-UC	260.6475	0.0920	270.9595	0.1069	268.2017	0.1081	268.4479	0.1099	269.8354	0.1082
วิธี GLS-T	261.8288	0.0921	272.9121	0.1083	273.8093	0.1100	272.1121	0.1101	273.4311	0.1101

การเปรียบเทียบเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผล

ในการเปรียบเทียบครั้งนี้ ได้จำลองสถานการณ์ขนาดตัวอย่างต่าง ๆ กัน เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสามารถดูผลได้จากตาราง ข. 2 ดังนี้

ตาราง ข. 2 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผล จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ในการจำลองการทดลอง 300 รอบ เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความผันแปรของค่าคลาดเคลื่อน	เวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผล (นาที)			
	n = 15	n = 30	n = 45	n = 60
ผันแปรตามตัวแปรอิสระ	10	20	25	30
ผันแปรตามตัวแปรตาม	12	25	30	35
ผันแปรแบบสุ่ม	12	15	20	30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

โปรแกรม 1

```
C=============================================
C============= PROGRAM TO COMPUTE =============
C===VARINACE OF ESTIMATORS OF 5 STATISTICS ;===
C===  OLS , GLS-U , GLS-C , GLS-UC , GLS-T  ===
C=== WHEN ERROR IS PROPORTIONAL TO X (XX**2)===
C===    WITH SAMPLE SIZE 15 , 30 , 45 , 60  ===
C=============================================
C           DESCRIPTION SOME VARIABLE
C          X(I,J) = INDEPENDENT VARIABLE
C          Y(J)   = DEPENDENT VARIABLE
C          E(J)   = ERROR TERM
C=============================================
           DIMENSION X(2,60),Y(60),XX(2,60),YY(60),CM(60,60)
     *     ,B(2),BB(2),DX(60),SB1(5),SB2(5),SIGU(60),B3(2),
     *     B1(2)
           REAL MSE
C============================
C======== INPUT DATA ========
C============================
           READ(5,10)N,SMX,STDX
           READ(5,12)RHO,B(1),B(2)
           READ(5,14)CRI,CHI,DU,DL
10         FORMAT(I2,2F4.0)
12         FORMAT(F3.1,2F3.0)
14         FORMAT(F4.2,3F5.3)
           IROUND=300
           ISEED=973253
C====================================
C==== GENERATE FIXED VARIABLE (X) ====
C====================================
           CALL SUBXX(N,SMX,STDX,X,ISEED)
           CALL RANKX(N,X)
```

```
      DO 40 IT=1,N
         DX(IT)=X(2,IT)*X(2,IT)
40    CONTINUE
         DRHO=RHO*RHO
         SIGU(1)=DX(1)*(1-DRHO)
      DO 50 IT=2,N
         IIT=IT-1
         TN=DX(IT)-DRHO*DX(IIT)
         SIGU(IT)=TN
50    CONTINUE
      DO 15 I=1,5
         SB1(I)=0.0
         SB2(I)=0.0
15    CONTINUE
C=====================================
C==== REPEAT SIMULATION 300 TIMES ====
C=====================================
      DO 2000 II=1,IROUND
C=================================================================
C==== GENERATE E(J)&Y(J): Y(J)=B(1)*X(1,J)+B(2)*X(2,J)+E(J) ====
C=================================================================
1000     STDU=SQRT(SIGU(1))
         CALL NORMAL(0.0,STDU,ISEED,EE)
         Y(1)=B(1)*X(1,1)+B(2)*X(2,1)+EE
      DO 18 I=2,N
         SIGUU=SIGU(I)
         CALL SUBERR(SIGUU,ISEED,RHO,EE)
         Y(I)=B(1)+B(2)*X(2,I)+EE
18    CONTINUE
C====================
C==== OLS METHOD ====
C====================
         ICASE=0
C================================
C==== TEST HETEROSCEDASTICITY ====
C================================
```

```
          CALL HETERO(N,X,Y,CHI,CHECK)
          IF (CHECK.EQ1.0) GO TO 1000
          CALL OLS(N,1,N,X,Y,MSE,BB)
          WRITE(6,560)(BB(LL),LL=1,2)
C=============================
C==== TEST AUTOCORRELATION ====
C=============================
          CALL AUTO(N,X,Y,BB,DU,DL,CHECK,ERHO)
          WRITE(6,580)ERHO
580       FORMAT(5X,'ESTIMATE-COFF= ',F15.11)
          IF (CHECK.NE.0.0) GO TO 1000
          WRITE(6,600)(Y(I),X(1,I),X(2,I),I=1,N)
600       FORMAT(3(5X,F10.4))
          DB= BB(1) -B(1)
          SB1(1)=SB1(1)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(1)=SB2(1)+DB*DB
C======================
C==== GLS-U METHOD ====
C======================
          CALL INOMG1(X,N,OM)
          ICASE=1
          WRITE(6,550)((OM(KK,JJ),JJ=1,N),KK=1,N)
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
          B1(1)=BB(1)
          B2(2)=BB(2)
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
          CALL AUTO(N,XX,YY,BB,DU,DL,CHECK,ERHO1)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(2)=SB1(2)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(2)=SB2(2)+DB*DB
C=======================
C==== GLS-C METHOD ====
C=======================
```

```
          ICASE=2
          CALL INOMG2(OM,ERH O,N)
          WRITE(6,580)ERHO
          CALL GLS(N ,X,Y,OM,BB)
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(3)=SB1(3)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(3)=SB2(3)+DB*DB
C=======================
C==== GLS-UC METHOD ====
C=======================
          ICASE=3
          CALL INOMG3(OM,ERHO,N,X)
          WRITE(6,580)ERHO
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB,CC,SB,MSE)
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(4)=SB1(4)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(4)=SB2(4)+DB*DB
C=======================
C==== GLS-T METHOD ====
C=======================
          ICASE=4
       DO 20 I=1,N
        DO 30 J=1,2
          XX(I,J)=X(J,I)/X(2,I)
30      CONTINUE
          YY(I)=Y(I)/X(2,I)
20     CONTINUE
          CALL AUTO(N,XX,YY,B1,DU,DL,CHECK,ERHO1)
          CALL INOMG2(OM,ERHO1,N)
          CALL GLS(N,XX,YY,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
```

```
      SB1(5)=SB1(5)+DB*DB
      DB= BB(2)-B(2)
      SB2(5)=SB2(5)+DB*DB
550   FORMAT(5(2X,F12.7))
560   FORMAT(5X," BETA-1 = ",F8.3/ " BETA-2 = ',F8.3)
2000  CONTINUE
      DO 1200 I=1,5
      SB1(I)=SB1(I)/IROUND
      SB2(I)=SB2(I)/IROUND
1200  CONTINUE
      CALL REPT(N,RHO,IROUND,CRI,B,ISEED,SB1,SB2)
      STOP
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรม 2

```
C=============================================
C============= PROGRAM TO COMPUTE =============
C===VARIANCE OF ESTIMATORS OF 5 STATISTICS ;===
C===  OLS , GLS-U , GLS-C , GLS-UC , GLS-T  ===
C=== WHEN ERROR IS PROPORTIONAL TO Y (YY**2)===
C===    WITH SAMPLE SIZE 15 , 30 , 45 , 60  ===
C=============================================
C          DESCRIPTION SOME VARIABLE
C         X(I,J) = INDEPENDENT VARIABLE
C         Y(J)   = DEPENDENT VARIABLE
C         E(J)   = ERROR TERM
C=============================================
          DIMENSION X(2,60),Y(60),OM(60,60),B(2),DY(60),SIGU(60)
     *     ,B1(2),B3(2),BB(2),SB1(5),SB2(5),Y1(60),YH(60),
     *     XX(2,60),YY(60),YYH(60),YH1(60),B2(2)
          REAL MSE
C====================
C==== INPUT DATA ====
C====================
          READ(5,10)N,SMX,STDX
          READ(5,12)RHO,B(1),B(2)
          READ(5,14)CRI,CHI,DU,DL
10        FORMAT(I2,2F4.0)
12        FORMAT(F3.1,2F3.0)
14        FORMAT(F4.2,3F5.3)
          IROUND=300
          ISEED=973253
C=====================================
C==== GENERATE FIXED VARIABLE (X) ====
C=====================================
```

```
          CALL SUBXX(N,SMX,STDX,X,ISEED)
        DO 5 I=1,N
          YYH(I)=B(1)*X(1,I)+B(2)*X(2,I)
5       CONTINUE
          CALL RANK(N,X,YYH,X,Y1)
        DO 40 IT=1,N
          DY(IT)=Y1(IT)*Y1(IT)
40      CONTINUE
          DRHO=RHO*RHO
          SIGU(1)=DY(1)*(1-DRHO)
        DO 50 IT=2,N
          IIT=IT-1
          TN=DY(IT)-DRHO*DY(IIT)
          SIGU(IT)=TN
50      CONTINUE
        DO 15 I=1,5
          SB1(I)=0.0
          SB2(I)=0.0
15      CONTINUE
C=====================================
C==== REPEAT SIMULATION 300 TIMES ====
C=====================================
        DO 2000 II=1,IROUND
C=============================================================
C==== GENERATE E(J)&Y(J): Y(J)=B(1)*X(1,J)+B(2)*X(2,J)+E(J) ====
C=============================================================
1000      STDU=SQRT(SIGU(1))
          CALL NORMAL(0.0,STDU,ISEED,EE)
          Y(1)=B(1)*X(1,1)+B(2)*X(2,1)+EE
        DO 18 I=2,N
          SIGUU=SIGU(I)
          CALL SUBERR(SIGUU,ISEED,RHO,EE)
          Y(I)=B(1)*X(1,I)+B(2)*X(2,I)+EE
18      CONTINUE
```

```
C====================
C==== OLS METHOD ====
C====================
        ICASE=0
C================================
C==== TEST HETEROSCEDASTICITY ====
C================================
        CALL HETERO(N,X,Y,CHI,CHECK)
        IF (CHECK .EQ. 1.0) GO TO 1000
        CALL OLS(N,1,N,X,Y,MSE,BB)
        WRITE(6,560)(BB(IL),IL=1,2)
C==============================
C==== TEST AUTOCORRELATION ====
C==============================
        CALL AUTO(N,X,Y,BB,DU,DL,CHECK,ERHO2)
        WRITE(6,580)ERHO
580     FORMAT(5X,' ESTIMATE-COFF = ',F15.11)
        IF (CHECK .NE.0.0) GO TO 1000
        CALL INOMG2(OM,ERHO2,N)
        CALL GLS(N,X,Y,OM,B2)
        CALL YHAT(N,X,Y,B2,YH)
        CALL TEST(ICH,N,YH,ERHO2)
        IF (ICH .EQ. 0) GO TO 1000
        WRITE(6,600)(Y(I),X(1,I),X(2,I),I=1,N)
600     FORMAT(3(5X,F10.4))
        DB= BB(1)-B(1)
        SB1(1)=SB1(1)+DB*DB
        DB= BB(2)-B(2)
        SB2(1)=SB2(1)+DB*DB
C======================
C==== GLS-U METHOD ====
C======================
        ICASE=1
        CALL YHAT(N,X,Y,BB,YH1)
        CALL INOMG1(YH1,N,OM)
```

```
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
          B1(1)=BB(1)
          B1(2)=BB(2)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(2)=SB1(2)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(2)=SB2(2)+DB*DB
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
C=======================
C==== GLS-C METHOD ====
C=======================
          ICASE=2
          CALL INOMG2(OM,ERHO2,N)
          WRITE(6,580)ERHO
          CALL GLS(N ,X,Y,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(3)=SB1(3)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(3)=SB2(3)+DB*DB
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
C=======================
C==== GLS-UC METHOD ====
C=======================
          ICASE=3
          CALL INOMG3(OM,ERHO2,N,YH)
          WRITE(6,580)ERHO
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(4)=SB1(4)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(4)=SB2(4)+DB*DB
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
C=======================
C==== GLS-T METHOD ====
C=======================
```

```
          ICASE=4
        DO 20 I=1,N
         DO 30 J=1,2
          XX(J,I)=X(J,I)/YH(I)
30       CONTINUE
          YY(I)=Y(I)/YH(I)
20      CONTINUE
          CALL OLS(N,1,N,XX,YY,MSE,B1)
          CALL AUTO(N,XX,YY,B1,DU,DL,CHECK,ERHO1)
          CALL INOMG2(OM,ERHO1,N)
          CALL GLS(N,XX,YY,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(5)=SB1(5)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(5)=SB2(5)+DB*DB
560       FORMAT(5X, ' BETA-1 = ',F15.3/ '  BETA-2 = ',F8.3)
2000    CONTINUE
        DO 1200 I=1,5
          SB1(I)=SB1(I)/IROUND
          SB2(I)=SB2(I)/IROUND
1200    CONTINUE
          CALL REPT(N,RHO,IROUND,CRI,B,ISEED,SB1,SB2)
          STOP
          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรม 3

```
C=============================================
C============= PROGRAM TO COMPUTE =============
C===VARIANCE OF ESTIMATORS OF 5 STATISTICS ;===
C===  OLS , GLS-U , GLS-C , GLS-UC , GLS-T  ===
C===  WHEN ERROR IS PROPORTIONAL TO RANDOM  ===
C===    WITH SAMPLE SIZE 15 , 30 , 45 , 60  ===
C=============================================
C          DESCRIPTION SOME VARIABLE
C         X(I,J) = INDEPENDENT VARIABLE
C         Y(J)   = DEPENDENT VARIABLE
C         E(J)   = ERROR TERM
C=============================================
          DIMENSION X(2,60),Y(60),XX(2,60),YY(60),OM(60,60),
     *    B(2),BB(2),RAN(60),SS(3),SB1(5),SB2(5),SIGU(60),
     *    B3(2),B1(2),TX(2,60),TY(60),NN(3),S(60),DT(60),S3(3)
     *    ,S33(60)
          REAL MSE
C====================
C==== INPUT DATA ====
C====================
          READ(5,10)N,SMX,STDX
          READ(5,12)RHO,B(1),B(2)
          READ(5,14)CRI,CHI,DU,DL
10        FORMAT(I2,2F4.0)
12        FORMAT(F3.1,2F3.0)
14        FORMAT(F4.2,3F5.3)
          IROUND=300
          ISEED=973253
C====================================
C==== GENERATE FIXED VARIABLE (X) ====
C====================================
```

```
            CALL SUBXX(N,SMX,STDX,X,ISEED)
            CALL RANKX(N,X)
         DO 40 IT=1,N
            CALL RANDU(ISEED,IY,RN)
            RAN(IT)=RN
40       CONTINUE
            CALL RANKY(N,RAN)
            DRHO=RHO*RHO
            SIGU(1)=RAN(1)*(1-DRHO)
         DO 50 IT=2,N
            IIT=IT-1
            TN=RAN(IT)-DRHO*RAN(IIT)
            SIGU(IT)=TN
50       CONTINUE
         DO 15 I=1,5
            SB1(I)=0.0
            SB2(I)=0.0
15       CONTINUE
C====================================
C==== REPEAT SIMULATION 300 TIMES ====
C====================================
         DO 2000 II=1,IROUND
C=============================================================
C==== GENERATE E(J)&Y(J): Y(J)=B(1)*X(1,J)+B(2)*X(2,J)+E(J) ====
C=============================================================
1000        STDU=SQRT(SIGU(1))
            CALL NORMAL(0.0,STDU,ISEED,EE)
            Y(1)=B(1)*X(1,1)+B(2)*X(2,1)+EE
         DO 18 I=2,N
            SIGUU=SIGU(I)
            CALL SUBERR(SIGUU,ISEED,RHO,EE)
            Y(I)=B(1)*X(1,I)+B(2)*X(2,I)+EE
18       CONTINUE
C====================
C==== OLS METHOD ====
C====================
```

```
          ICASE=0
C=================================
C==== TEST HETEROSCEDASTICITY ====
C=================================
          CALL HETERO(N,X,Y,CHI,CHECK)
          IF (CHECK .EQ. 1.0) GO TO 1000
          CALL OLS(N,1,N,X,Y,MSE,BB)
          WRITE(6,560)(BB(IL),IL=1,2)
C==============================
C==== TEST AUTOCORRELATION ====
C==============================
          CALL AUTO(N,X,Y,BB,DU,DL,CHECK,ERHO)
          WRITE(6,580)ERHO
580       FORMAT(5X, ' ESTIMATE-COFF = ',F15.11)
          IF (CHECK .NE. 0.0) GO TO 1000
          WRITE(6,600)(Y(I),X(1,I),X(2,I),I=1,N)
600       FORMAT(3(5X,F10.4))
          IC=1
       DO 60 IP=1,3
          IN=NN(IP)
       DO 60 IIP=1,IN
          S(IC)=SS(IP)
          IC=IC+1
60     CONTINUE
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(1)=SB1(1)+DB*DB
          DB=BB(2)-B(2)
          SB2(1)=SB2(1)+DB*DB
C======================
C==== GLS-U METHOD ====
C======================
          ICASE=1
          CALL INOMG1(S,N,OM)
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
```

```
          B1(1)=BB(1)
          B1(2)=BB(2)
          WRITE(6,560)(BB(IK),IK=1,2)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(2)=SB1(2)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(2)=SB2(2)+DB*DB
C=======================
C==== GLS-C METHOD ====
C=======================
          ICASE=2
          CALL INOMG2(OM,ERHO,N )
          WRITE(6,580)ERHO
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
          WRITE(6,560)(BB(IL),IL=1,2)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(3)=SB1(3)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(3)=SB2(3)+DB*DB
C=======================
C==== GLS-UC METHOD ====
C=======================
          ICASE=3
       DO 99 ITT=2,N
          IIT=ITT-1
          TY(ITT)=Y(ITT)-ERHO*Y(IIT)
          TX(1,ITT)=X(1,ITT)-ERHO*X(1,IIT)
          TX(2,ITT)=X(2,ITT) ERHO*X(2,IIT)
99     CONTINUE
       DO 70 IP=2,N
          DT(IP)=TX(1,IP)*BB(1)+TX(2,IP)*BB(2)
70     CONTINUE
          IC=2
       DO 75 IP=1,3
```

```
          SM=0.0
          IN=NN(IP)-1
        DO 80 IIP=1,IN
          SM=SM+(DT(IC)-Y(IC))**2
          IC=IC+1
80      CONTINUE
          S3(IP)=SM/(IN-2)
75    CONTINUE
          IC=1
      DO 85 IP=1,3
          IN=NN(IP)
      DO 85 IIP=1,IN
          S33(IC)=S3(IP)
          IC=IC+1
85    CONTINUE
          CALL INOMG3(OM,ERHO,N,S33)
          CALL GLS(N,X,Y,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(4)=SB1(4)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(4)=SB2(4)+DB*DB
C=====================
C==== GLS-T METHOD ====
C=====================
          ICASE=4
      DO 20 I=1,N
          SQ=SQRT(S33(I))
        DO 30 J=1,2
          XX(J,I)=X(J,I)/SQ
30      CONTINUE
          YY(I)=Y(I)/SQ
20    CONTINUE
          CALL OLS(N,1,N,XX,YY,MSE,B1)
          CALL AUTO(N,XX,YY,B1,DU,DL,CHECK,ERHO1)
```

```
          CALL INOMG2(OM,ERHO1,N)
          CALL GLS(N,XX,YY,OM,BB)
          DB= BB(1)-B(1)
          SB1(5)=SB1(5)+DB*DB
          DB= BB(2)-B(2)
          SB2(5)=SB2(5)+DB*DB
560       FORMAT(5X,' BETA-1 = ',F8.3/ '  BETA-2 = ',F8.3)
2000    CONTINUE
        DO 1200 I=1,5
           SB1(I)=SB1(I)/IROUND
           SB2(I)=SB2(I)/IROUND
1200    CONTINUE
           CALL REPT(N,RHO,IROUND,CRI,B,ISEED,SB1,SB2)
           STOP
           END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมย่อย

```
C================================
C==== GENERATE VARIABLE OF X ====
C================================
      SUBROUTINE SUBXX(N,SMX,STDX,X,IX)
      DIMENSION X(2,60)
    DO 10 I=1,N
      X(1,I)=1.0
10  CONTINUE
    DO 20 J=1,N
      CALL NORMAL(SMX,STDX,IX,XX)
      X(2,J)=XX
20  CONTINUE
      RETURN
      END

C================================
C==== RANKING OBSERVATION OF X ====
C================================
      SUBROUTINE RANKX(N,X)
      DIMENSION X(2,60)
10      IC=0
    DO 100 I=2,N
      II=I-1
      IF(X(2,II) .LE. X(2,I)) GO TO 100
      Z=X(2,II)
      X(2,II)=X(2,I)
      X(2,I)=Z
      IC=1
100  CONTINUE
       IF(IC .EQ. 1) GO TO 10
       RETURN
       END
```

```
C==================================
C==== RANKING OBSERVATION OF Y ====
C==================================
         SUBROUTINE RANKY(N,Y)
         DIMENSION Y(60)
10       IC=0
      DO 100 I=2,N
         II=I-1
         IF(Y(II) .LE. Y(I)) GO TO 100
         Z=Y(II)
         Y(II)=Y(I)
         Y(I)=Z
         IC=1
100   CONTINUE
         IF(IC .EQ. 1) GO TO 10
         RETURN
         END

C==================================
C==== RANKING PAIR OBSERVATION ====
C==================================
         SUBROUTINE RANK(N,X,Y,RX,RY)
         DIMENSION X(2,60),Y(60),RX(2,60),RY(60)
      DO 5 I=1,N
       DO 7 J=1,2
         RX(J,I)=X(J,I)
7     CONTINUE
         RY(I)=Y(I)
5     CONTINUE
10       IC=0
      DO 100 I=2,N
         II=I-1
         IF(RY(II) .LE. RY(I)) GO TO 100
         Z1=RX(1,II)
         Z2=RX(2,II)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            Z3=RY(II)
            RX(1,II)=RX(1,I)
            RX(2,II)=RX(2,I)
            RY(II)=RY(I)
            RX(1,I)=Z1
            RX(2,I)=Z2
            RY(I)=Z3
            IC=1
100     CONTINUE
            IF(IC .EQ. 1) GO TO 10
            RETURN
            END

C============================
C==== GENERATE ERROR TERM ====
C============================
            SUBROUTINE SUBERR(SIGU,IX,RHO,EE)
            STDU=SQRT(SIGU)
            SMU=0.0
            CALL NORMAL(SMU,STDU,IX,U)
            EE=(EE*RHO)+U
            RETURN
            END

C==============================
C==== TEST HETEROSCEDASTICITY ====
C==============================
            SUBROUTINE HETERO(N,X,Y,CHI,CHECK)
            DIMENSION X(2,60),Y(60),NN(3),S(3),BB(2),RX(2,60),RY(60)
            REAL MSE
            II=1
            NS=0
            NN(1)=N/3
            NN(2)=NN(1)
            NN(3)=N-NN(1)-NN(2)
```

```
      CALL RANK(N,X,Y,RX,RY)
      DO 10 I=1,3
      NT=NN(I)
      NS=NS+NT
      CALL OLS(NT,II,NS,RX,RY,MSE,BB)
      S(I)=MSE
      II=II+NT
10    CONTINUE
      SS1=0.0
      SS2=0.0
      SS3=0.0
      DO 40 I=1,3
      SS=S(I)
      SZ=ALOG10(SS)
      SS1=SS1+(NN(I)-1)*SZ
      SS2=SS2+(NN(I)-1)*SZ
      SS3=SS3+(1.0/NN(I))
40    CONTINUE
      SS1=SS1/2.0
      IT1=N-3
      SS2=SS2/IT1
      SSZ=ALOG10(SS2)
      SS4=(IT1/2.0)*SSZ
      TN=1.0/NS
      SS3=(SS3-TN)/6.0
      SLOGM=SS1-SS$
      CONS=(-4.60517*SLOGM)/(1.+SS3)
      IF(CONS .GT. CHI) THEN
        CHECK=0.0
        ELSE
        CHECK=1.0
      ENDIF
      RETURN
      END
```

```
C==============================
C==== TEST AUTOCORRELATION ====
C==============================
      SUBROUTINE AUTO(N,X,Y,B3,DU,DL,CHECK,ERHO)
      DIMENSION X(2,60),Y(60),BB(2),E(60)
     DO 10 I=1,N
      EY=BB(1)*X(1,I)+BB(2)*X(2,I)
      E(I)=Y(I)-ey
10    CONTINUE
      S1=0.0
      S2=0.0
      S3=0.0
     DO 20 I=2,N
      II=I-1
      S1=S1+E(I)-E(II))**2
      S2=S2+(E(I)*E(II))
      S3=S3+E(I)**2
20    CONTINUE
      S4=S3+E(1)**2
      DURB=S1/S4
      IF(S2 .GT. S3) THEN
        S3=S3-E(N)*E(N)
        S3=S3+E(1)*E(1)
      ENDIF
      ERHO=S2/S3
      IF( DURB .LT. DL) THEN
          CHECK=0.0
          ELSEIF( DURB .GT. DU) THEN
                  CHECK=1.0
                  ELSE
                  CHECK=2.0
      ENDIF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C==============================
C==== LEAST SQUARES METHOD ====
C==============================
      SUBROUTINE OLS(N,I1,I2,X,Y,MSE,B)
      DIMENSION X(2,60),Y(60),B(2)
      REAL MSE
      MSE=0.0
      SX1=0.0
      SX2=0.0
      SX1Y=0.0
      SX2Y=0.0
      SX1X2=0.0
     DO 10 I=I1,I2
      SX1=SX1+X(1,I)*X(1,I)
      SX2=SX2+X(2,I)*X(2,I)
      SX1X2=SX1X2+X(1,I)*X(2,I)
      SX1Y=SX1Y+X(1,I)*Y(I)
      SX2Y=SX2Y+X(2,I)*Y(I)
10    CONTINUE
      CT=(SX1*SX2)-(SX1X2*SX1X2)
      B(1)=((SX2*SX1Y)-(SX1X2*SX2Y))/CT
      B(2)=((SX1*SX2Y)-(SX1X2*SX1Y))/CT
     DO 20 I=I1,I2
      YHAT=X(1,I)*B(1)+X(2,I)*B(2)
      MSE=MSE+(YHAT-Y(I))*(YHAT-Y(I))
20    CONTINUE
      MSE=MSE/(N-2)
      RETURN
      END

C=========================================
C==== GENERALIZED LEAST SQUARES METHOD ====
C=========================================
```

```
      SUBROUTINE GLS(N,X,Y,OM,B)
      DIMENSION X(2,60),Y(60),OM(60,60),B(2),XO(2,60),XOX(2,2)
     *  ,CC(2,2),XY(2)
      REAL MSE
      DO 10 I=1,2
      DO 10 J=1,N
        SUM=0.0
       DO 20 K=1,N
        SUM=SUM+(X(I,K)*OM(K,J))
20     CONTINUE
        XO(I,J)=SUM
10    CONTINUE
      DO 30 I=1,2
      DO 30 J=1,2
        SUM=0.0
       DO 40 K=1,N
        SUM=SUM+XO(I,K)*X(J,K)
40     CONTINUE
        XOX(I,J)=SUM
30    CONTINUE
        DET=(XOX(1,1)*XOX(2,2))-(XOX(1,2)*XOX(2,1))
        CC(1,1)=XOX(2,2)/DET
        CC(2,2)=XOX(1,1)/DET
        CC(1,2)=-XOX(1,2)/DET
        CC(2,1)=-XOX(2,1)/DET
      DO 50 I=1,2
        SUM=0.0
       DO 60 J=1,N
        SUM=SUM+XO(I,J)*Y(J)
60     CONTINUE
        XY(I)=SUM
50    CONTINUE
      DO 70 I=1,2
        SUM=0.0
```

```
      DO 80 J=1,2
        SUM=SUM+CC(I,J)*XY(J)
80    CONTINUE
        B(I)=SUM
70    CONTINUE
        RETURN
        END

C=============================================================
C==== FIND INVERS-OMEGA(X) IN CASE OF HETEROSCEDASTICITY ====
C=============================================================
        SUBROUTINE INOMG1(X,N,OM)
        DIMENSION X(2,60),OM(60,60)
      DO 10 I=1,N
      DO 10 I=1,N
        IF(I .EQ. J) THEN
          OM(I,J)=1.0/X(2,I)*X(2,I)
          ELSE
          OM(I,J)=0.0
          OM(J,I)=0.0
        ENDIF
10    CONTINUE
        RETURN
        END

C=============================================================
C==== FIND INVERSE-OMEGA(Y&RANDOM) IN CASE OF HETERO...====
C=============================================================
        SUBROUTINE INOMG1(Y,N,OM)
        DIMENSION Y(60),OM(60,60)
      DO 10 I=1,N
      DO 10 J=1,N
        IF(I .EQ. J) THEN
          OM(I,J)=1.0/(Y(I)*Y(I))
          ELSE
```

```
            OM(I,J)=0.0
            OM(J,I)=0.0
          ENDIF
10      CONTINUE
          RETURN
          END

C=======================================================
C==== FIND INVERSE-OMEGA IN CASE OF AUTOCORRELATION ====
C=======================================================
          SUBROUTINE INOMG2(OM,RHO,N)
          DIMENSION OM(60,60)
          DRHO=RHO*RHO
         DO 10 I=1,N
         DO 10 I=1,N
          OM(I,J)=0.0
          OM(J,I)=OM(I,J)
10       CONTINUE
          SRHO=1+DRHO
         DO 20 I=2,N
          II=I-1
          OM(I,II)=-RHO
          OM(II,I)=OM(I,II)
          OM(I,I)=SRHO
20       CONTINUE
          OM(1,1)=1.0
          OM(N,N)=1.0
          RETURN
          END

C=======================================================
C==== FIND INVERSE-OMEGA(X) IN CASE OF HETERO&AUTO ====
C=======================================================
          SUBROUTINE INOMG3(OM,RHO,N,X)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DIMENSION OM(60,60),X(2,60),XX(60)
      RHO4=RHO**4
      DRH O=RHO*RHO
    DO 10 I=1,N
     DO 20 J=I,N
      OM(I,J)=0.0
      OM(J,I)=OM(I,J)
20    CONTINUE
      XX(I)=X(2,I)*X(2,I)
10   CONTINUE
      T1=XX(1)*DRHO-XX(2)
      T2=XX(1)*T1
      OM(1,1)=-XX(2)/T2
      OM(1,2)=RHO/T1
      OM(2,1)=OM(1,2)
      NN=N-1
    DO 30 I=2,NN
      NT=I+1
    DO 30 J=I,NT
      IF(I .EQ. J) THEN
        I1=I-1
        I2=I+1
        TD=XX(I2)-(RHO4*XX(I1))
        H1=DRHO*XX(I1)-XX(I)
        H2=DRHO*XX(I)-XX(I2)
        OM(I,J)=TD/(H1*H2)
        GO TO 30
      ENDIF
      OM(I,J)=RHO/H2
      OM(J,I)=OM(I,J)
30  CONTINUE
      OM(N,N)=-1.0/H2
      RETURN
      END
```

```
C=============================================================
C==== FIND INVERSE-OMEGA(Y&RANDOM) IN CASE OF HETERO&AUTO ====
C=============================================================
      SUBROUTINE INOMG3(OM,RHO,N,YH)
      DIMENSION OM(60,60),YH(60),YYH(60)
      RHO4=RHO**4
      DRHO=RHO*RHO
    DO 10 I=1,N
     DO 20 J=I,N
      OM(I,J)=0.0
      OM(J,I)=0.0
20    CONTINUE
      YYH(I)=YH(I)*YH(I)
10  CONTINUE
      T1=YYH(1)*DRHO-YYH(2)
      T2=YYH(1)*T1
      OM(1,1)=-YYH(2)/T2
      OM(1,2)=RHO/T1
      OM(2,1)=OM(1,2)
      NN=N-1
    DO 30 I=2,NN
      NT=I+1
    DO 30 I=I,NT
      IF(I .EQ. J) THEN
        I1=I-1
        I2=I+1
        TD=YYH(I2)-(RHO4*YYH(I1))
        H1=DRHO*YYH(I1)-YYH(I)
        H2=DRHO*YYH(I)-YYH(I2)
        OM(I,J)=TD/(H1*H2)
        GO TO 30
      ENDIF
      OM(I,J)=RHO/H2
      OM(J,I)=OM(I,J)
30  CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
          OM(N,N)=-1.0/H2
          RETURN
          END

C=============================================
C==== ESTIMATE DEPENDENT VARIABLE (Y-HAT) ====
C=============================================
          SUBROUTINE YHAT(N,X,Y,B,YH)
          DIMENSION X(2,60),Y(60),B(2),YH(60)
       DO 10 I=1,N
          YH(I)=B(1)*X(1,I)+B(2)*X(2,I)
10     CONTINUE
          RETURN
          END

C==============================
C==== TESTING OMEGA METRIX ====
C==============================
          SUBROUTINE TEST(ICH,N,YH,ERHO)
          DIMENSION YH(60),YY(60)
          DRHO=ERHO*ERHO
       DO 5 I=1,N
          YY(I)=YH(I)*YH(I)
5      CONTINUE
       DO 10 I=2,N
          II=I-1
          T=DRHO*YY(II)-YY(I)
          IF(T .GE. 0.0) GO TO 100
10     CONTINUE
          ICH=1
          RETURN
          END

C=======================
C==== RANDOM NUMBER ====
C=======================
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      SUBROUTINE RANDU(IX,IY,YFL)
      IY=IX*65539
      IF(IY)5,6,6
5     IY=IY+214783647+1
6     YFL=IY
      YFL=YFL*.4656613E-9
      RETURN
      END

C=====================================
C==== GENERATE NORMAL DISTRIBUTION ====
C=====================================
      SUBROUTINE NORMAL(SMEAN,STDX,IX,X)
      A=0.0
    DO 100 I=1,12
      CALL RANDU(IX,IY,Y)
      IX=IY
      A=A+Y
100   CONTINUE
      X=(A-6.0)*STDX+SMEAN
      RETURN
      END

C======================
C==== OUTPUT REPORT ====
C======================
      SUBROUTINE REPT(N,RHO,IR,CRI,B.ISEED,SB1,SB2)
      DIMENSION B(2),SB1(5),SB1(5)
      WRITE(6,10)
      WRITE(6,20)
      WRITE(6,30)N,RHO,CRI
      WRITE(6,20)
      WRITE(6,40)
      WRITE(6,50)
      WRITE(6,40)
```

```
      DO 100 I=1,5
         WRITE(6,60)I,SB1(I),SB2(I)
100   CONTINUE
         WRITE(6,40)
         WRITE(6,20)
         WRITE(6,70)IR
         WRITE(6,80)ISEED
         WRITE(6,20)
         WRITE(6,40)
10       FORMAT('1',T21,'----------------------------------
     *   ----')
20       FORMAT(20X,':',T61,':')
30       FORMAT(20X,':',4X,'N = ',I2,3X,'RHO = ',F4.2,3X,'CRI =
     *   ',F4.2,3X,':')
40       FORMAT(20X,'----------------------------------------')
50       FORMAT(20X,':  CASE  :',5X,'ALPHA',6X,':',4X,'BETA',4X
     *   ,':')
60       FORMAT(20X,':',3X,I1,'.',3X,':',3X,F11.5,3X,':',2X,F8.5
     *   ,2X,':')
70       FORMAT(20X,':',T31,'ROUND = ',I3,T61,':')
80       FORMAT(20X,':',T31,'ISEED = ',I10,T61,':')
         RETURN
         END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ยุใจ ดุหารัตนไชย เกิดวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2506 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาสถิติ) คณะวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2527 และเข้าศึกษาต่อในสาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2528

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย