บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

มนตรี พิริยะกุล. เทคนิคการวิเคราะห์ส่วนการการถดถอย (เล่ม 1) (เล่ม 2) กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2526.

สุชาดา กีระนันทน์. การอนุมานเชิงสถิติ : ทฤษฎีขั้นต้น. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

เอกสารอื่น ๆ

จีรพร วีระพันธุ์. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนอนพาราเมตริกซ์สำหรับการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของความถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

พรรณวดี โหวหลินดา. "การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบถดถอยเชิงเส้นโดยการแบ่งข้อมูลด้วยวิธีดูเล็กซ์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531

ภาษาต่างประเทศ

หนังสือ

Barnett, V. and Lewis, T. (1978) Outliers in Statistical Data. Wiley, New York.

Belsley, D.A., Kuh, E. and Welsch, R.E. (1980) Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Source Collinearity.: Wiley, New York.

G. Barrie. Wetherill. (1986) Regression Analysis with Application Chapman and Hall.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hawkins, D.M. (1980), Identification of Outliers, London: Chapmal Hall.

William J. Kennedy, Jr. and James E. Gentle (1980) Statistical Computing Marcel Dekker, Inc. New York and Bassel.

Franklin A. Graybill, (1976) Theory and Application of the Linear Model Duxbury

วารสารภาษาอังกฤษ

Andrews, D.F., and Pregibon. D. (1978) Finding the Outlier That Matter, Journal of the Royal Statistical Sociery Ser. B, 40, 85-93.

Anscombe, F.J. (1960), Rejection of Outliers, Technometrics, 2 123-147.

Beckman, R.J. and Cook, R.D. (1983) Outlier...s (with Discussion) Technometrics 25, 119-163.

Cook R.D. (1977) Detection of influential observations in Linear regression. Technometrics, 19, 15-18.

————. (1979) Influential observations in linear regression Journal of the American Statistical Association, 69, 199-201.

Cook, R.D. and Weisbery, S. (1980) Characterization of an influence function for deterting influential cassec in regression. Technometrics ,22, 495-508

Gentleman, J.F. and Wilk, M.B. (1975) Detecting outliers, II Supplementing the direct analysis of residual. Biometrics, 31, 387-410.

Hoaglin, D.C. and Welsch, R.E. (1978) The hat matrix in regression and ANOVA. American Statistic., 32, 17-22.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Mickey, M.R. Dunn, O.J. and Clark, V. (1967) Note on the Use of Stepwise Regression in Detecting Outliers. Computer and Biomedical Research, 1, 105-111.

Lund, R.E. (1975) Tables of an approximate test for outliers in linear models. Technometrics, 17, 473-476.

Rosner, B. (1975), On the Detection of Many Outliers, Technometrics, 17, 221-227.

ภาคผนวก

การพิสูจน์การคำนวณแฮทเมตริกซ์

ทฤษฎีที่ 1 ให้ X เป็นเมตริกซ์ขนาด nxp เมื่อ $n > p$ และมี rank - p แล้วจะมีเมตริกซ์ตั้งฉาก Q จะได้ว่า

$$Q^T X = \begin{bmatrix} u \\ 0 \end{bmatrix}$$

พิสูจน์ เมื่อ U เป็นเมตริกซ์สามเหลี่ยมบน (upper triangular) ขนาด p x p

โดยวิธี Cholesky decomposition จะได้ว่า

$$\underset{(nxp)}{X} = \underset{(nxp)}{Q_1}\ \underset{(pxp)}{U}$$

โดย Q_1 เป็นเมตริกซ์ตั้งฉาก (orthogonal)

ทฤษฎีที่ 2 ในการคำนวณแฮทเมตริกซ์ $X(X^T X)^{-1} X^T$ สามารถหาได้จากผลคูณของเมตริกซ์ตั้งฉาก QQ^T .

พิสูจน์

$$\begin{aligned} H &= X(X^T X)^{-1} X^T \\ &= Q_1 U (U^T Q_1^T Q_1 U)^{-1} U^T Q_1^T \\ &= Q_1 U (U^T \cdot)^{-1} U^T Q_1 \\ &= Q_1 U (U^{-1} U^{-1}) U^T Q_1^T \\ &= Q_1 Q_1^T \end{aligned}$$

การพิสูจน์ อาจดูเพิ่มเติมจาก Gray bill :(1978:246)

ทฤษฎีที่ 3 $$\frac{(\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})^T s^T s (\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})}{ps^2} = \frac{t_i^2}{p} w_i$$

พิสูจน์ ในการพิสูจน์จากอาศัยคุณสมบัติของเมตริกซ์

$$(X_{(i)}^T X_{(i)})^{-1} = (X^T X)^{-1} + \frac{(X^T X)^{-1} \underset{\sim}{x}_i \underset{\sim}{x}_i^T (X^T X)^{-1}}{1 - h_{ii}}$$

$$\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta} = \frac{(X^T X)^{-1} x_i^T R_i}{(1-h_{ii})}$$

แทนค่า $\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta}$ ในสมการ

$$\frac{(\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})^T X^T X(\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})}{ps^2} = \frac{R_i \underset{\sim}{x}_i (X^T X)^{-1} (X^T X)(X^T X)^{-1} \underset{\sim}{x}_i^T R_i}{(1-h_{ii})^2 ps^2}$$

$$= \frac{R_i^2 \underset{\sim}{x}_i (X^T X)^{-1} \underset{\sim}{x}_i^T}{(1-h_{ii})^2 ps^2}$$

$$= \frac{R_i^2 \quad h_{ii}}{(1-h_{ii})^2 ps^2}$$

$$= \left(\frac{R_i}{s\sqrt{1- h_{ii}}} \right)^2 \frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \cdot \frac{1}{p}$$

$$= \frac{t_i^2}{p} \cdot w_i \text{ เมื่อ } w_i = \frac{h_{ii}}{1-h_{ii}}$$

Q.E.D

ภาคผนวก ก

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น ต้องใช้ตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มที่อยู่หลายวิธี ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มตามวิธีของไวท์และฮมิดท์ (1975:421) เสนอไว้ ซึ่งจะใช้โปรแกรมย่อย RANDOM ผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในพิสัย 0 ถึง 1.0 โดยใช้คำสั่ง CALL RANDØM (IX, IY, RAN) ซึ่งมีพารามิเตอร์ในวงเล็บ IX คือ เลขสุ่มตัวแรกซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวก ที่เป็นเลขคี่ และน้อยกว่า 2147483648 ซึ่ง IX นี้จะเป็นค่าเริ่มต้น ที่จะให้โปรแกรมย่อยคำนวณ IY ออกมาให้ IY จึงเป็นค่าที่เป็นเลขสุ่มจำนวนเต็มของโปรแกรมย่อยนี้ และจะใช้เป็นตัวคำนวณ IY ตัวต่อ ๆ ไป สำหรับรายละเอียดในการสร้างโปรแกรมย่อยสามารถแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE RANDOM (IX, IY, RD)
      IY  = IX*65539
      IF (IY) 10,15,15
10    IY  = IY + 2147483647 + 1
15    RD  = IY
      RD  = RD * .4656613E-9
      IX  = IY
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามกำหนด จะใช้โปรแกรมย่อย NORMAL[1] 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

โดยปกติ ตัวเลขสุ่ม X จะมีค่าเข้าใกล้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติที่แท้จริงนั้น เมื่อค่าของ k เข้าใกล้ค่าอนันต์ (Infinity) สำหรับโปรแกรมที่ใช้สร้างเลขสุ่มนี้จะเลือก k เป็น 12 เพื่อลดเวลาการคำนวณในเครื่องคอมพิวเตอร์ จากสูตรข้างต้น สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

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

และเพื่อให้ตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นมาแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ โดยที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด ดังนั้นตัวแปรสุ่มดังกล่าวจะเป็น

$$X' = X \times S + Am$$

---

[1]System/360 Scientific Subrustine Package (360A-CM-03X) Version III p. 77-78.

โดยที่ S เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด

Am เป็นค่าเฉลี่ยตามที่กำหนด

ดังนั้นโปรแกรมย่อย ซึ่งใช้สร้างการแจกแจงแบบปกติ แสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE NORMAL (SMEAN, SIGMA, X)
      A  =  0
      DO 50 I  =  1,12
      CALL RANDOM (IX, IY, RAN)
      A  = A + RAN
50    CONTINUE
      X  =  (A-6.)*SIGMA + SMEAN
      RETURN
      END
```

```
C     ***************************************************************
C          PROGRAM TO DETECTING INFLUENTIAL OBSERVATION AND OUTLIERS
C     COMPUTE PROBABILITY OF TYPE I ERROR AND POWER OF THE TEST
C     OF 3 METHODS
C               - DI = G.B'S METHOD
C               - CI = COOK'S METHOD
C               -ROK = AP'S METHOD
C     ***************************************************************
C                       DESCRIPTION SOME VARIABLES
C               X(J) = INDEPENDENT VARIABLE
C               Y(J) = DEPENDENT VARIABLE
C               NP = NUMBER OF INDEPENDENT VARIABLE
C               IOUT = 1 : GENERATED SAMPLE IS OUTLIER
C               IOUT = 0 : NORMAL SAMPLE
C     ***************************************************************
      DIMENSION DL10(30),DL05(30),DL01(30),F10(30),F05(30),F01(30),
     *T10(3),T05(30),T01(30),P10(30),P05(3),P01(3),TY10(3),TY05(3),
     *TY01(3),PW10(3),PW05(3),PW01(3),BIT(12),B(12),B1(12),XX(100,12),
     *E(100),Y(100),HI(100),TAU(100),XV(100,12),CI(30),
     *YHAT(100),YRES(100),XXD(100,100),TIC(100),QAPT(100,12),
     *QQT(100,100),QAT(100,100),RR(100),QQH(100),DI(30),
     *IL(30),ROK(30),PI(30)DDD1(30),DDD2(30),IL10(30),IL05(30),
     *IL01(30),WIR(100),WIS(100),SIG2(4),SME2(4),AP1(100,12),
     *Z(100,12),AAA(144),QIQ(100,12),XAP(100,12),IJK(144),MK(144)
C     ***************************************************************
C               DL01,DL05,DL10 IS CRITICAL VALUE METHOD'S 1
C               F01,F05,F10    IS CRITICAL VALUE METHOD'S 2
C               SIGMA,SIGMA1,SIGMA2,MEAN1,MEAN2,N,NP : CHANGE
C     ***************************************************************
      COMMON IX
               IOUT=1
               SMEAN1=0.
               SIGMA1=1.0
               N1=1
               N=70
               DO 500 J=1,10
               READ(5,505) DL10(J),DL05(J),DL01(J),F10(J),F05(J),F01(J)
505            FORMAT(3F5.4,3F5.3)
500            CONTINUE
               DO 510 MS=1,3
               READ(5,515) SIG2(MS),SME2(MS)
515            FORMAT(F3.1,F3.1)
510            CONTINUE
               DO 1515 ML=2,10,2
C              NP=10
               JT=NP
               JI=NP-1
               NP1=NP+1
               NP2=NP+2
               NP3=NP+3
```

```
C     ***********************************************************************
C                    GENERATE FIXED VARIABLE (X(J)/N(MEAN,SIGMA))
C     ***********************************************************************
      AIT=10.
      DO 1 I=2,NP1
      BIT(I)=1.
    1 CONTINUE
      IX=973253
      DO 3 I=2,NP1
      CO 5J=1,N
      CALL NORMAL(SMEAN1,SIGMA1,XX(I,J))
    5 CONTINUE
    3 CONTINUE
C     ***********************************************************************
C                    REPEAT SIMULATION 100 TIMES
C     ***********************************************************************
      DO 1510 MG=1,3
           SIGMA2=SIG2(MG)
      DO 1505 MT=1,3
           SMEAN2=SME2(MT)
      DO 7 JM=1,3
      T10(JM)=0.
      T05(JM)=0.
      T01(JM)=0.
      P10(JM)=0.
      P05(JM)=0.
      P01(JM)=0.
    7 CONTINUE
      DO 1500 MM=1,100
C     ***********************************************************************
C          GENERATE E(J) & Y(J)=A+BX(J)+E(J)
C                    E(J)/N(0,1)
C     ***********************************************************************
      N2=N-N1
      N3=N2+1
      AK=0.
      AN=N
      ANP=NP
      ANP1=NP1
      ANN=AN-ANP1
      ANN1=AN-ANP1
      ANN2=AN-ANP1-1.0
      AN3=AN-ANP
      DO 9 J=1,N
      CALL NORMAL(SMEAN1,SIGMA1,E(J))
    9 CONTINUE
      DO 11 J=N3,N
      CALL NORMAL(SMEAN2,SIGMA1,E(J))
   11 CONTINUE
      DO 17 J=1,N
      SB=0.
      DO 19 IK=2,NP1
      SB=SB+(BIT(IK)*XX(J,IK))
   19 CONTINUE
      Y(J)=AIT+SB+E(J)
   17 CONTINUE
```

```
            NX=0
            DO 49 LN=1,KI
            DO 51 LK=1,KI
                 NX=NX+1
                 AAA(NX)=QQT(LN,LK)
   51   CONTINUE
   49   CONTINUE
        CALL MINV(AAA,KI,DD1,IJK,MK)
        DDD1(KI)=DD1
        NX=0
        DO 53 LN=1,KI
        DO 55 LK=1,KI
             NX=NX+1
             AAA(NX)=QAT(LN,LK)
   55   CONTINUE
   53   CONTINUE
        CALL MINV(AAA,KI,DD2,IJK,MK)
        DDD2(KI)=DD2
   57   AK=AK+1
        XA=DDD1(KI)/DDD2(KI)
        AB=(AN3-AK)/2.
        BC=AK/2.
        CALL DMBETA(XA,AB,BC,P,IER)
        P1(KI)=P
        ROK(KI)=XA
        CALL DEL(Z,N,N3,NP1,Z,NN)
        N=NN
 1200   CONTINUE
C       ************************************************************************
C            FIND T1 AND POWER
C       ************************************************************************
        IF(DI(1).GT.DL10(JI).AND.DI(2).LE.DL10(JT)) P10(I)=P10(1)+1.0
        IF(DI(1).GT.DL05(JI).AND.DI(2).LE.DL05(JT)) P05(I)=P05(1)+1.0
        IF(DI(1).GT.DL01(JI).AND.DI(2).LE.DL01(JT)) P01(I)=P01(1)+1.0
        IF(CI(1).GT.F10(JI).AND.CI(2).LE.F10(JT))   P10(2)=P10(2)+1.0
        IF(CI(1).GT.F05(JI).AND.CI(2).LE.F05(JT))   P05(2)=P05(2)+1.0
        IF(CI(1).GT.F01(JI).AND.CI(2).LE.F01(JT))   P01(2)=P01(2)+1.0
        IF(P1(1).GT.0.05.AND.P1(2).LE.0.05)         P10(3)=P10(3)+1.0
        IF(P1(1).GT.0.025.AND.P1(2).LE.0.025)       P05(3)=P05(3)+1.0
        IF(P1(1).GT.0.005.AND.P1(2).LE.0.005)       P01(3)=P01(3)+1.0
        N=N+2
 1500   CONTINUE
C       ************************************************************************
C            AVERAGE 100 VALUE OF METHODS
C       ************************************************************************
        DO 59 JM=1,3
        PW10(JM)=P10(JM)/100.
        PW05(JM)=P05(JM)/100.
        PW01(JM)=P01(JM)/100.
   59   CONTINUE
        WRITE(6,898)NP,SMEAN1
  898   FORMAT(5X,'NP=',I2,8X,'SMEAN1=',F5.1)
        WRITE(6,900)
  900   FORMAT(/,3X,125('-'),/,36X,'METHOD 1',22X,'METHOD 2',32X,
       *'METHOD 3',/,10X,'SIGNIFICANT',10X,'TYPE 1',
```

```
C     ***********************************************************************
C          FIND COEFFICIENT
C     ***********************************************************************
      DO 23 J=1,N
      XX(J,I)=1.0
      XX(J,NP2)=Y(J)
   23 CONTINUE
           DO 25 J=1,N
           DO 27 I=1,NP2
                AP1(J,I)=XX(J,I)
   27 CONTINUE
   25 CONTINUE
C     ***********************************************************************
C          METHOD 1 2
C     ***********************************************************************
      IL1=0
      MI=0
      DO 1000 KI=1,2
           CALL BYRES(XX,N,NP1,NP2,ANN1,B1,YHAT,TRES,SSE)
           DO 28 J=2,NP1
                JK=J
                JK=JK-1
           DO 30 IK=1,N
                Z(IK,JK)=XX(IK,J)
   30 CONTINUE
   28 CONTINUE
           CALL ORQ(Z,XV,N,NP)
           CALL HATM(XV,XXD,N,NP)
           CALL DIA(XXD,GI,N)
           CALL OUT(YRES,SSE,GI,TAU,N)
      DO 29 J=1,N
           TIC(J)=TAU(J)**2
   29 CONTINUE
      IF(KI.EQ.2)THEN
      CALL AMA(TIC,ND1,IMD)
      N3=IMD
      ELSE
      DO 31 J=1,N
      IF(J.NE.N3)GO TO 31
      D1=TIC(J)
   31 CONTINUE
      D1=TIC(N3)
      ENDIF
      DI(KI)=D1/ANN1
      COC=D1*ANN2
      C=ANN1-D1
      CI(KI)=COC/C
           CALL DEL(XX,N,N3,NP2,XX,NN)
           N=NN
           ANN=ANN-1.
           ANN1=ANN1-1.
           ANN2=ANN2-1
 1000 CONTINUE
```

```
C     ************************************************************************
C          METHOD 3
C     ************************************************************************
      N=N+2
           DO 33 J=2,NP2
           JK=J
           JK=JK-1
           DO 35 IK=1,N
                Z(IK,JK)=AP1(IK,J)
 35        CONTINUE
 33        CONTINUE
      DO 1200 KI=1,2
           CALL ORQ(Z,QAPT,N,NP1)
           CALL ORQ(Z,XV,N,NP)
           CALL HATM(QAPT,QQT,N,NP1)
           CALL HATM(XV,XXD,N,NP)
           CALL DIA(QQT,RR,N)
           CALL DIA(XXD,HI,N)
           DO 37 J=1,N
                WIS(J)=1.0-RR(J)
                WIR(J)=1.0-HI(J)
 37        CONTINUE
      IF(KI.EQ.2) THEN
           CALL SAP(WIS,N,APM,MA)
           N3=MA
      ELSE
           APM=WIS(N3)
      ENDIF
           MI=MI+1
           DDD1(KI)=APM
      DO 39 J=1,N
           IF(J.NE.N3)GO TO 39
C          DDD1(KI)=WIS(J)
           DDD2(KI)=WIR(J)
      DO 41 I=1,NP1
           QIQ(KI,I)=QAPT(J,I)
 41   CONTINUE
      DO 43 I=1,NP
           XAP(KI,I)=XV(J,I)
 43   CONTINUE
 39   CONTINUE
      IF(KI.EQ.1) GO TO 57
           CALL HATM(QIQ,QQT,KI,NP1)
           CALL HATM(XAO,QAT,KI,NP)
      DO 45 LN=1,KI
           DO 47 LK=1,KI
           IF(LK.NE.LN) THEN
                QQT(LN,LK)=-QQT(LN,LK)
                QAT(LN,LK)=-QAT(LN,LK)
           ELSE
                QQT(LN,LK)=1.0-QQT(LN,LK)
                QAT(LN,LK)=1.0-QAT(LN,LK)
           ENDIF
 47   CONTINUE
 45   CONTINUE
```

```
     *9X,'POWER',10X,'TYPE1,15X,'POWER',14X,'TYPE 1',10X,'POWER',
     */,3X,125('-'))
      WRITE(6,905)0.10,T10(1),P10(1),T10(2),P10(2),T10(3),P10(3)
  905 FORMAT(10X,F4.2,11X,F8.3,7X,F8.3,12X,F8.3,12X,F8.3)
      WRITE(6,910)TY10(1),PW10(1),TY10(2),PW10(2),TY10(3),PW10(3)
  910 FORMAT(27X,F8.5,6X,F8.5,14X,F8.5,7X,F8.58X,F8.5,/)
      WRITE(6,915)0.05,T05(1),P05(1),T05(2),P05(2),T05(3),P05(3)
  915 FORMAT(10X,F4.2,11X,F8.3,7X,F8.3,9X,13X,F8.3,12X,F8.3,10X,F8.3)
      WRITE(6,920)TY05(1),PW05(1),TY05(2),PW05(2),TY05(3),PW05(3)
  920 FORMAT(27X,F8.5,6X,F8.5,14X,F8.5,7X,F8.58X,F8.5,/)
      WRITE(6,925)0.01,T01(1),P01(1),T01(2),P01(2),T01(3),P01(3)
  925 FORMAT(10X,F4.2,11X,F8.3,7X,F8.3,12X,F8.3,12X,F8.3)
      WRITE(6,930)TY01(1),PW01(1),TY01(2),PW01(2),TY01(3),PW01(3)
  930 FORMAT(27X,F8.5,6X,F8.5,14X,F8.5,7X,F8.58X,F8.5,/)
      WRITE(6,935)
  935 FORMAT(/,3X,125('-'))
 1505 CONTINUE
 1510 CONTINUE
 1515 CONTINUE
      STOP
      END
C     ***************************************************************
C          RANDOM NUMBER
C     ***************************************************************
      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RD)
      IY=IX*65539
      IF(IY)10,15,15
   10 IY=IY+2147483647+1
   15 RD=IY
      RETURN
      END
C     ***************************************************************
C          NORMAL DISTRIBUTION
C     ***************************************************************
      SUBROUTINE NORMAL(SMEAN,SIGMA,X)
      COMMON IX
      A=0.
      DO 15 J=1,12
      CALL RANDOM(IX,IY,RAN)
      A=A+RAN
   15 CONTINUE
      X=(A-6.)*SIGMA+SMEAN
      RETURN
      END
C     ***************************************************************
C          SCALE CONTAMINATED NORMAL DISTRIBUTION
C     ***************************************************************
      SUBROUTINE SCALE(C,P,SIGMA,X1)
      COMMON IX
      CSIGMA=C*SIGMA
      CALL RANDOM(IX,IY,JRAN)
      IF(RAN-P)90,90,91
   90 CALL NORMAL(0.,CSIGMA,X1)
      GO TO 95
   91 CALL NORMAL(0.,SIGMA,X1)
   95 RETURN
```

```
      END
C     ***********************************************************************
C          LOCATION CONTAMINATE
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE LOCATE E(K,P,SMEAN1,SIGMA,X3)
      COMMON IX
      LAM=SMEAN1+K
      CALL RANDOM(IX,IY,RAN)
      IF(RAN-P)100,100,102
  100 CALL NORMAL(RAM,SIGMA,X3)
      GO TO 103
  102 CALL NORMAL(SMEAN1,SIGMA,X3)
  103 RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          OLS REGRESSION
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE OLS(B,X,N,NP1,NP2)
      DIMENSION B(12),X(100,12),A(12,12),S(12,12),
     *AAA(144),IJK(144),MK(144)
      DO 20 I=1,NP2
      DO 20 K=1,NP2
         SIK=0.0
      DO 10 J=1,N
   10    SIK=SIK+X(J,I)*X(J,K)
         S(I,K)=SIK
   20    S(K,I)=SIK
      DO 40 I=1,NP1
      DO 40 J=1,NP1
   40 A(I,J)=S(I,J)
C     CALL INVS(NP1,A)
      NX=0
      DO 42 I=1,NP1
      DO 44 J=1,NP1
         NX=NX+1
         AAA(NX=A(I,J)
   44 CONTINUE
   42 CONTINUE
      CALL MINV(AAA,NP1,DDD,IJK,MK)
      NX=0
      DO 46 I=1,NP1
      DO 48 J=1,NP1
         NX=NX+1
         A(I,J)=AAA(NX)
   48 CONTINUE
   46 CONTINUE
      DO 50 I=1,NP1
      B(I)=0.
      DO 50 J=1,NP1
   50 B(I)=B(I)+A(J,I)*S(NP2,J)
      RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          INVERSE MATRIX
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE INVS(NP2,A)
```

```
      DIMENSION A(12,12)
      DO 20 K=1,NP2
      A(K,K)=-1./A(K,K)
      DO 5 I=1,NP2
      IF(I-K)3,5,3
    3 A(I,K)=-A(I,K)*A(K,K)
    5 CONTINUE
      DO 10 I=1,NP2
      DO 10 J=1,NP2
           IF((I-K)*(J-K))9,10 9
    9 A(I,J)=A(I,J)-A(I,K)*A(K,J)
   10 CONTINUE
      DO 20 J=1,NP2
      IF(J-K)18,20,18
   18 A(K,J)=-A(K,J)*A(K,K)
   20 CONTINUE
      DO 25 I=1,NP2
      DO 25 J=1,NP2
   25 A(I,J)=-A(I,J)
      RETURN
      END
C     ************************************************************************
C          MINV DETERMINANT
C     ************************************************************************
      SUBROUTINE MINV(AAA,N,DDD,IJK,MK)
      DIMENSION AAA(1),IJK(1),MK(1)
      DDD=1.0
      NK=-N
      DO 80 K=1,N
      NK=NK+N
      IJK(K)=K
      MK(K)=K
      KK=NK+K
      BIGA=AAA(KK)
      DO 20 J=K,N
      IZ=N*(J-1)
      DO 20 I=K,N
      IJ=IZ+I
   10 IF(ABS(BIGA)-ABS(AAA(IJ)))15,20 20
   15 BIGA=AAA(IJ)
      IJK(K)=I
      MK(K)=K
   20 CONTINUE
      J=IJK(K)
      IF(J-K)35,35,25
   25 KI=K-N
      DO 30 I=1,N
      KI=KI+N
      HOLD=-AAA(KI)
      JI=KI-K+J
      AAA(KI)=AAA(JI)
   30 AAA(JI)=HOLD
   35 I=MK(K)
      IF(I-K)45,45,38
   38 JP=N*(I-1)
      DO 40 J=1,N
```

```
      JK=NK+N
      JI=JP+J
      HOLD=-AAA(JK)
      AAA(JK)=AAA(JI)
   40 AAA(JI)=HOLD
   45 IF(BIGA)48,46,48
   46 DDD=0.0
      RETURN
   48 DO 55 I=1,N
      IF (I-K)50,55,50
   50 IK=NK+N
      PPP=AAA(IK)/(-1*BIGA)
      AAA(IK)=PPP
   55 CONTINUE
      DO 65 I=1,N
      NK=NK+1
      HOLD=AAA(IK)
      IJ=I-N
      DO 65 J=1,N
      IJ=IJ+N
      IF(I-K)60,65,60
   60 IF (J-K)62,65,62
   62 KJ=IJ-1+K
      AAA(IJ)=HOLD*AAA(KJ)+AAA(IJ)
   65 CONTINUE
      KJ=J-N
      DO 75 J=1,N
      KJ=KJ+N
      IF (J-K)70,75,70
   70 AAA(KJ)=AAA(KJ)+AAA(IJ)
   65 CONTINUE
      KJ=K-M
      DO 75 J=1,N
      KJ=KJ+N
      IF(J-K)70,75,70
   70 AAA(KJ)=AAA(KJ)/BIGA
   75 CONTINUE
      DDD=DDD*BIGA
      AAA(KK)=1.0/BIGA
   80 CONTINUE
      K=N
  100 K=(K-1)
      IF(K)150,150,105
  105 I=IJ(K)
      IF(I-K)120,120,108
  108 JQ=N*(K-1)
      JR=N*(I-1)
      DO 110 J=1,N
      JK=JQ+J
      HOLD=AAA(JK)
      JI=JR+J
      AAA(JK)=-AAA(JI)
  110 AAA(JI)=HOLD
  120 J=MK(K)
      IF(J-K)100,100,125
  125 KI=K-N
```

```
      DO 130 I=1,N
      KI=KI+N
      HOLD=AAA(KI)
      JI=KI-K+J
      AAA(KI)=-AAA(JI)
  130 AAA(JI)=HOLD
      GO TO 100
  150 RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          TRANSPOST
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE PRIME(X,N,NP2,XTX)
      DIMENSION X(100,12),XTX(12,12)
      M=0
      DO 1 J=1,NP2
      M=M+1
      MM=0
      II=0
    3 II=II+1
      TTX=0.
      DO 2 IK=1,N
      TX=(X(IK,J))*(X(IK,II))
      TTX=TTX+TX
    2 CONTINUE
      MM=MM+1
      XTX(M,MM)=TTX
      IF(MM.LT.NP2)GO TO 3
    1 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          ORTHOGONAL
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE ORTHO(XTX,NP2,T)
      DIMENSION XTX(12,12),T(12,12)
      T(1,1)=SQRT(XTX(1,1))
      DO 10 J=2,NP2
      T(1,J)=XTX(1,J)/T(1,1)
      JJ=J
      J1=J-1
   20 T(JJ,J1)=0
      JJ=JJ+1
      IF(JJ.LE.NP2)GO TO 20
   10 CONTINUE
      DO 30 I=2,NP2
      TOT=0.
      I1=I-1
      DO 40 K=1,I1
      TT=T(K,I)**2
      TOT=TOT+TT
   40 CONTINUE
      TAT=XTX(I,I)-TOT
      T(I,I)=SQRT(TAT)
      II=I
   60 TOT=0.
```

```
      DO 50 K=1,I1
      TT=T(K,I)*T(K,II)
      TOT=TOT+TT
   50 CONTINUE
      TAT=(X(I,II)-TOT)/T(I,1)
      T(I,II)=TAT
      II=II+I
      IF(II.LE.NP2)GO TO 60
   30 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          DECOMPOSITION QQT
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE ORQ(X,QQ,N,NP2)
      DIMENSION X(100,12),QQ(100,12),A(12,12),T(12,12),AA(144),
     *XTX(12,12),IJK(144),MK(144)
      CALL PRIME(X,N,NP2,XTX)
      CALL ORTHO(XTX,NP2,T)
      DO 47 LK=1,NP2
      DO 45 J=1,NP2
      A(LK,J)=T(LK,J)
   45 CONTINUE
   47 CONTINUE
      NX=0
      DO 51 IK=1,NP2
      DO 49 J=1,NP2
      NX=NX+1
      AAA(NX)=A(IK,J)
   49 CONTINUE
   51 CONTINUE
      CALL MINV(AAA,NP2,DDD,IJK,MK)
      NX=0
      DO 55 IK=1,NP2
      DO 53 J=1,NP2
      NX=NX+1
      A(IK,J)=AAA(NX)
   53 CONTINUE
   55 CONTINUE
      DO 61 II=1,N
      DO 61 IJ=1,NP2
      QQ(II,IJ)=0
      DO 61 IK=1,NP2
      QQ(II,IJ)=QQ(II,IJ)+(X(II,IK)*A(IK,IJ))
   61 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          STUDENTIZED RESIDUAL
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE OUT(YRES,SEE,HAT,TAU,N)
      DIMENSION YRES(100),SAT(100),TAU(100),GA(100)
      DO 10 I=1,N
      IF(HAT(I).GE.1.0) HAT(I)=0.99999999
      TA(I)=SQRT(1.0-HAT(I))
      SE=SQRT(SEE)
```

```
      TAU(I)=YRES(I)/(SE*TA(I))
C     TAU(I)=ABS(TAU(I))
   10 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***************************************************************
C          FIND B1,YHAT,YRES,TAU
C     ***************************************************************
      SUBROUTINE BYRES(XX,N,NP1,NP2,ANN,B1,YHAT,YRES,SEE)
      DIMENSION XX(100,12),B1(12),YHAT(100),YRES(100),TAU(100),B(12)
     *GX(100,12),GY(100),XXV(100,12),QQT(100,100),HI(100)
      DO 1 J=1,N
      DO 2 I=1,NP1
      GX(J,I)=XX(J,I)
    2 CONTINUE
    1 CONTINUE
      DO 3 J=1,N
      GY(J)=XX(J,NP2)
    3 CONTINUE
      CALL OLS(B,XX,N,NP1,NP2)
      DO 5 I=1,NP1
      B1(I)=B(I)
    5 CONTINUE
      DO 7 J=1,N
      TBX=0.
      DO 9 I=2,NP1
      TBX=TBX+(GX(J,I)*B1(I))
    9 CONTINUE
      YHAT(J)=TBX
    7 CONTINUE
      DO 15 J=1,N
      YRES(J)=GY(J)-(B1(1)+YHAT(J))
   15 CONTINUE
      SUMT=0.
      DO 17 J=1,N
      SUMT=SUMT+(YRES(J)**2)
   17 CONTINUE
      SEE=SUMT/ANN
      RETURN
      END
C     ***************************************************************
C          MAXIMUM  STUDENTIZED
C     ***************************************************************
      SUBROUTINE AMA(TAU,N,TMAX,M)
      DIMENSION TAU(100)
      TMAX=TAU(1)
      M=1
      DO 5 J=2,N
      IF(TAU(J)-TMAX)5,5,6
    6 TMAX=TAU(J)
      M=J
    5 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***************************************************************
C          MINIMUM
```

```
C       ***********************************************************************
        SUBROUTINE SAP(H,N,AMIN,M)
        DIMENSION H(100)
        AMIN=H(1)
        M=1
        DO 1 I=2,N
        IF(H(I)-AMIN)2,1,1
        M=I
    1   CONTINUE
        RETURN
        END
C       ***********************************************************************
C            MULTIPLE HAT MATRIX
C                 (QQ')
C       ***********************************************************************
        SUBROUTINE HATM(Q,QQT,N,NP2)
        DIMENSION Q(100,12),QM(12,100),QQT(100,100)
        DO 7 J=1,N
        DO 8 I=1,NP2
        QM(I,J)=Q(J,I)
    8   CONTINUE
    7   CONTINUE
        DO 6 II=1,N
        DO 6 IJ=1,N
        QQT(II,IJ)=0.
        DO 6 IK=1,NP2
        QQT(II,IJ)=QQT(II,IJ)+(Q(II,Ik))*(QM(IK,IK))
    6   CONTINUE
        RETURN
        END
C       ***********************************************************************
C            DELETE LINE XX(I,J)
C       ***********************************************************************
        SUBROUTINE DEL(Q,N,IAUR,NP3,XXX,NN)
        DIMENSION Q(100,12),XXX(100,12)
        IK=1
        DO 12 I=1,N
        IF(I.EQ.IAUR) GO TO 12
        DO 14 J=1,NP3
        XXX(IK,J)=Q(I,J)
   14   CONTINUE
        IK=IK+1
   12   CONTINUE
        NN=N-1
        DO 16 IK=1,NN
        DO 18 J=1,NP3
        XXX(IK,Jk)=XXX(IK,J)
   18   CONTINUE
        RETURN
        END
C       ***********************************************************************
C            CHANGE MATRIX : DIAGONAL
C       ***********************************************************************
        SUBROUTINE DIA(RM,RR,N)
        DIMENSION RM(100,100),RR(100)
        DO 5 I=1,N
```

```
      DO 10 J=1,N
      IK=0
      IF (J.NE.I) GO TO 15
      IK=I
      RR(IK)=RM(I,J)
   15 TR=IK
   10 CONTINUE
    5 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***********************************************************************
C          SUBROUTINE INCOMPLETE BETA
C     ***********************************************************************
      SUBROUTINE DMBETA(X,A,B,P,IER)
      DOUBLE PRECISION PS,PX,Y,P1,DA,XINT,CNT,WH,XB,DB,C,EPS,EPS1,
     *ALEPS,TOT,PQ,D4
      DATA EPS/1.D-6/
      DATA EPS1/1.D-7/
      DATA ALEPS/-179.6016D0/
      Y=X
      IF((X.LE.1.0).AND.(X.GE.0.0))GO TO 5
      IER=129
      GO TO 9000
    5 IF((A.GT.0.0).AND.(B.GT.0.0)) GO TO 10
      IER=130
      GO TO 9000
   10 IER=0
      AA=A
      BB=B
      IF(X.GT.0.5)GO TO 15
      INT=0
      GO TO 20
   15 INT=1
      TEMP=AA
      AA=BB
      BB=TEMP
      Y=1.D0-Y
   20 IF(X.NE.0.AND.X.NE.1.) GO TO 25
      P=0.
      GO TO 60
   25 IB=BB
      TEMP=IB
      PS=BB-FLOAT(IB)
      IF(BB.EQ.TEMP) PS=1.D0
      DA=AA
      DB=BB
      PX=DA*DLOG(Y)
      PQ=DLGAMA(DA+DB)
      P1=DLGAMA(DA)
      C=DLGAMA(DB)
      D4=DLOG(DA)
      XB=PX+DLGAMA(PS+DA)-DLGAMA(PS)-D4-P1
      IB=XB/ALEPS
      XINT=0.D0
      IF(IB.NE.0) GO TO 35
      XINT=DEXP(XB)
```

```
      CNT=XINT*DA
      WH=0.0D0
   30 WH=WH+1.D0
      CNT=CNT*(WH-PS)*Y/WH
      XB=CNT/(DA+WH)
      XINT=XINT+XB
      IF(XB/EPS.GT.XINT) GO TO 30
   35 TOT=0.D0
      IF(DB.LE.1.D0) GO TO55
      XB=PX+DB*DLOG(1.D0-Y)+PQ-P1-DLOG(DB)-C
      IB=XB/ALEPS
      IF(IB.LT.0)IB=0
      C=1.D0/(1.D0-Y)
      CNT=DEXP(XB-DFLOAT(IB)*ALEPS)
      PS=DB
      WH=DB
   40 WH=WH-1.D0
      IF(WH.LE.0.0D0)GO TO 55
      PX=(PS*C)/(DA+WH)
      IF(PX.GT.1.D0)GO TO 45
      IF(CNT/EPS.LE.TOT.OR.CNT.LE.EPS1/PX)GO TO 55
   45 CNT=CNT*PX
      IF(CNT.LE.1.D0) GO TO 50
      IB=IB-1
      CNT=CNT*EPS1
   50 PS=WH
      IF(IB.EQ.0)TOT=TOT+CNT
      GO TO 40
   55 P=TOT+XINT
   60 IF(INT.NE.0)P=1-P
      GO TO 9005
 9000 CONTINUE
 9005 RETURN
      END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุญส่ม หรรษาศิริพจน์ เกิดเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2500 จังหวัดลพบุรี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2522 และเข้าศึกษาต่อในสาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2528