รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชุติมา ชัยมุสิก. การวิเคราะห์หารถดถอยเชิงซ้อนเมื่อข้อมูลของตัวแปรอิสระสูญหาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

ธีระพร วีระถาวร. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง : โครงสร้างและความหมาย. กรุงเทพมหานคร : พิทักษ์การพิมพ์, 2530.

มนตรี พิริยะกุล. ทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย กรุงเทพมหานคร : รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2529.

ปราณี พรรณวิเชียร. การพยากรณ์ธุรกิจ. กรุงเทพมหานคร : แผนกวิชาการตลาด คณะวิชาบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเทคนโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ, 2525.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคนอื่น ๆ. เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. กรุงเทพมหานคร : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Afifi, A.A. and R.M. Elashoff. "Missing Values in Multivariate Statistical : I. Review of the Literature." Journal of the American Statistical Association (1966) : 61, 595-604.

_____. "Missing Values in Multivariate Statistical : III. Large Sample Analysis of Simple Linear Regression." Journal of the American Statistical Association (1966) : 64, 337-358.

Bello , "Imputation Techniques." Communicate Statistical (1992) : 853-877.

Demsper, A.P. , N.M. Laird and D.B. Rubin. "Maximum Likelihood From Incomplete Data via the EM Algorithm." Journal of the Royal Statistical Society (1977) : B39, 1-38.

Donald B. Rubin. "Inference and missing Data." Biometrika, (1976) : 63, 581-592.

Hunt, D.N. "Iterative Missing Value Estimation." Applied Statistical (1989) : 293-300.

Little Roderick J.A. and Rubin Donald B. Statistical Analysis with Missing Data New York : John Wiley, 1987.

Wang, R., J. Sedransk, and J.H. Jinn. "Secondary Data Analysis When There Are Missing Observations." Journal of the American Statistical Association (1992) : 87, 952-961.

Weisberg, Sanford. Applied Linear Regression. New York : John Wiley and sons, 1980.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

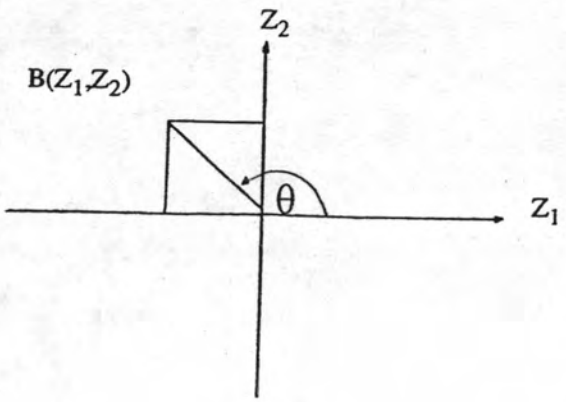
การสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Scgmidt (1975) ซึ่งขั้นตอนในการสร้างจะแสดงรายละเอียดด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

```
FUNCTION RAND(IX)
IX = IX*16807
IF (IX.LT.0) IX = IX+2147483647+1
RAND = IX
RAND = RAND*0.465661E-9
RETURN
END
```

ค่า IX จะเป็นค่า SEED หรือค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ RAND จะเป็นค่าของตัวเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ $N(\mu,\sigma 2)$

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติใช้วิธีของ Box และ Muller (1958) โดยผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน : N(0,1) พร้อมกัน 2 ค่า และแต่ละค่าเป็นอิสระกัน โดยใช้ตัวผลิต (Generator) Z_1 และ Z_2 พิจารณาดังรูปต่อไปนี้



พิจารณาจากรูปจะได้

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

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

เนื่องจาก $B_2 = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงไคสแคว์ด้วยระดับความเป็นอิสระ 2 และเทียบเท่าการแจกแจงเอกโปเนนเชียล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 โดยใช้วิธีการแปลงผกผัน (Invrse Transformation) สามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียลได้ดังนี้

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

เมื่อ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

จากการสมมาตรของการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) จะได้ว่ามุม θ มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอระหว่าง 0 ถึง 2π เรเดียน และรัศมี B กับมุม θ เป็นอิสระกันจาก (1) ,(2) และ (3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน จากเลขสุ่ม 2 ชุด R_1 และ R_2 กล่าวคือ

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

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

ซึ่ง R_1 และ R_2 เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจากฟังก์ชัน FUNCTION RAND(IX) เมื่อได้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้ว จะทำการแปลงค่าเลขสุ่มดังกล่าวโดยอาศัยฟังก์ชัน

$$EX_1 = \mu + \sigma Z_1$$

$$EX_2 = \mu + \sigma Z_2$$

ซึ่งจะได้ว่า EX_1 และ EX_2 มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ ค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 ($EX_i \sim N(\mu,\sigma^2)$; i = 1,2)

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างเลขสุ่มให้มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 คือ SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,SD,EX) โดยรายละเอียดโปรแกรมย่อยแสดงดังนี้

```
      SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,SD,EX)
      COMMON   /SEED/ IX,KK
      PI = 3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GOTO 100
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND (IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
      EX = ZONE*SD+RMEAN
      KK = 1
      GOTO 200
100   EX = ZTWO*SD+RMEAN
      KK = 0
200   RETURN
      END
```

การสร้างโปรแกรมเรียงลำดับข้อมูล

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการเรียงลำดับข้อมูล SUBROUTINE SORT(NMISS,IM)

```
      SUBROUTINE SORT(NMISS,IM)
      DIMENSION IM(100)
      NN = NMISS - 1
      DO 20 K = 1,NN
      L = K+1
      DO 10 KK = L,NMISS
      IF(IM(K) .LE. IM(KK)) GOTO 10
      KEEP = IM(K)
      IM(K) = IM(KK)
      IM(KK) = KEEP
   10 CONTINUE
   20 CONTINUE
```

```
C-------------------------------------------------------------------------------------------C
C      FORCASTING IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MISSING      C
C            OBSRTVATIONS IN THE DEPENDENT VARIABLE               C
C-------------------------------------------------------------------------------------------C
C*****************************************C
C            MAIN PROGRAM                 C
C*****************************************C
      DIMENTION YGEN(120),XGEN(3,120),E(120),U(120),B(3),IM(100)
     *         ,SBL(3),SBM(3),SBR(3),SBEM(3),SBHM(3)
     *         ,ABL(3),ABM(3),ABR(3),ABEM(3),ABHM(3)
     *         ,SRL(12),SRM(12),SRR(12),SREM(12),SRHM(12)
     *         ,ARL(12),ARM(12),ARR(12),AREM(12),ARHM(12)
      COMMON   /SEED/ IX,KK
     *        /DATX/ XMEAN,SIGMAX,UMEAN,SIGMAU
     *        /DATY/ EMEAN,SIGMAE
     *        /ARCODE/ CODE(120)
     *        /ARMSE/ RMSEL(12),RMSEM(12),RMSER(12),RMSEEM(12),
     *              RMSEHM(12)
     *        /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
     *        /ARYH/ YHL(12),YHM(12),YHR(12),YHEM(12),YHHM(12)
     *        /AROUND/ IREM,IRHM
      DATA   NM/10/
      DATA   IPM/10/
      DATA   B(1),B(2),B(3)/10.,1.,2./
      SIGMAE = 5.
      IX = 62351
```

```
      INUM = 200
C***** SET VALUE *****C
      XMEAN = 20.
      VARX = 60.
      VARU = 9.
      KK = 0
      EMEAN = 0.
      UMEAN = 0.
      SIGMAU = SQRT(VARU)
      SIGMAX = SQRT(VARX)
C************************ START PROGRAM ****************************C
      IT = NM+12
      ISEED = IX
            CALL GENX(IT,XGEN)
      DO 2000 IPM = 10,70,10
C***** SET SUM ROUND EM AND HM = 0 *****C
      ISREM = 0
      ISRHM = 0
C***** SET SUMRMSE = 0 *****C
      ASL = 0.0
      ASM = 0.0
      ASR = 0.0
      ASEM = 0.0
      ASHM = 0.0
      DO 10 J = 1,12
        SRL(J) = 0.0
        SRM(J) = 0.0
        SRR(J) = 0.0
        SEM(J) = 0.0
        SHM(J) = 0.0
```

```
   10 CONTINUE
C***** SET SUM BETA = 0 *****C
      DO 20 I = 1,3
        SBL(I) = 0.0
        SBM(I) = 0.0
        SBR(I) = 0.0
        SBEM(I) = 0.0
        SBHM(I) = 0.0
   20 CONTINUE
C****************** START NUMBER OF ROUND (COUNT INUM) ****************C
       DO 1000 IINUM = 1,INUM
          CALL GENY(IT,B,XGEN,YGEN,E)
          CALL MISSY(IX,NM,IPM,M)
          CALL LOSS(YGEN,XGEN,IT,NM,M)
          CALL MEAN(YGEN,XGEN,IT,NM,M)
          CALL REGR(YGEN,XGEN,IT,NM,M)
          CALL EM(YGEN,XGEN,IT,NM,M,IINUM)
             IF (IREM .GT. 50) GOTO 1000
          CALL HM(YGEN,XGEN,IT,NM,M,IINUM)
             IF (IRHM .GT. 50) GOTO 1000
          CALL YHRMSE(YGEN,XGEN,IT,NM,M)
C***** SUM ROUND EM AND HW *****C
        ISREM = ISREM + IREM
        ISRHM = ISRHM + IRHM
C***** SUM RMSE *****C
      DO 200 J = 1,12
        SRL(J) = SRL(J) + RMSEL(J)
        SRM(J) = SRM(J) + RMSEM(J)
        SRR(J) = SRR(J) + RMSER(J)
        SREM(J) = SREM(J) + RMSEEM(J)
```

```
          SRHM(J) = SRHM(J) + RMSEHM(J)
  200 CONTINUE
 C***** SUM BETA *****C
        DO 300 I = 1,3
          SBL(I) = SBL(I) + BL(I)
          SBM(I) = SBM(I) + BM(I)
          SBR(I) = SBR(I) + BR(I)
          SBEM(I) = SBEM(I) + BEM(I)
          SBHM(I) = SBHM(I) + BHM(I)
  300  CONTINUE
 C------ CLOSE COUNT INUM -----C
 1000 CONTINUE
 C-----------------------------C
 C***** CAL AVERAGE ROUND EM AND HM *****C
          AROUEM = FLOAT(ISREM)/FLOAT(INUM)
          AROUHM = FLOAT(ISRHM)/FLOAT(INUM)
 C***** CAL AVERAGE BETA *****C
        DO 510 I = 1,3
          ABL(I) = SBL(I)/FLOAT(INUM)
          ABM(I) = SBM(I)/FLOAT(INUM)
          ABR(I) = SBR(I)/FLOAT(INUM)
          ABEM(I) = SBEM(I)/FLOAT(INUM)
          ABHM(I) = SBHM(I)/FLOAT(INUM)
  510 CONTINUE
 C***** CAL AVERAGE SUMRMSE *****C
        DO 520 J = 1,12
          ARL(J) = SQRT(SRL(J)/FLOAT(INUM))
          ARM(J) = SQRT(SRM(J)/FLOAT(INUM))
          ARR(J) = SQRT(SRR(J)/FLOAT(INUM))
          AREM(J) = SQRT(SREM(J)/FLOAT(INUM))
```

```
        ARHM(J) = SQRT(SRHM(J)/FLOAT(INUM))
  520 CONTINUE
      DO 530 J = 1,12
        ASL = ASL + ARL(J)
        ASM = ASM + ARM(J)
        ASR = ASR + ARR(J)
        ASEM = ASEM + AREM(J)
        ASHM = ASHM + ARHM(J)
  530 CONTINUE
        AASL = ASL/12
        AASM = ASM/12
        AASR = ASR/12
        AASEM = ASEM/12
        AASHM = ASHM/12
C************************** WRITE OUTPUT ***************************C
      WRITE(6,605)INUM,ISEED,NM,IPM,SIGMAE
  605 FORMAT(/10X,'NORMAL',10X,'INUM = ',I5,' SEED = ',I8,/10X,
     *  'SIZE = ',I4,5X,' % MISSING = ' ,I4,' SIGMAE = ',F6.2)
      WRITE(6,615)
  615 FORMAT(/2X,73('-'))
      WRITE(6,610)
  610 FORMAT(/19X,'LOSS',9X,'MEAN',10X,'REG',11X,'EM',11X,'HM')
      WRITE(6,615)
      WRITE(6,620)AASL,AASM,AASR,AASEM,AASHW
  620 FORMAT(2X,'SRMSE ',2X,5(F13.7))
      WRITE(6,615)
        DO 650 I = 1,3
      WRITE(6,640)I,ABL(I),ABM(I),ABR(I),ABEM(I),ABHM(I)
  640 FORMAT(2X,'BETA   ',I2,5(F13.7))
  650 CONTINUE
```

```
      WRITE(6,615)
      WRITE(6,660)AROUEM,AROUHM
  660 FORMAT(/10X,'AVERAGE ROUND OF EM = ',F13.5,5X,
     * 'AVERAGE ROUND OF HM = ',F13.5)
C------ CLOSE COUNT IPM -----C
 2000 CONTINUE
C----------------------------C
      STOP
      END
C*************************************C
C            FUNCTION RANDOM          C
C*************************************C
      FUNCTION RAND(IX)
        IX = IX*16807
        IF (IX.LT.0) IX = IX+2147483647+1
        RAND = IX
        RAND = RAND*0.465661E-9
        RETURN
        END
C*************************************C
C            SUBROUTINE NORMAL        C
C*************************************C
      SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,SD,EX)
      COMMON   /SEED/ IX,KK
        PI = 3.1415926
        IF (KK.EQ.1) GOTO 100
        RONE = RAND(IX)
        RTWO = RAND (IX)
        ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
        ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
```

```
      EX = ZONE*SD+RMEAN
      KK = 1
      GOTO 200
  100 EX = ZTWO*SD+RMEAN
      KK = 0
  200 RETURN
      END
C*****************************************C
C            GENERAGE DATA X              C
C*****************************************C
      SUBROUTINE GENX(IT,XGEN)
      DIMENSION XGEN(3,120),U(120)
      COMMON  /DATX/ XMEAN,SIGMAX,UMEAN,SIGMAU
      DO 10 I = 1,3
      DO 10 J = 1,IT
   10 XGEN(I,J) = 0.0
      DO 20 J = 1,IT
   20 XGEN(1,J) = 1.0
C***** GENERATE DATA X WHEN X1,X2 ARE NORMAL *****C
      DO 30 I = 2,3
      DO 30 J = 1,IT
      CALL NORMAL(EMEAN,SIGMAE,EX1)
      E(J) = EX1
   30 CONTINUE
C***** GENERATE DATA X WHEN X1= T , X2 = T+UT *****C
C     DO 30 J = 1,IT
C     XGEN(2,J) = J
C     CALL NORMAL(EMEAN,SIGMAE,EX2)
C     U(J) = EX2
C     XGEN(3,J) = XGEN(2,J) + U(J)
```

```
C  30     CONTINUE
C***** GENERATE DATA X WHEN X1= T , X2 = T+COS(2*PI*T/4) *****C
C         PI = 3.1415926
C         DO 30 J = 1,IT
C         XGEN(2,J) = J
C         XGEN(3,J) = J) + COS((2*PI*J)/4.)
C  30     CONTINUE
         RETURN
         END
C**************************************C
C            GENERAGE DATA Y           C
C**************************************C
      SUBROUTINE GENY(IT,B,XGEN,YGEN,E)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),B(3),E(120)
      COMMON   /DATY/ EMEAN,SIGMAE
        DO 10 J = 1,IT
        CALL NORMAL(EMEAN,SIGMSE,EX)
        E(J) = EX
  10    CONTINUE
        DO 30 J = 1,IT
        YGEN(J) = 0.0
           DO 20 I =  1,3
  20        YGEN(J) = YGEN(J)+XGEN(I,J)*B(I)
           YGEN(J) = YGEN(J)+E(J)
  30    CONTINUE
        RETURN
        END
C**************************************C
C            SORT POSITION MISSING     C
C**************************************C
```

```
      SUBROUTINE SORT(NMISS,IM)
      DIMENSION IM(100)
        NN = NMISS - 1
       DO 20 K = 1,NN
       L = K+1
           DO 10 KK = L,NMISS
              IF(IM(K) .LE. IM(KK)) GOTO 10
              KEEP = IM(K)
              IM(K) = IM(KK)
              IM(KK) = KEEP
 10         CONTINUE
 20    CONTINUE
C*****************************************C
C          FIND POSITION MISSING          C
C*****************************************C
      SUBROUTINE MISSY(IX,NNM,IPM,IM,NMISS)
      DIMENSION IM(100)
      SOMMON   /ARCODE/ CODE(120)
        NMISS = (IPM*NM)/100
C       WRITE(6,5)NMISS
C       FORMAT(2X,'NUMBEROF MISSING',5X,I5)
       IF (NM.LE.100)    AMUL = 100
C***** RANDOM POSITION MISSING *****C
       DO 30 L = 1,NMISS
 10     UNI = RAND(IX)
       IM(L) = INT(UNI*AMUL)
       IF((IM(L) .GT. NM) .OR. (IM(L) .EQ. 0)) GOTO 10
 30    CONTINUE
C***** POSITION MISSING HAS ONLY POSITION *****C
 40    CALL SORT(NMISS,IM)
```

```
      NN = NMISS - 1
      DO 60 L = 1,NN
      LL = L + 1
      IF (IM(L) .NE. IM(LL)) GOTO 60
 50   UNI = RAND(IX)
      NEWM = INT(UNI*AMUL)
      IF ((NEWM .GT. NM) OR. (NEWM .EQ. 0)) GOTO 50
      IM(LL) = NEWM
      GOTO 40
 60   CONTINUE
C***** GIVE CODE POSITION MISSING *****C
C***** CODE = 1 (MISSING) SND CODE = 0 (NOT) *****C
      DO 70 J = 1,NM
 70   CODE(J) = 0.0
      DO 80 L = 1,NMISS
 80   CODE(IM(L)) = 1.0
      RETURN
      END
C************************************C
C              FIND (X'X)-1          C
C************************************C
      SUBROUTINE INVS(A)
      DIMENSION A(3,3)
        DO 30 K = 1,3
          IF (I-K) 5,10,5
 5        A(I,K) = -A(I,K)*A(K,K)
 10     CONTINUE
        DO 20 I = 1,3
        DO 20 J = 1,3
          IF ((I-K)*(J-K)) 15,20,15
```

```
   15         A(I,J) = A(I,J) - A(I,K)*A(K,J)
   20     CONTINUE
          DO 30 J = 1,3
             IF (J-K) 25,30,25
   25        A(K,J) = -A(K,J)*A(K,K)
   30     CONTINUE
          DO 40 I = 1,3
          DO 40 J = 1,3
             A(I,J) = -A(I,J)
C            WRITE(6,35)I,J,A(I,J)
C 35         FORMAT(2X,' (XTX)-1(',I2,',',I2,') = ',F11.5)
   40     CONTINUE
C*******************************************C
C         ORDINARY LEAST SQUARES            C
C*******************************************C
       SUBROUTINE OLS(AY,AX,NO,BETA)
       DIMENSION AY(120),AX(3,120),BETA(3),SXX(3,3),A(3,3)SXY(3)
C***** X'X *****C
         DO 10 I = 1,3
         DO 10 J = 1,3
   10       SXX(I,J) = 0.0
         DO 30 I = 1,3
         DO 30 K = 1,3
            SIK = 0.0
            DO 20 J = 1,NO
   20          SIK = SIK + AX(I,J)*AX(K,J)
            SXX(I,K) = SIK
            SXX(K,I) = SIK
C           WRITE(6,25)I,K,SXX(I,K)
C 25        FORMAT(2X,' XTX(',I2,',',I2,') = ',F11.5)
```

```
 30     CONTINUE
C***** (X'X)-1 *****C
       DO 40 I = 1,3
       DO 40 J = 1,3
          A(I,J) = SXX(I,J)
 40       A(J,I) = SXX(I,J)
       DO 50 K = 1,3
        IF(A(K,K)) 50,60,50
 60     WRITE(6,70)
 70     FORMAT(2X,'A(K,K) HAS ZERO ON DIAGONAL CANNOT USE MATRIX')
        STOP
 50    CONTINUE
       CALL INVS(A)
C***** X'Y *****C
       DO 90 I = 1,3
          SIKK = 0.0
          DO 80 J = 1,NO
 80          SIKK = SIKK + AX(I,J)*AY(J)
          SXY(I) = SIKK
C          WRITE(6,85)I,SXY(I)
C 85       FORMAT(2X,' XTY ' ,I3,2X,F11.5)
 90    CONTINUE
C***** FIND BETA *****C
       DO 120 I = 1,3
       BETA(I) = 0.0
          DO 100 J = 1,3
100       BETA(I) = BETA(I) + A(J,I)*SXY(J)
120    CONTINUE
       RETURN
       END
```

```
C*****************************************C
C       CUT DATA THAT MISSING             C
C*****************************************C
      SUBROUTINE CUT(YGEN,XGEN,NM,NMISS)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),AYC(120),AXC(3,120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *        /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
         DO 6 I = 1,3
    6       BC(I) = 0.0
         K = 0
         DO 10 J = 1,NM
            IF (CODE(J) .EQ. 1.) GOTO 10
            K = K + 1
            AYC(K) = YGEN(J)
            AXC(1,K) = XGEN(1,J)
            AXC(2,K) = XGEN(2,J)
            AXC(3,K) = XGEN(3,J)
   10    CONTINUE
         N = NM - NMISS
         CALL OLS(AYC,AXC,N,BC)
         RETURN
         END
C*************************************C
C            METHOD FOR LOSS          C
C*************************************C
      SUBROUTINE LOSS(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *        /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
C        WRITE(6,5)
```

```
C  5    FORMAT(2X,' ***** METHOD FOR LOSS *****')
       DO 6 I = 1,3
    6      BC(I) = 0.0
       CALL CUT(YGEN,XGEN,NM,NMISS,BC)
C      WRITE(6,10)(BC(I),I=1,3)
C 10   FORMAT(2X,' BL(0) = ',F11.5,' BL(1) = ',F11.5,' BL(2) = ',
     *         F11.5)
       RETURN
       END
C****************************************C
C            METHOD FOR MEAN             C
C****************************************C
      SUBROUTINE MEAN(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),AYM(120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *        /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
C      WRITE(6,5)
C 5    FORMAT(2X,' ***** METHOD FOR MEAN *****')
       DO 6 I = 1,3
    6      BM(I) = 0.0
       SUM = 0.0
       SUMY = 0.0
       DO 10 J = 1,NM
          IF (CODE(J) .EQ. 1.) GOTO 10
          SUM = SUM + YGEN(J)
   10  CONTINE
       SUMY = SUM/(NM-NMISS)
C      WRITE(6,15)SUM,SUMY
C 15   FORMAT(2X,'SUM = ',F11.5,' MEAN = ',F11.5)
       DO 20 J = 1,NM
```

```
            IF (CODE(J) .EQ. 1.0) THEN
               AYM(J) = SUMY
            ELSE
               AYM(J) = YGEN(J)
            ENDIF
 20      CONTINUE
         CALL OLS(AYM,XGEN,NM,BM)
C        WRITE(6,10)(BM(I),I=1,3)
C 30     FORMAT(2X,' BM(0) = ',F11.5,' BM(1) = ',F11.5,' BM(2) = ',
C    *          F11.5)
         RETURN
         END
C*****************************************C
C          METHOD FOR REGRESSION          C
C*****************************************C
      SUBROUTINE REGR(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),AYR(120),YHRR(120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *         /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
C        WRITE(6,5)
C 5     FORMAT(2X,' ***** METHOD FOR REGRESSION *****')
        DO 6 I = 1,3
 6         BR(I) = 0.0
        CALL CUT(YGEN,XGEN,NM,NMISS,BC)
        DO 10 J = 1,NM
 10     YHRR(J) = 0.0
        DO 30 J = 1,NM
           IF (CODE(J) .NE. 1.0) GOTO 30
           DO 20 I = 1,3
              YHRR(J) = YHRR(J) + XGEN(I,J)*BC(I)
```

```
   20         CONTINUE
   30     CONTINUE
          DO 40 J = 1,NM
             IF (CODE(J) .EQ. 1.0) THEN
                AYR(J) = YHRR(J)
             ELSE
                AYR(J) = YGEN(J)
             ENDIF
   40     CONTINUE
          CALL OLS(AYR,XGEN,NM,BR)
C         WRITE(6,50)(BR(I),I=1,3)
C 50      FORMAT(2X,' BR(0) = ',F11.5,' BR(1) = ',F11.5,' BR(2) = ',
C    *          F11.5)
          RETURN
          END
C*************************************************C
C     METHOD FOR EXPECTATION-MAXIMIZATION     C
C*************************************************C
      SUBROUTINE EM(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS,IINUM)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),AYEM(120),YH(120),BNOW(3),
     *          BOLD(3),DIFF(3)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *         /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
     *         /AROUND/ IREM,IRHM
C         WRITE(6,5)
C  5      FORMAT(2X,' ***** METHOD FOR EM *****')
          DO 6 I = 1,3
   6         BEM(I) = 0.0
          IREM = 1
          CALL CUT(YGEN,XGEN,NM,NMISS,BC)
```

```
            DO 8 I = 1,3
               BNOW(I) = BC(I)
 8          CONTINUE
10       IREM = IREM + 1
         IF (IREM .GT. 50 ) THEN
            IINUM = IINUM - 1
            GOTO 111
         ENDIF
         DO 20 I = 1,3
            BOLD(I) = BNOW(I)
20       CONTINUE
         DO 30 J = 1,NM
30          YH(J) = 0.0
         DO 50 J = 1,NM
            IF (CODE(J) .NE. 1.0) GOTO 50
            DO 40 I = 1,3
               YH(J) = YH(J) + XGEN(I,J)*BOLD(I)
40          CONTINUE
50       CONTINUE
         DO 60 J = 1,NM
            IF (CODE(J) .EQ. 1.0) THEN
               AYEM(J) = YH(J)
            ELSE
               AYEM(J) = YGEN(J)
            ENDIF
60       CONTINUE
         CALL OLS(AYEM,XGEN,NM,BNOW)
         DO 70 I = 1,3
            DIFF(I) = ABS(BNOW(I) - BOLD(I))
70       CONTINUE
```

```
          DO 80 I = 1,3
            IF (DIFF(I) .GT. 0.001) GOTO 10
   80     CONTINUE
   88     DO 90 I = 1,3
            BEM(I) = BNOW(I)
   90     CONTINUE
C          WRITE(6,100)(BEM(I),I=1,3)
C 100     FORMAT(2X,' BEM(0) = ',F11.5,' BEM(1) = ',F11.5,' BEM(2) = '
c     *          ,F11.5)
C          WRITE(6,110)IREM
C 110     FORMAT(2X,' ROUND ITERATIVE OF EM IS ',I5)
  111     RETURN
          END
C*****************************C
C     METHOD FOR HUNT       C
C*****************************C
      SUBROUTINE HM(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS,IINUM)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120),SXXP(3,3),A(3,3)SXP(3,12),
     *    SP(120,120),SI(120,120),SIP(120,120),YNOW(120),YOLD(120),
     *    ENOW(120),DIFF(120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *         /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
     *         /AROUND/ IREM,IRHM
C         WRITE(6,5)
C   5     FORMAT(2X,' ***** METHOD FOR HM *****')
         DO 6 I = 1,3
    6          BHW(I) = 0.0
C=====>>>>> FIND P = X(X'X)-1X' <<<<<=====C
C***** X'X *****C
         DO 10 I = 1,3
```

```
      DO 10 J = 1,3
   10       SXXP(I,J) = 0.0
      DO 30 I = 1,3
      DO 30 K = 1,3
         SIKP = 0.0
         DO 20 J = 1,NM
   20          SIKP = SIKP + XGEN(I,J)*XGEN(K,J)
         SXXP(I,K) = SIKP
         SXXP(K,I) = SIKP
   30    CONTINUE
C***** (X'X)-1 *****C
      DO 40 I = 1,3
      DO 40 J = 1,3
         A(I,J) = SXXP(I,J)
   40       A(J,I) = SXXP(I,J)
      DO 50 K = 1,3
       IF(A(K,K)) 50,60,50
   60    WRITE(6,70)
   70    FORMAT(2X,'A(K,K) HAS ZERO ON DIAGONAL CANNOT USE MATRIX')
       STOP
   50  CONTINUE
      CALL INVS(A)
C***** X(X'X)-1 *****C
      DO 100 J = 1,NM
         DO 90 K = 1,3
            SUMP = 0.0
            DO 80 I = 1,3
   80          SUMP = SUMP + XGEN(I,J)*A(I,K)
            SXP(K,J) = SUMP
C           WRITE(6,85)J,K,SXP(K,J)
```

```
C  85        FORMAT(2X,'J = ',I3,' K = ',I3,' X(XTX)-1 ',F13.7)
   90        CONTINUE
  100    CONTINUE
C***** X(X'X)-1X' *****C
       DO 110 J = 1,NM
       DO 110 JJ = 1,NM
  110        SP(J,JJ) = 0.0
       DO 130 J = 1,NM
       DO 130 JJ = 1,NM
          SIKPP = 0.0
          DO 120 I = 1,3
  120           SIKPP = SIKPP + SXP(I,J)*XGEN(I,JJ)
          SP(J,JJ) = SIKPP
C          WRITE(6,125)J,JJ,SP(J,JJ)
C 125       FORMAT(2X,'J = ',I3,' JJ = ',I3,' P = ',F13.7)
  130    CONTINUE
C***** I-P *****C
       DO 140 J = 1,NM
       DO 140 JJ = 1,NM
          SI(J,JJ) = 0.0
          IF (J .EQ. JJ) SI(J,JJ) = 1.0
  140    CONTINUE
       DO 150 J = 1,NM
       DO 150 J = 1,NM
          SIP(J,JJ) = SI(J,JJ) - SP(J,JJ)
C          WRITE(6,145)J,JJ,SI(J,JJ),SP(J,JJ),SIP(J,JJ)
C 145       FORMAT(2X,'J = ',I3,' JJ = ',I3,' I = ',F13.7,' P = ',
C     *           F13.7,' I-P = ',F13.7)
  150    CONTINUE
C***** FIND Y START IS MEAN *****C
```

```
      SHM = 0.0
      SHEY = 0.0
      DO 160 J = 1,NM
         IF (CODE(J) .EQ. 1.) GOTO 160
         SHM = SHM + YGEN(J)
  160   CONTINE
      SHMY = SHM/(NM-NMISS)
C     WRITE(6,165)SHM,SHHMY
C 165  FORMAT(2X,'SUM = ',F11.5,' MEAN = ',F11.5)
      DO 170 J = 1,NM
         IF (CODE(J) .EQ. 1.0) THEN
            YNOW(J) = SHWY
         ELSE
            YNOW(J) = YGEN(J)
         ENDIF
  170   CONTINUE
C***** ITERATING *****C
      IRHM = 0
  180   IRHM = IRHM + 1
         IF (IRHM .GT. 50 ) THEN
            IINUM = IINUM - 1
            GOTO 255
         ENDIF
      DO 190 J = 1,NM
  190      YOLD(J) = YNOW(J)
      DO 210 J = 1,NM
         ENOW(J) = 0.0
         DO 200 JJ = 1,NM
  200         ENOW(J) = ENOW(J) + SIP(JJ,J)*YOLD(JJ)
            IF (CODE .EQ. 1.0) THEN
```

```
                YNOW(J) = YOLD(J) - ENOW(J)
              ELSE
                YNOW(J) = YGEN(J)
              ENDIF
            DIFF(J) = ASB(YNOW(J) - YOLD(J))
C           WRITE(6,205)J,YNOW(J),YOLD(J),DIFF(J),ENOW(J)
C 205       FORMAT(2X,'J = ',I3,' YNOW = ',F13.7,' YOLD = ',F13.7
C    *          ,' DIFF = ',F13.7,' ENOW = ',F13.7)
  210   CONTINUE
        DO 220 J = 1,NM
          IF (DIFF(J) .GT. 0.001) GOTO 180
  220   CONTINUE
  222   CALL OLS(YNOW,XGEN,NM,BHM)
C       WRITE(6,230)(BHM(I),I=1,3)
C 230   FORMAT(2X,' BHM(0) = ',F11.5,' BHM(1) = ',F11.5,' BHM(2) = '
C    *        ,F11.5)
C       WRITE(6,240)IRHM
C 240   FORMAT(2X,' ROUND ITERATIVE OF HM IS ',I5)
  255   RETURN
        END
C*************************************C
C           FIND YHAT , RMSE          C
C*************************************C
      SUBROUTINE YHRMSE(YGEN,XGEN,IT,NM,NMISS)
      DIMENSION YGEN(120),XGEN(3,120)
      COMMON   /ARCODE/ CODE(120)
     *       /ARMSE/ RMSEL(12),RMSEM(12),RMSER(12),RMSEEM(12)
     *            ,RMSEHM(12)
     *       /ARB/ BC(3),BM(3),BR(3),BEM(3),BHM(3)
     *       /ARYH/ YHL(12),YHM(12),YHR(12),YHEM(12),YHHM(12)
```

```
C***** FIND YHAT *****C
      KK = 0
      NK = NM + 1
      DO 10 J = NK,IT
         YHL(J) = 0.0
         YHM(J) = 0.0
         YHR(J) = 0.0
         YHEM(J) = 0.0
         YHHM(J) = 0.0
 10   CONTINUE
      DO 30 J = NK,IT
         DO 20 I = 1,3
            YHL(J) = YHL(J) + XGEN(I,J)*BL(I)
            YHM(J) = YHM(J) + XGEN(I,J)*BM(I)
            YHR(J) = YHR(J) + XGEN(I,J)*BR(I)
            YHEM(J) = YHEM(J) + XGEN(I,J)*BEM(I)
            YHHM(J) = YHHM(J) + XGEN(I,J)*BHM(I)
 20      CONTINUE
 30   CONTINUE
C***** FIND RMSE *****C
      SL1 = 0.0
      SM1 = 0.0
      SR1 = 0.0
      SEM1 = 0.0
      SHM1 = 0.0
      DO 40 J = NK,IT
         KK = KK + 1
         RMSEL(KK) = ((YGEN(J) - YHL(J))**2)
         RMSEM(KK) = ((YGEN(J) - YHM(J))**2)
         RMSER(KK) = ((YGEN(J) - YHR(J))**2)
```

```
            RMSEEM(KK) = ((YGEN(J) - YHEM(J))**2)
            RMSEHM(KK) = ((YGEN(J) - YHHM(J))**2)
          WRITE(6,45)KK,RMSEL(KK),RMSEM(KK),RMSER(KK),RMSEEM(KK),
     *              RMSEHM(KK)
45     FORMAT(5X,' J = ',I4,' RMSEL(J) = ',F11.5,' RMSEM(J) = ',
     *   F11.5,' RMSER(J) = ',F11.5,' RMSEEM(J) = ',F11.5,
     *   ' RMSEHM(J) = ',F11.5)
40     CONTINUE
       RETURN
       END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วารุณี ตรีบำรุงศักดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2513 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535