บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

มนตรี พิริยะกุล. เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (เล่ม 1). พิมพ์ครั้งที่ 2. ศรีเมืองการพิมพ์ : สำนักพิมพ์, 2532.

———. เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (เล่ม 2). พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยรามคำแหง: สำนักพิมพ์, 2532.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคนอื่นๆ. เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2534.

เอกสารอื่นๆ

ฝน เทพวัฒนะ. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตสหสัมพันธ์ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ภาษาอังกฤษ

หนังสือ

Averill, M.L., and Daid W.K. Simulation Modeling and Analysis. New York: Mc Graw-Hill, 1982.

Johnston, J. Econometrics Methods. 3 rd ed. New York: Mc Graw-Hill, 1984.

Judge, G.G. et. al. The Theory and Pratice of Economics. New York: John Wieley and Sons, 1980.

Kmenta, J. Elements of Econometrics. 2 nd ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1986.

Neter, J., Wasserman, W. and Kutner, M.H. Applied Linear Statistical Models. 3 rd ed. Illinois: Richard D. Irwin, INC., 1990.

บทความ

Harvey, A.C. On Comparing Regression Models in Levels and First Differences. International Economic Review. 21 (1980): 707-720.

Rao, P. Griliches, Z. Small-Sample Properties of Several Two-Stage Regression Methods in the Context of Autocorrelated Errors. Journal of Americon Statistical Association 64 (1969): 253-272.

Spitzer, J.J. Small-sample Properties of Nonlinear Least Squares and Maximum Likelihood Estimators in the Context of Autocorrelated Errors. Journal of Americon Statistical Association. 74 (1979): 41-47.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

การสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ นั้น จะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Schmidt (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

SEED จะเป็นค่าของตัวเลขที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

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

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยวิธีของ Box และ Muller (1958) จะทำการสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน : $N(0,1)$ พร้อมกัน 2 ค่า และแต่ละค่าเป็นอิสระกัน โดยใช้ตัวผลิต (generator) Z_1 และ Z_2

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

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

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

$$Z_1 = \mu + \sigma.Z_1$$

$$Z_2 = \mu + \sigma.Z_2$$

ซึ่งจะได้ว่า Z_1 และ Z_2 มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยคือ μ และความแปรปรวนคือ σ^2

โปรแกรมย่อยที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 คือ SUBROUTINE NORM(RMEAN,SD,EX)

```
      SUBROUTINE NORM(RMEAN,SD,EX)
      COMMON /SEED/IX,KK
      PI    =  22/7.
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
      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 15
   10 EX    =  ZTWO*SD+ RMEAN
      KK    =  0
   15 RETURN
      END
```

ภาคผนวก ข

โปรแกรมภาษาฟอร์แทรนต่อไปนี้ เป็นโปรแกรมการคำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น

การใช้โปรแกรมนี้ต้องใส่จำนวนข้อมูลก่อน แล้วตามด้วยค่าของตัวแปรอิสระและค่าของตัวแปรตามทีละคู่เท่ากับจำนวนข้อมูลที่มีอยู่

โปรแกรมนี้มีข้อจำกัดว่าจำนวนข้อมูลต้องไม่มากกว่า 62 คู่ ซึ่งผู้ที่มีความเข้าใจในด้านโปรแกรมสามารถแก้ไขจำนวนข้อมูลได้

การบันทึกข้อมูล

บรรทัดที่	สดมภ์ที่	เนื้อหาข้อมูล
1	1-2	จำนวนข้อมูล
2	1-10	ค่าของตัวแปรอิสระ
	11-20	ค่าของตัวแปรตาม
3	1-10	ค่าของตัวแปรอิสระ
	11-20	ค่าของตัวแปรตาม

. . .

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า

X	Y
127.3	20.96
130.0	21.40
132.7	21.96
129.4	21.52

135.0	22.39
137.1	22.76
141.2	23.48
142.8	23.66
145.5	24.1
145.3	24.01
148.3	24.54
146.4	24.3
150.2	25.0
153.1	25.64
157.3	26.36
160.7	26.98
164.2	27.52
165.6	27.78
168.7	28.24
171.7	28.78

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลข้างต้นโดยโปรแกรมข้างท้ายนี้

ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATES FOR PARAMETERS

B0 = -1.45458 B1 = 0.17628

DIFFRENCE TRANSFORMATION ESTIMATES FOR PARAMETER

B = 0.16849

NONLINEAR LEAST SQUARES ESTIMATES FOR PARAMETERS

F = 0.78763 G = -0.13825 B = 0.17118

หมายเหตุ

1. วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

   ค่า B0 หมายถึง $\hat{\beta}_0$ หรือ b_0

   ค่า B0 หมายถึง $\hat{\beta}_1$ หรือ b_1

2. วิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง

   ค่า B หมายถึง $\hat{\beta}_1$ หรือ b_1

3. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น

   ค่า F หมายถึง $\hat{\rho}$

   ค่า G หมายถึง $\hat{\phi}$

   ค่า B หมายถึง $\hat{\beta}$

เมื่อได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของแต่ละวิธี นำไปแทนค่าในสมการพยากรณ์ดังนี้

1. วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

   มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+t} = b_o + b_1 X_{n+t} \quad , t = 1, 2, \ldots$$

2. วิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง

   มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+1} = Y_n + b_1 (X_{n+1} - X_n)$$

$$\hat{Y}_{n+t} = \hat{Y}_{n+t-1} + b_1 (X_{n+t} - X_{n+t-1}) \quad , t = 2, 3, \ldots$$

3. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น

   มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+1} = \hat{\rho} Y_n + \hat{\phi} + \hat{\beta} (X_{n+1} - \hat{\rho} X_n)$$

$$\hat{Y}_{n+t} = \hat{\rho} \hat{Y}_{n+t-1} + \hat{\phi} + \hat{\beta} (X_{n+t} - \hat{\rho} X_{n+t-1}) \quad , t = 2, \ldots$$

โดยที่ n คือขนาดข้อมูล

```
C
C     MAIN
C
      DIMENSION YOH(12),YDH(12),YNH(12)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62) /AO/OB(2) /AD/DB
     *       /AN/NB(2),F,G,B  /AGG/G1(3),GG(3,3)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
      READ (5,10) N
   10 FORMAT(I2)
      DO 30 I = 1,N
      READ (5,20) X(I),Y(I)
   20 FORMAT (2(F10.0))
   30 CONTINUE
      CALL OLS
      CALL DIF
      CALL NLS
C
      WRITE (6,70)
   70 FORMAT (5X,'X',16X,'Y')
      DO 90 I = 1,N
      WRITE (6,80) X(I),Y(I)
   80 FORMAT (7X,F10.5,7X,F10.5)
   90 CONTINUE
      WRITE (6,100) OB(1),OB(2),DB,F,G,B
  100 FORMAT(//,10X,'ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATES FOR PARAMETERS',
     *       /,10X,'BO = ',F12.5,3X,'B1 = ',F12.5,//,10X,
     *        'DIFFRENCE TRANSFORMATION ESTIMATES FOR PARAMETER',
     *       /,10X,'B = ',F12.5,//,10X,
     *        'NONLINEAR LEAST SQUARES ESTIMATES FOR PARAMETERS',
     *       /,10X,'F = ',F12.5,3X,'G = ',F12.5,3X,'B = ',F12.5)
  300 STOP
      END
C
C     ORDINARY LEAST SQUARE
C
      SUBROUTINE OLS
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AO/OB(2)
      SYT   =  0.
      SXT   =  0.
      SXT2  =  0.
```

```
      SXTYT =  0.
      DO 10 I = 1,N
      SXT   =  SXT + X(I)
      SYT   =  SYT + Y(I)
      SXT2  =  SXT2 + X(I)**2
      SXTYT =  SXTYT + X(I)*Y(I)
   10 CONTINUE
      OB(2) =  (N*SXTYT - (SXT*SYT))/(N*SXT2-SXT**2)
      OB(1) =  SYT/N - OB(2)*SXT/N
      RETURN
      END
C
C     DIFFERENCE TRANSFORMATION
C
      SUBROUTINE DIF
      DIMENSION E(50)
      COMMON /A1/ N,Y(62),X(62)
     *       /AD/ DB
      SXD2  =  0.
      SXDYD =  0.
      DO 30 I = 2,N
      YD    =  Y(I) - Y(I-1)
      XD    =  X(I) - X(I-1)
      SXD2  =  SXD2 + XD**2
      SXDYD =  SXDYD + XD*YD
   30 CONTINUE
      DB    =  SXDYD / SXD2
      RETURN
      END
C
C     NONLINEAR LEAST SQUARE
C
      SUBROUTINE NLS
      DIMENSION E(62)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)  /AO/ OB(2)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
     *       /AGG/G1(3),GG(3,3)  /AN/ NB(2),F,G,B
      REAL NB
      CALL SUM
      DATA SE2,SE1E /0.,0./
      DO 5 I = 1,N
```

```
      YH   = OB(1) + OB(2)*X(I)
      E(I) = Y(I) - YH
    5 CONTINUE
      DO 7 I = 2,N
      SE2   =  SE2 + E(I-1)**2
      SE1E  =  SE1E + (E(I)*E(I-1))
    7 CONTINUE
C     RHOH  =  S(ETE-1) / S(EI**2)
      RHOH  =  SE1E/SE2
      F     =  RHOH
      B     =  OB(2)
      G     =  OB(1)*(1-RHOH)
      NIT   =  1
      JJ    =  0
      JF    =  0
      JG    =  0
      JB    =  0
   10 CALL CREG(F,G,B)
      CALL INV
      FN    =  F - (GG(1,1)*G1(1) + GG(1,2)*G1(2) + GG(1,3)*G1(3))
      GN    =  G - (GG(2,1)*G1(1) + GG(2,2)*G1(2) + GG(2,3)*G1(3))
      BN    =  B - (GG(3,1)*G1(1) + GG(3,2)*G1(2) + GG(3,3)*G1(3))
      NIT   =  NIT + 1
      FA    =  ABS(F-FN)
      GA    =  ABS(G-GN)
      BA    =  ABS(B-BN)
      IF ((JF.EQ.1).OR.(JG.EQ.1).OR.(JB.EQ.1)) GOTO 200
      IF ((FA.LT.0.00001).OR.(GA.LT.0.00001).OR.(BA.LT..00001)) GOTO 100
      IF (NIT.GT.40) GOTO 300
      F     =  FN
      G     =  GN
      B     =  BN
      GOTO 10
  100 JF    =  0
      JG    =  0
      JB    =  0
      AFA   =  0
      AGA   =  0
      ABA   =  0
      IF (FA.LT.0.00001) THEN
        JF  =  1
        AFA =  FA
```

```
      ENDIF
      IF (GA.LT.0.00001) THEN
        JG  =  1
        AGA =  GA
      ENDIF
      IF (BA.LT.0.00001) THEN
        JB  =  1
        ABA =  BA
      ENDIF
      F     =  FN
      G     =  GN
      B     =  BN
      JJ    =  JJ + 1
      GOTO 10
  200 IF ((JF.EQ.1).AND.(AFA.GT.FA)) GOTO 100
      IF ((JG.EQ.1).AND.(AGA.GT.GA)) GOTO 100
      IF ((JB.EQ.1).AND.(ABA.GT.BA)) GOTO 100
      FN    =  F
      GN    =  G
      BN    =  B
  300 IF (F.EQ.1.) THEN
         AL =  G/0.0001
         GOTO 325
      END IF
      AL    =  G/(1-F)
  325 NB(1) =  AL
      NB(2) =  BN
      RETURN
      END
C
C     INVERSE MATRIX DIMENSION (3X3)
C
      SUBROUTINE INV
      DIMENSION A(3,3),C(3,3)
      COMMON /AGG/G(3),GG(3,3)
      DO 10 I = 1,3
      DO 10 J = 1,3
      A(I,J)  = GG(I,J)
   10 CONTINUE
      D1=A(1,1)*A(2,2)*A(3,3)+A(1,2)*A(2,3)*A(3,1)+A(1,3)*A(2,1)*A(3,2)
      D2=-A(3,1)*A(2,2)*A(1,3)-A(3,2)*A(2,3)*A(1,1)-A(3,3)*A(2,1)*A(1,2)
      DET=D1+D2
```

```
      C(1,1) =   A(2,2)*A(3,3) - A(3,2)*A(2,3)
      C(1,2) = -(A(2,1)*A(3,3) - A(3,1)*A(2,3))
      C(1,3) =   A(2,1)*A(3,2) - A(3,1)*A(2,2)
      C(2,1) = -(A(1,2)*A(3,3) - A(3,2)*A(1,3))
      C(2,2) =   A(1,1)*A(3,3) - A(3,1)*A(1,3)
      C(2,3) = -(A(1,1)*A(3,2) - A(3,1)*A(1,2))
      C(3,1) =   A(1,2)*A(2,3) - A(2,2)*A(1,3)
      C(3,2) = -(A(1,1)*A(2,3) - A(2,1)*A(1,3))
      C(3,3) =   A(1,1)*A(2,2) - A(2,1)*A(1,2)
      DO 20 I =1,3
      DO 20 J=1,3
      IF (DET.EQ.0.) DET = 0.00001
      GG(I,J) = C(J,I)/DET
   20 CONTINUE
      RETURN
      END
C
C     SUMATION XT,YT
C
      SUBROUTINE SUM
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
      SX    = 0.
      SX1   = 0.
      SX2   = 0.
      SX12  = 0.
      SX1X  = 0.
      SY    = 0.
      SY1   = 0.
      SY2   = 0.
      SY12  = 0.
      SY1Y  = 0.
      SX1Y1 = 0.
      SX1Y  = 0.
      SXY1  = 0.
      SXY   = 0.
      DO 10 I=2,N
      SX1    = SX1   + X(I-1)
      SY1    = SY1   + Y(I-1)
      SX12   = SX12  + (X(I-1)**2)
      SY12   = SY12  + (Y(I-1)**2)
```

```
      SXY    = SXY   + (X(I)*Y(I))
      SX1X   = SX1X  + (X(I-1)*X(I))
      SY1Y   = SY1Y  + (Y(I-1)*Y(I))

      SX1Y   = SX1Y  + (X(I-1)*Y(I))
      SXY1   = SXY1  + (X(I)*Y(I-1))
      SX1Y1  = SX1Y1 + (X(I-1)*Y(I-1))
   10 CONTINUE
      SX     = SX1   + X(N)     - X(1)
      SY     = SY1   + Y(N)     - Y(1)
      SX2    = SX12  + X(N)**2  - X(1)**2
      SY2    = SY12  + Y(N)**2  - Y(1)**2
      RETURN
      END
C
C     CREATE MATRIX G,GG
C
      SUBROUTINE CREG(F,G,B)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
     *       /AGG/G1(3),GG(3,3)
      G1(1)  = SY1Y - B*(SX1Y+SXY1) + 2*F*B*SX1Y1 - F*SY12
     *         - G*SY1 + G*B*SX1 + B*B*SX1X - F*B*B*SX12
      G1(2)  = SY - F*SY1 - G*(N-1) - B*SX + F*B*SX1
      G1(3)  = SXY - F*(SX1Y+SXY1) + F*F*SX1Y1 - G*SX + F*G*SX1
     *         - B*SX2 + 2*F*B*SX1X - F*F*B*SX12
C
      GG(1,1) = 2*B*SX1Y1 - SY12 - B*B*SX12
      GG(1,2) = -SY1 + B*SX1
      GG(1,3) = -SX1Y - SXY1 + 2*F*SX1Y1 + G*SX1 + 2*B*SX1X
     *          - 2*F*B*SX12
      GG(2,1) = -SY1 + B*SX1
      GG(2,2) = -N+1
      GG(2,3) = -SX + F*SX1
      GG(3,1) = -SX1Y - SXY1 + 2*F*SX1Y1 + G*SX1 + 2*B*SX1X
     *          - 2*F*B*SX12
      GG(3,2) = -SX + F*SX1
      GG(3,3) = -SX2 + 2*F*SX1X - F*F*SX12
      RETURN
      END
```

```
C
C     MAIN
C
      DIMENSION E(62),V(62),OMSE(12),DMSE(12),
     *          YOH(12),YDH(12),YNH(12)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62) /AO/OB(2) /AD/DB
     *       /SEED/IX,KK       /AN/NB(2),F,G,B
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
     *       /AGG/G1(3),GG(3,3)
      REAL MEAN,NB,NMSE(12)
      DATA BO,B1,MEAN/1.,2.,0./
      SD = SQRT(10.)
      DATA B1O,B2O,BD/0.,0.,0./
      DATA PF,PG,PB/0.,0.,0./
      DO 5 I   =   1,12
      OMSE(I)  =   0.
      DMSE(I)  =   0.
      NMSE(I)  =   0.
    5 CONTINUE
      READ(5,10) N,RHO,IR,KK,IX
   10 FORMAT(I2,F3.2,I4,I2,I9)
      WRITE (6,15) BO,B1,N,RHO,IR
   15 FORMAT(5X,'BO =',F5.2,3X,'B1 =',F5.2,3X,'N =',I3,3X,'RHO =',F5.2
     *       /,5X,'IR =',I4)
      DO 20 I=1,200
      A=RAND(IX)
   20 CONTINUE
C     YT = BO+B1XT+ET
C     ET = P*ET-1 + VT, XT~T, VT~N(0,1), E0~N(0,1/(1-PP))
      DO 100 II = 1,IR
   25 DO 30 I = 1,N
      CALL NORM(MEAN,SD,EX)
      V(I)     =  EX
C     X(I)     =  I
C     CALL NORM(MEAN,SD,EX)
C     X(I)     =  I + EX
      PX       = 2*22/7.*I/12
      X(I)     = I + COS(PX)
   30 CONTINUE
      SE0      =  SQRT(1/(1-RHO**2))
```

```
      CALL NORM(MEAN,SE0,EX)
      E0      =  EX
      E(1)    =  RHO*E0+V(1)
      Y(1)    =  B0+B1*X(1)+E(1)
      DO 40 I =  2,N
      E(I)    =  RHO*E(I-1)+V(I)
      Y(I)    =  B0+B1*X(I)+E(I)
   40 CONTINUE
      CALL OLS
      CALL DIF
      CALL NLS
C
      B1O = B1O + OB(1)
      B2O = B2O + OB(2)
      BD  = BD + DB
      PF  = PF + F
      PG  = PG + G
      PB  = PB + B
  100 CONTINUE
      B1O   =  B1O/IR
      B2O   =  B2O/IR
      BD    =  BD/IR
      PF    =  PF/IR
      PG    =  PG/IR
      PB    =  PB/IR
      WRITE (6,115)
  115 FORMAT(15X,'B1O',7X,'B2O',8X,'BD',8X,'PF',8X,'PG',8X,'PB')
      WRITE (6,120)B1O,B2O,BD,PF,PG,PB
  120 FORMAT (3X,'AVE',4X,6(F10.5))
      N1    =  N + 1
      N12   =  N+12
      DO 200 II = 1,IR
      DO 140 I = N1,N12
      CALL NORM(MEAN,SD,EX)
      V(I)  =  EX
C     X(I)  =  I
C     CALL NORM(MEAN,SD,EX)
C     X(I)  =  I + EX
      PX    =  2*22/7.*I/12
      X(I)  =  I + COS(PX)
  140 CONTINUE
      SEN   =  SQRT(1/(1-RHO**2))
```

```
      CALL NORM(MEAN,SEN,EX)
      EN    =  EX
      E(N1) =  RHO*EN+V(N1)
      Y(N1) =  BO+B1*X(N1)+E(N1)
      N2    =  N+2
      DO 150 I=N2,N12
      E(I)  =  RHO*E(I-1)+V(I)
      Y(I)  =  BO+B1*X(I)+E(I)
  150 CONTINUE
      N1    =  N + 1
      YOH(1)  = B1O + B2O*X(N1)
      YDH(1)  = Y(N) + BD*(X(N1) - X(N))
      YNH(1)  = PF * Y(N) + PG + PB*(X(N1) - PF*X(N))
      OMSE(1) = OMSE(1) + (YOH(1) - Y(N1))**2
      DMSE(1) = DMSE(1) + (YDH(1) - Y(N1))**2
      NMSE(1) = NMSE(1) + (YNH(1) - Y(N1))**2
      DO 180 I = 2,12
      YOH(I)  = B1O + B2O*X(N+I)
      YDH(I)  = YDH(I-1) + BD*(X(N+I) - X(N+I-1))
      YNH(I)  = PF * YNH(I-1) + PG + PB*(X(N+I) - PF*X(N+I-1))
      OMSE(I) = OMSE(I) + (YOH(I) - Y(N+I))**2
      DMSE(I) = DMSE(I) + (YDH(I) - Y(N+I))**2
      NMSE(I) = NMSE(I) + (YNH(I) - Y(N+I))**2
  180 CONTINUE
  200 CONTINUE
      BOMSE =  0.
      DATA B3OM,B3DM,B3NM/0.,0.,0./
      DATA B6OM,B6DM,B6NM/0.,0.,0./
      DATA B12OM,B12DM,B12NM/0.,0.,0./
      DO 230 I = 1,12
      OMSE(I) = SQRT(OMSE(I)/IR)
      DMSE(I) = SQRT(DMSE(I)/IR)
      NMSE(I) = SQRT(NMSE(I)/IR)
      IF (I.GT.3) GOTO 210
      B3OM   = B3OM + OMSE(I)
      B3DM   = B3DM + DMSE(I)
      B3NM   = B3NM + NMSE(I)
  210 IF (I.GT.6) GOTO 220
      B6OM   = B6OM + OMSE(I)
      B6DM   = B6DM + DMSE(I)
      B6NM   = B6NM + NMSE(I)
  220 B12OM = B12OM + OMSE(I)
```

```
      B12DM = B12DM + DMSE(I)
      B12NM = B12NM + NMSE(I)
  230 CONTINUE
      B3OM = B3OM/3
      B3DM = B3DM/3
      B3NM = B3NM/3
      B6OM = B6OM/6
      B6DM = B6DM/6
      B6NM = B6NM/6
      B12OM = B12OM/12
      B12DM = B12DM/12
      B12NM = B12NM/12
      WRITE (6,235)
  235 FORMAT (/,4X,'T',10X,'ORMSE',10X,'DRMSE',10X,'NRMSE')
      DO 250 I =1,12
      WRITE (6,240) I,OMSE(I),DMSE(I),NMSE(I)
  240 FORMAT (I5,3(5X,F10.5))
  250 CONTINUE
      WRITE (6,255)
  255 FORMAT (15X,'O-MSE',10X,'D-MSE',10X,'N-MSE')
      WRITE (6,260) B3OM,B3DM,B3NM
  260 FORMAT (3X,'AVER 3 ',3(F10.5,5X))
      WRITE (6,270) B6OM,B6DM,B6NM
  270 FORMAT (3X,'AVER 6 ',3(F10.5,5X))
      WRITE (6,280) B12OM,B12DM,B12NM
  280 FORMAT (3X,'AVER 12',3(F10.5,5X))
  300 STOP
      END
C
C     RANDOM NUMBER
C
      FUNCTION RAND(IX)
      IX    =  IX*16807
      IF(IX.LT.0) IX= IX+2147483647+1
      RAND  =  IX
      RAND  =  RAND*.465661E-9
      RETURN
      END
C
C     NORMAL DISTRIBUTION
C
      SUBROUTINE NORM(RMEAN,SD,EX)
```

```
      COMMON /SEED/IX,KK
      PI    =  22/7.
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
      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 15
   10 EX    =  ZTWO*SD+ RMEAN
      KK    =  0
   15 RETURN
      END
C
C     ORDINARY LEAST SQUARE
C
      SUBROUTINE OLS
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AO/OB(2)
      SYT   =  0.
      SXT   =  0.
      SXT2  =  0.
      SXTYT =  0.
      DO 10 I = 1,N
      SXT   =  SXT + X(I)
      SYT   =  SYT + Y(I)
      SXT2  =  SXT2 + X(I)**2
      SXTYT =  SXTYT + X(I)*Y(I)
   10 CONTINUE
      OB(2) =  (N*SXTYT - (SXT*SYT))/(N*SXT2-SXT**2)
      OB(1) =  SYT/N - OB(2)*SXT/N
      RETURN
      END
C
C     DIFFERENCE TRANSFORMATION
C
      SUBROUTINE DIF
      DIMENSION E(50)
      COMMON /A1/ N,Y(62),X(62)
     *       /AD/ DB
      SXD2  =  0.
```

```
      SXDYD =  0.
      DO 30 I = 2,N
      YD    =  Y(I) - Y(I-1)
      XD    =  X(I) - X(I-1)
      SXD2  =  SXD2 + XD**2
      SXDYD =  SXDYD + XD*YD
   30 CONTINUE
      DB    =  SXDYD / SXD2
      RETURN
      END
C
C     NONLINEAR LEAST SQUARE
C
      SUBROUTINE NLS
      DIMENSION E(62)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)  /AO/ OB(2)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
     *       /AGG/G1(3),GG(3,3)  /AN/ NB(2),F,G,B
      REAL NB
      CALL SUM
      DATA SE2,SE1E /0.,0./
      DO 5 I = 1,N
      YH   = OB(1) + OB(2)*X(I)
      E(I) = Y(I) - YH
    5 CONTINUE
      DO 7 I = 2,N
      SE2   =  SE2 + E(I-1)**2
      SE1E  =  SE1E + (E(I)*E(I-1))
    7 CONTINUE
C     RHOH  =  S(ETE-1) / S(EI**2)
      RHOH  =  SE1E/SE2
      F     =  RHOH
      B     =  OB(2)
      G     =  OB(1)*(1-RHOH)
      NIT   =  1
      JJ    =  0
      JF    =  0
      JG    =  0
      JB    =  0
   10 CALL CREG(F,G,B)
      CALL INV
```

```
      FN    =  F - (GG(1,1)*G1(1) + GG(1,2)*G1(2) + GG(1,3)*G1(3))
      GN    =  G - (GG(2,1)*G1(1) + GG(2,2)*G1(2) + GG(2,3)*G1(3))
      BN    =  B - (GG(3,1)*G1(1) + GG(3,2)*G1(2) + GG(3,3)*G1(3))
      NIT   =  NIT + 1
      FA    =  ABS(F-FN)
      GA    =  ABS(G-GN)
      BA    =  ABS(B-BN)
      IF ((JF.EQ.1).OR.(JG.EQ.1).OR.(JB.EQ.1)) GOTO 200
      IF ((FA.LT.0.00001).OR.(GA.LT.0.00001).OR.(BA.LT..00001)) GOTO 100
      IF (NIT.GT.40) GOTO 300
      F     =  FN
      G     =  GN
      B     =  BN
      GOTO 10
  100 JF    =  0
      JG    =  0
      JB    =  0
      AFA   =  0
      AGA   =  0
      ABA   =  0
      IF (FA.LT.0.00001) THEN
        JF  =  1
        AFA =  FA
      ENDIF
      IF (GA.LT.0.00001) THEN
        JG  =  1
        AGA =  GA
      ENDIF
      IF (BA.LT.0.00001) THEN
        JB  =  1
        ABA =  BA
      ENDIF
      F     =  FN
      G     =  GN
      B     =  BN
      JJ    =  JJ + 1
      GOTO 10
  200 IF ((JF.EQ.1).AND.(AFA.GT.FA)) GOTO 100
      IF ((JG.EQ.1).AND.(AGA.GT.GA)) GOTO 100
      IF ((JB.EQ.1).AND.(ABA.GT.BA)) GOTO 100
      FN    =  F
      GN    =  G
```

```
      BN    =  B
  300 IF (F.EQ.1.) THEN
         AL =  G/0.0001
         GOTO 325
      END IF
      AL    =  G/(1-F)
  325 NB(1) =  AL
      NB(2) =  BN
      RETURN
      END
C
C     INVERSE MATRIX DIMENSION (3X3)
C
      SUBROUTINE INV
      DIMENSION A(3,3),C(3,3)
      COMMON /AGG/G(3),GG(3,3)
      DO 10 I = 1,3
      DO 10 J = 1,3
      A(I,J)  = GG(I,J)
   10 CONTINUE
      D1=A(1,1)*A(2,2)*A(3,3)+A(1,2)*A(2,3)*A(3,1)+A(1,3)*A(2,1)*A(3,2)
      D2=-A(3,1)*A(2,2)*A(1,3)-A(3,2)*A(2,3)*A(1,1)-A(3,3)*A(2,1)*A(1,2)
      DET=D1+D2
      C(1,1) =   A(2,2)*A(3,3) - A(3,2)*A(2,3)
      C(1,2) = -(A(2,1)*A(3,3) - A(3,1)*A(2,3))
      C(1,3) =   A(2,1)*A(3,2) - A(3,1)*A(2,2)
      C(2,1) = -(A(1,2)*A(3,3) - A(3,2)*A(1,3))
      C(2,2) =   A(1,1)*A(3,3) - A(3,1)*A(1,3)
      C(2,3) = -(A(1,1)*A(3,2) - A(3,1)*A(1,2))
      C(3,1) =   A(1,2)*A(2,3) - A(2,2)*A(1,3)
      C(3,2) = -(A(1,1)*A(2,3) - A(2,1)*A(1,3))
      C(3,3) =   A(1,1)*A(2,2) - A(2,1)*A(1,2)
      DO 20 I =1,3
      DO 20 J=1,3
      IF (DET.EQ.0.) DET = 0.00001
      GG(I,J) = C(J,I)/DET
   20 CONTINUE
      RETURN
      END
C
C     SUMATION XT,YT
C
```

```
      SUBROUTINE SUM
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
     *       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
      SX    = 0.
      SX1   = 0.
      SX2   = 0.
      SX12  = 0.
      SX1X  = 0.
      SY    = 0.
      SY1   = 0.
      SY2   = 0.
      SY12  = 0.
      SY1Y  = 0.
      SX1Y1 = 0.
      SX1Y  = 0.
      SXY1  = 0.
      SXY   = 0.
      DO 10 I=2,N
      SX1    = SX1   + X(I-1)
      SY1    = SY1   + Y(I-1)
      SX12   = SX12  + (X(I-1)**2)
      SY12   = SY12  + (Y(I-1)**2)
      SXY    = SXY   + (X(I)*Y(I))
      SX1X   = SX1X  + (X(I-1)*X(I))
      SY1Y   = SY1Y  + (Y(I-1)*Y(I))
      SX1Y   = SX1Y  + (X(I-1)*Y(I))
      SXY1   = SXY1  + (X(I)*Y(I-1))
      SX1Y1  = SX1Y1 + (X(I-1)*Y(I-1))
   10 CONTINUE
      SX     = SX1   + X(N)     - X(1)
      SY     = SY1   + Y(N)     - Y(1)
      SX2    = SX12  + X(N)**2  - X(1)**2
      SY2    = SY12  + Y(N)**2  - Y(1)**2
      RETURN
      END
C
C     CREATE MATRIX G,GG
C
      SUBROUTINE CREG(F,G,B)
      COMMON /A1/N,Y(62),X(62)
     *       /AS1/SX,SX1,SX2,SX12,SX1X,SX1Y1,SXY
```

```
*       /AS2/SY,SY1,SY2,SY12,SY1Y,SX1Y,SXY1
*       /AGG/G1(3),GG(3,3)
 G1(1)  = SY1Y - B*(SX1Y+SXY1) + 2*F*B*SX1Y1 - F*SY12
*         - G*SY1 + G*B*SX1 + B*B*SX1X - F*B*B*SX12
 G1(2)  = SY - F*SY1 - G*(N-1) - B*SX + F*B*SX1
 G1(3)  = SXY - F*(SX1Y+SXY1) + F*F*SX1Y1 - G*SX + F*G*SX1
*         - B*SX2 + 2*F*B*SX1X - F*F*B*SX12
C
 GG(1,1) = 2*B*SX1Y1 - SY12 - B*B*SX12
 GG(1,2) = -SY1 + B*SX1
 GG(1,3) = -SX1Y - SXY1 + 2*F*SX1Y1 + G*SX1 + 2*B*SX1X
*          - 2*F*B*SX12
 GG(2,1) = -SY1 + B*SX1
 GG(2,2) = -N+1
 GG(2,3) = -SX + F*SX1
 GG(3,1) = -SX1Y - SXY1 + 2*F*SX1Y1 + G*SX1 + 2*B*SX1X
*          - 2*F*B*SX12
 GG(3,2) = -SX + F*SX1
 GG(3,3) = -SX2 + 2*F*SX1X - F*F*SX12
 RETURN
 END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเกษศิริ โมรา เกิดวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2504 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(คณิตศาสตร์) สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เมื่อปีการศึกษา 2525 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533 ปัจจุบันเป็นพนักงานตำแหน่งผู้ช่วยบริหารอันดับ 1 สังกัด หน่วยวางแผนและวิเคราะห์ผลงาน กองบริการสอบถามและโทรศัพท์ทางไกล องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย