รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ์. 2535. **การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดและวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย.** วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฝน เทพวัฒนะ. 2523. **การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อความคลาดเคลื่อนเกิดอัตสหสัมพันธ์.** วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนตรี พิริยะกุล. 2529. **เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย เล่ม 2 .** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุพร ฉัตรแก้วรัตนกุล. 2539. **การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบอนุกรมเวลา เมื่อมีค่าผิดปกติ.** วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Davies, M. 1976. **Linear Apporximation Using the Criterion of Least Total Deviation.** Journal the Royal Statistical Society Ser B. 29 : 101-104.

David R. Anderson, Dennis J. Sweeney and Thomas A. Williams. 1993. **Statistics for Business and Economics.** 5 th ed. New York : West Publishing Company.

Dielman, T. and E.L. Rose. 1994. **Forecasting in Least Absolute Value Regression with Autocorrelated errors : a small-sample study.** Internation Journal Of Forecating 10: 539-547.

Kiountouzis, E.A. 1973. **Linear Programming Techniques in Regression Analysis.** Appl. Statist : 69-73.

Terry, E. Dielman. 1986. **A comparison of forecast form least absolute value and least squares regression.** Journal of Forecasting 5: 189-195.

Weiss, A. 1990. **Least absolute error estimation in the presence of serial correlation.** Journal of Econometrics 44: 127-158.

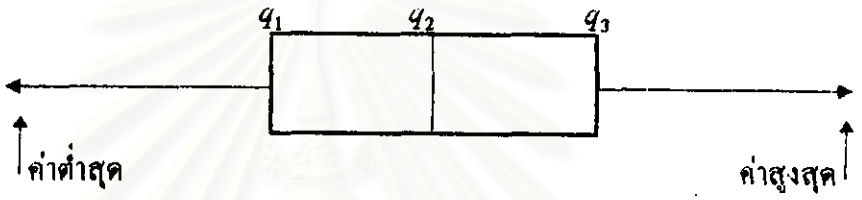
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Box Plot หรือ Box-and-Whisker Plot

ประกอบด้วยค่าควอร์ไทล์ q_1, q_2 และ q_3 เรียงอยู่บนกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก และมีค่าต่ำสุดอยู่ และค่าสูงสุด พุ่งออกจากปลายของกล่อง



ซึ่งจะใช้ในการตรวจสอบความเบ้ หรือ ค่าผิดปกติของข้อมูล

Tukey นิยามค่าผิดปกติดังนี้

ค่าผิดปกติไม่รุนแรง จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่าง inner fence และ outer fence

ค่าผิดปกติรุนแรง จะเป็นค่าที่อยู่นอกช่วง outer fence

inner fence เป็นค่าวัดห่างออกไปจากขอบกล่องทั้งซ้ายและขวา เป็นระยะห่างด้านละ 1.5*IQR

outer fence เป็นค่าวัดห่างออกไปจากขอบกล่องทั้งซ้ายและขวา เป็นระยะห่างด้านละ 3*IQR

ดังนั้น

ค่าผิดปกติไม่รุนแรง คือ ค่าตกอยู่ (q_1-3*IQR , q_1-1.5*IQR) หรือ (q_3+1.5*IQR , q_3+3*IQR)

ค่าผิดปกติรุนแรง คือ ค่าตกอยู่ ($-\infty$, q_1-3*IQR) หรือ (q_3+3*IQR ,∞)

โดย

IQR (Interquartile Range) คือ พิสัยระหว่างควอร์ไทล

หรือ $IQR = q_3 - q_1$

ภาคผนวก ข.

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

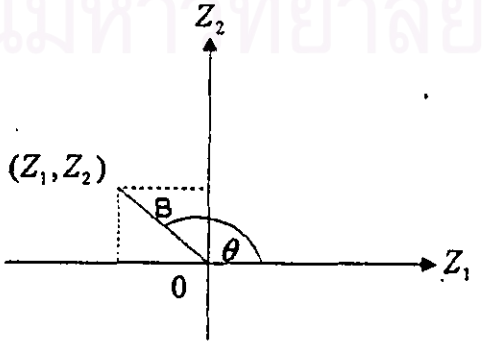
การสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ นั้นจะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Segmodt (1975) ขั้นตอนในการสร้างจะแสดงรายละเอียดด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

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

ค่า IX จะเป็นค่า SEED หรือเป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ RAND เป็นค่าของเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติใช้วิธีของ Box และ Muller (1958) โดยผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (N(0,1)) พร้อมกัน 2 ค่า และแต่ละค่าจะเป็นอิสระกัน โดยใช้ตัวผลิต (Generator) Z_1 และ Z_2 พิจารณาดังรูปต่อไปนี้



พิจารณาจากรูปจะได้

$$Z_1 = B\cos(\theta)$$
$$Z_2 = B\sin(\theta)$$

เนื่องจาก $B = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ด้วยระดับความเป็นอิสระ 2 และเทียบเท่ากับการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 โดยวิธีแปลงผกผัน (Inverse Transformation) สามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียลได้ดังนี้

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

เมื่อ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

จากการสมมาตรของการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จะได้ว่ามุม θ มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ ระหว่าง 0 ถึง 2π เรเดียน และมีรัศมี B กับมุม θ เป็นอิสระต่อกันจากสมการ (1) (2) และ(3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจากตัวเลขสุ่ม 2 ชุด R_1 และR_2 กล่าวคือ

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

ซึ่ง R_1 และR_2 เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจากฟังก์ชัน FUNCTION RAND(IX) เมื่อได้ตัวเลขสุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน แล้วจะทำการแปลงตัวเลขสุ่มดังกล่าวโดยอาศัยฟังก์ชัน

$$EX_1 = \mu + \sigma Z_1$$
$$EX_2 = \mu + \sigma Z_2$$

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

```
SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,VAR,EX)
COMMON/SEED/IX,KK
```

```
      S = SQRT(VAR)
      P = 3.1415926
      IF (KK .EQ .1) GOTO 10
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND(IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*P*RTWO)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*P*RTWO)
      EX = ZONE*S+RMEAN
      KK = 1
      GOTO 11
10    EX = ZTWO*S+RMEAN
      KK = 0
11    RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบลาปลาซ

การแจกแจงแบบลาปลาซมีฟังก์ชันความหนาแน่นในรูป

$$f(x) = \frac{1}{2\beta} e^{-\left|\frac{x-\alpha}{\beta}\right|} \qquad -\infty < x < \infty, -\infty < \alpha, \infty, \beta > 0$$

ถ้า $\alpha = 0$

$$f(x) = \frac{1}{2\beta} e^{-\left|\frac{x\alpha}{\beta}\right|} \qquad -\infty < x < \infty, \beta > 0$$

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบลาปลาซ เมื่อ $\alpha = 0$ ใช้วิธี Inverse Transformation ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$F(x) = \int_{-\infty}^{0} f(x)\, d(x) + \int_{0}^{\infty} f(x)\, d(x)$$

ซึ่ง $$f(x) = \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}} \qquad x \geq 0$$

พิจารณา เมื่อ $x < 0$

$$f(x) = \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}}$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}} \, dx$$

$$F(x) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{\beta} e^{\frac{x}{\beta}} \, d(\frac{x}{\beta})$$

$$= \frac{1}{2} e^{\frac{x}{\beta}}$$

$$2F(x) = \frac{1}{2} e^{\frac{x}{\beta}}$$

$$x = \beta[\ln 2 + \ln(F(x))]$$

พิจารณา เมื่อ $x \geq 0$

$$f(x) = \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}} + \frac{1}{2\beta} e^{\frac{-x}{\beta}}$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}} \, dx + \int_{0}^{x} \frac{1}{2\beta} e^{\frac{-x}{\beta}} \, dx$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{2\beta} e^{\frac{x}{\beta}} \, d(\frac{x}{\beta}) + \int_{0}^{x} \frac{1}{2\beta} e^{\frac{-x}{\beta}} \, d(\frac{x}{\beta})$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ e^{\frac{x}{\beta}} \Big|_{-\infty}^{0} - e^{\frac{-x}{\beta}} \Big|_{0}^{x} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ e^{0} - e^{-\infty} - e^{\frac{-x}{\beta}} + e^{0} \right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left(2 - e^{\frac{-x}{\beta}}\right)$$

$$e^{\frac{-x}{\beta}} = 2[1 - F(x)]$$

$$\frac{-x}{\beta} = \ln 2 + \ln(1 - F(x))$$

$$x = \beta\,[\ln 2 + \ln(1 - F(x))]$$

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบลาปลาซ คือ

```
      SUBROUTINE LAR(EX)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *     /PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
      SD = VARC/2.
      BETA = SQRT(SD)
      YFL = RAND(IX)
      IF (YFL - 0.5) 10,10,11
10    EX = BETA*(ALOG(2.)+ALOG(YFL))
      GOTO 15
11    YFL1 = ALOG(2.)+ALOG(1-YFL)
      EX = -1.0*BETA*YFL1
15    RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปน (Contaminated Normal Distribution)

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด จะใช้วิธีของ Ramsay (1977) ได้เสนอไว้ โดยพิจารณาการแจกแจงซึ่งแปลงมาจากการแจกแจงแบบปกติ

การวิจัยครั้งนี้ความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปลอมปนใน 2 รูปแบบดังนี้

1. ฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ

$$f(x) = (1-p)N(\mu,\sigma^2) + pN(0,c^2\sigma^2)$$

หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X มาจากการแจกแจง $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $1-p$ และมาจากการแจกแจง $N(0,c^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p โดยที่

μ และ σ^2 เป็นค่าที่กำหนดของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

p และ c^2 เป็นค่าที่กำหนดของสัดส่วนการปลอมปนและสเกลแฟคเตอร์

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน คือ

```
      SUBROUTINE ERR(NN,NO,ER1)
      DIMENSION ER1(200),EE(200),EA(200)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *          /PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
     *          /RO/RHOX,RHOE
     *          /PRO/PROB
      VAR1=VARN/(1-RHOE**2)
      CALL NORMAL(RMEANN,VAR1,E1)
      EE(1) = E1
      NALL1 = NO+1
      DO 20 I = 2,NALL1
      YFL = RAND(IX)
      IF (YFL - PROB) 30,30,40
30    CALL  NORMAL(RMEANC,VARC,E1)
      EA(I) = E1
      EE(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
      GOTO 20
40    CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EA(I) = E1
      E(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
```

```
20      CONTINUE
        NALL2 = NALL1+1
        NALL3 = NN+1
        DO 50 I5 = NALL2,NALL3
        CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
        EA(I5) = E1
        EE(I5) = RHOE*EE(I5-1)+EA(I5)
50      CONTINUE
        DO 60 I = 1,NN
        ER1(I) = EE(I+1)
60      CONTINUE
        RETURN
        END
```

2. ฟังก์ชันการแจกแจงอยู่ในรูปของ

$$f(x) = (1-p)N(0,\sigma^2) + pL(0,\beta)$$

หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X มาจากการแจกแจง $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $1-p$ และมาจากการแจกแจง $L(0,\beta)$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ $2\beta^2$ ด้วยความน่าจะเป็น p โดยที่ β และ p เป็นค่าที่กำหนดของพารามิเตอร์ของการแจกแจงลาปลาซ และสัดส่วนการปลอมปน ตามลำดับ

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงดังกล่าว คือ

```
      SUBROUTINE ERR(NN,NO,ER1)
      DIMENSION ER1(200),EE(200),EA(200)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *    /PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
     *    /RO/RHOX,RHOE
     *    /PRO/PROB
      VAR1 = VARN /(1-RHOE**2)
```

```
      CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EE(1) = E1
      NALL1 = NO+1
      DO 20 I = 2,NALL1
      YFL = RAND(IX)
      IF (YFL - PROB) 30,30,40
30    CALL  LAR(E1)
      EA(I) = E1
      EE(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
      GOTO 20
40    CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EA(I) = E1
      EE(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
20    CONTINUE
      NALL2 = NALL1+1
      NALL3 = NN+1
      DO 50 I5 = NALL2,NALL3
      CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EA(I5) = E1
      EE(I5) = RHOE*EE(I5-1)+EA(I5)
50    CONTINUE
      DO 900 I = 1,NN
      ER1(I) = EE(I+1)
900   CONTINUE
      RETURN
      END
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

```
************************************************************************
*                          MAIN PROGRAM                                *
************************************************************************
      DIMENSION ER(200),X(90,2),Y(90),B(2),BO(2),BL(2),BW(2),BP(2),
     *  RMSE1(12),RMSE2(12),RMSE3(12),RMSE4(12),RMSE5(12),
     *  TMSE1(12),TMSE2(12),TMSE3(12),TMSE4(12),TMSE5(12)
      REAL MSE1(12),MSE2(12),MSE3(12),MSE4(12),MRS5(12),MRS5(12),
     *  MRS1(12),MRS2(12),MRS3(12),MRS4(12),MSE5(12)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *          /PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
     *          /RO/RHOX,RHOE
     *          /CMSE/CMSE1(12),CMSE2(12),CMSE3(12),CMSE4(12),CMSE5(12)
     *          /PRO/PROB
      DO 8090 JJ = 1,9,2
      IX = 975321
      KK = 0
      B(1) = 10.0
      B(2) = 1.0
      C = 5.0
      NO = 20
      NN = NO+12
      IRO = 700
      RHOX = 0.0
      RMEANX = 10.0
      VARX = 5.0
      RMEANN = 0.0
      VARN = 5.0
      RMEANC = 0.0
      VARC = (C**2)*VARN
      TCMSE1 = 0.0
      TCMSE2 = 0.0
      TCMSE3 = 0.0
      TCMSE4 = 0.0
```

```
      TCMSE5 = 0.0
      TRMSE1 = 0.0
      TRMSE2 = 0.0
      TRMSE3 = 0.0
      TRMSE4 = 0.0
      TRMSE5 = 0.0
      DO 5522 I3 = 1,12
      CMSE1(I3) = 0.0
      CMSE2(I3) = 0.0
      CMSE3(I3) = 0.0
      CMSE4(I3) = 0.0
      CMSE5(I3) = 0.0
5522  CONTINUE
      DO 3355 I4 = 3,12,3
      MRS1(I4) = 0.0
      MRS2(I4) = 0.0
      MRS3(I4) = 0.0
      MRS4(I4) = 0.0
      MRS5(I4) = 0.0
      TMSE1(I4) = 0.0
      TMSE2(I4) = 0.0
      TMSE3(I4) = 0.0
      TMSE4(I4) = 0.0
      TMSE5(I4) = 0.0
3355  CONTINUE
      CALL GENX(NN,NO,X)
      DO 21 II = 1,IRO
      CALL ERR(NN,NO,ER)
      DO 22 I = 1,NN
      Y(I) = B(1)+X(I,2)*B(2)+ER(I)
22    CONTINUE
      CALL OLS(X,Y,BO,NO)
      CALL AUTO1(X,Y,BO,RHOH1,NO)
      CALL PW(X,Y,BW,RHOH1,NO)
      CALL LP(X,Y,BL,NO,1)
```

```
      CALL AUTO2(X,Y,BL,RHOH2,NO)
      CALL FOR(X,Y,BO,BL,BW,BP,RHOH1,RHOH2,NO)
21    CONTINUE
      DO 202 NI = 1,12
                              TCMSE1 = TCMSE1+CMSE1(NI)
                              TCMSE2 = TCMSE2+CMSE2(NI)
                              TCMSE3 = TCMSE3+CMSE3(NI)
                              TCMSE4 = TCMSE4+CMSE4(NI)
                              TCMSE5 = TCMSE5+CMSE5(N)
                              MSE1(NI) = CMSE1(NI)/IRO1
                              MSE2(NI) = CMSE2(NI)/IRO1
                              MSE3(NI) = CMSE3(NI)/IRO1
                              MSE4(NI) = CMSE4(NI)/IRO1
                              MSE5(NI) = CMSE5(NI)/IRO1
                              RMSE1(NI) = SQRT(MSE1(NI))
                              RMSE2(NI) = SQRT(MSE2(NI))
                              RMSE3(NI) = SQRT(MSE3(NI))
                              RMSE4(NI) = SQRT(MSE4(NI))
                              RMSE5(NI) = SQRT(MSE5(NI))
                              TRMSE1 = TRMSE1+RMSE1(NI)
                              TRMSE2 = TRMSE2+RMSE2(NI)
                              TRMSE3 = TRMSE3+RMSE3(NI)
                              TRMSE4 = TRMSE4+RMSE4(NI)
                              TRMSE5 = TRMSE5+RMSE5(NI)
                              MRS1(NI) = TRMSE1/FLOAT(NI)
                              MRS2(NI) = TRMSE2/FLOAT(NI)
                              MRS3(NI) = TRMSE3/FLOAT(NI)
                              MRS4(NI) = TRMSE4/FLOAT(NI)
                              MRS5(NI) = TRMSE5/FLOAT(NI)
                             TMSE1(NI) = TCMSE1/FLOAT(NI*IRO1)
                             TMSE2(NI) = TCMSE2/FLOAT(NI*IRO1)
                             TMSE3(NI) = TCMSE3/FLOAT(NI*IRO1)
                             TMSE4(NI) = TCMSE4/FLOAT(NI*IRO1)
                             TMSE5(NI) = TCMSE5/FLOAT(NI*IRO1)
      WRITE(8,234)
```

```
234   FORMAT(75('='))
      WRITE(8,233)
233   FORMAT(5X,'PERIOD',5X,'OLS',5X,'LAV',5X,' PW  ',5X, 'CF',5X,'LAVPW')
      WRITE(8,234)
234   FORMAT(75('='))
      WRITE(8,430)TCMSE1,TCMSE2,TCMSE3,TCMSE4,TCMSE5
      WRITE(8,234)
430   FORMAT(1X,'TOT SSE',5(2X,F12.5))
      WRITE(8,644)TMSE1(12),TMSE2(12),TMSE3(12),TMSE4(12),TMSE5(12)
644   FORMAT(1X,'MSE AVG',5(2X,F10.4))
      WRITE(8,234)
      WRITE(8,844) MRS1(12),MRS2(12),MRS3(12),MRS4(12),MRS5(12)
844   FORMAT(1X,'RMSE AVG',5(2X,F10.4))
      WRITE(8,234)
      DO 978 I = 3,12,3
      WRITE(8,753)I,TMSE1(I),TMSE2(I),TMSE3(I),TMSE4(I),TMSE5(I)
753   FORMAT(5X,'MSE(',I2,')',5(2X,F10.4))
978   CONTINUE
      WRITE(8,234)
      DO 159 I = 3,12,3
      WRITE(8,485)I,MRS1(I),MRS2(I),MRS3(I),MRS4(I),MRS5(I)
485   FORMAT(5X,'RMSE(',I2,')',5(3X,F8.4))
159   CONTINUE
8090  CONTINUE
      STOP
      END
*****************************************************************************
*                          FUNCTION IX                                      *
*****************************************************************************
      FUNCTION RAND(IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX .LT. 0) IX = IX+2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*.465661E-9
      RETURN
```

```
      END
      ************************************************************************
      *                        NORMAL DISTUBUTION                            *
      ************************************************************************
      SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,VAR,EX)
      COMMON/SEED/IX,KK
      S = SQRT(VAR)
      P = 3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND(IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*P*RTWO)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*P*RTWO)
      EX = ZONE*S+RMEAN
      KK = 1
      GOTO 11
10    EX = ZTWO*S+RMEAN
      KK = 0
11    RETURN
      END
      ************************************************************************
      *                              AR(1)                                   *
      ************************************************************************
      SUBROUTINE AR1(NN,RMEAN,VAR,RHO,EE)
      DIMENSION EE(200),EA(200)
      COMMON/SEED/IX,KK
      NALL = NN+1
      VAR1 = VAR/(1-RHO**2)
      CALL NORMAL(RMEAN,VAR1,E)
      EE(1) = E
      DO 17 K = 2,NALL
      CALL NORMAL(RMEAN,VAR,E1)
      EA(K) = E1
      EE(K) = RHO*EE(K-1)+EA(K)
17    CONTINUE
```

```
      RETURN
      END
      ************************************************************************
      *                    GENERATE  INDEPENDENT VARIABLE                    *
      ************************************************************************
      SUBROUTINE GENX(NN,NO,XA)
      DIMENSION XA(90,2),EEE(200)
      COMMON/PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
     *          /RO/RHOX,RHOE
      DO 15 I = 1,NN
      XA(I,1) = 1.0
   15 CONTINUE
      CALL AR1(NN,RMEANX,VARX,RHOX,EEE)
      DO 16 I = 1,NN
      XA(I,2) = EEE(I+1)
   16 CONTINUE
      RETURN
      END
      ************************************************************************
      *                          GENERATE  ERROR                             *
      ************************************************************************
      SUBROUTINE ERR(NN,NO,ER1)
      DIMENSION ER1(200),EE(200),EA(200)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *          /PARA/RMEANX,VARX,RMEANN,VARN,RMEANC,VARC
     *          /RO/RHOX,RHOE
     *          /PRO/PROB
      VAR1=VARN/(1-RHOE**2)
      CALL NORMAL(RMEANN,VAR1,E1)
      EE(1) = E1
      NALL1 = NO+1
      DO 20 I = 2,NALL1
      YFL = RAND(IX)
      IF (YFL - PROB) 30,30,40
   30 CALL  NORMAL(RMEANC,VARC,E1)
```

```
      EA(I) = E1
      EE(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
      GOTO 20
40    CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EA(I) = E1
      E(I) = RHOE*EE(I-1)+EA(I)
20    CONTINUE
      NALL2 = NALL1+1
      NALL3 = NN+1
      DO 50 I5 = NALL2,NALL3
      CALL NORMAL(RMEANN,VARN,E1)
      EA(I5) = E1
      EE(I5) = RHOE*EE(I5-1)+EA(I5)
50    CONTINUE
      DO 60 I = 1,NN
      ER1(I) = EE(I+1)
60    CONTINUE
      RETURN
      END
*****************************************************************************
*                          ORDINARY LEAST SQUART                            *
*****************************************************************************
      SUBROUTINE OLS(X,Y,B,NO)
      DIMENSION X(90,2),Y(90),XT(2,90),XX(2,2),XXI(2,2),XY(2),B(2)
      DO 10 I = 1,NO
      DO 10 J = 1,2
      XT(J,I) = X(I,J)
10    CONTINUE
      DO 11 I = 1,2
      DO 12 J = 1,2
      SUM = 0.0
      DO 13 K = 1,NO
      SUM = SUM+XT(I,K)*X(K,J)
13    CONTINUE
      XX(I,J) = SUM
```

```
12      CONTINUE
11      CONTINUE
        DET = (XX(1,1)*XX(2,2))-(XX(1,2)*XX(2,1))
        XXI(1,1) = XX(2,2)/DET
        XXI(1,2) = -XX(1,2)/DET
        XXI(2,1) = -XX(2,1)/DET
        XXI(2,2) = XX(1,1)/DET
        DO 14 I = 1,2
        SUM = 0.0
        DO 15 J = 1,NO
        SUM = SUM+XT(I,J)*Y(J)
15      CONTINUE
        XY(I) = SUM
14      CONTINUE
        DO 16 I = 1,2
        SUM = 0.0
        DO 17 J = 1,2
        SUM = SUM+XXI(I,J)*XY(J)
17      CONTINUE
        B(I) = SUM
16      CONTINUE
        RETURN
        END
        ************************************************************************
        *                    ESTIMATE  RHO WITH  OLS METHODE                   *
        ************************************************************************
        SUBROUTINE AUTO1(X,Y,BK,RHOH,NO)
        DIMENSION X(90,2),Y(90),YH(90),E(90),BK(2)
        DO 30 I = 1,NO
        YH(I) = BK(1)+BK(2)*X(I,2)
        E(I) = Y(I)-YH(I)
30      CONTINUE
        S1 = 0.0
        S2 = 0.0
        S3 = 0.0
```

```
      DO 40 I = 2,NO
      S1 = S1+E(I)*E(I-1)
      S2 = S2+E(I)**2
40    CONTINUE
      S3 = S2+E(1)**2
      RHOH = S3/S2
      RETURN
      END
*****************************************************************************
*                ORDINARY LEAST SQUART USE PRAIS-WINSTEN                    *
*                      TRANSFORMATION  METHOD                               *
*****************************************************************************
      SUBROUTINE PW(X,Y,B,RHO,NO)
      DIMENSION X(90,2),Y(90),XS(90,2),YS(90),B(2),YH(90)
      DO 10 I = 2,NO
      II = I-1
      XS(I,1) = 1.0-RHO
      XS(I,2) = X(I,2)-(RHO*X(II,2))
      YS(I) = Y(I)-(RHO*Y(II))
10    CONTINUE
      DR = 1.0-(RHO**2)
      XS(1,1) = SQRT(DR)
      XS(1,2) = X(1,2)*SQRT(DR)
      YS(1)  = Y(1)*SQRT(DR)
      CALL OLS(XS,YS,B,NO)
      RETURN
      END
*****************************************************************************
*                LEAST ABSOLUTE VALUE USE PRAIS-WINSTEN                     *
*                      TRANSFORMATION  METHOD                               *
*****************************************************************************
      SUBROUTINE LAVPW(X,Y,B,RHO,NO,METHOD)
      DIMENSION X(90,2),XS(90,2),Y(90),YS(90),B(2)
      DO 13 I=2,NO
      J=I-1
```

```
      XS(I,1) = 1.0-RHO
      XS(I,2) = X(I,2)-(RHO*X(J,2))
      YS(I) =Y(I)-(RHO*Y(J))
13    CONTINUE
      DR = 1.0-(RHO**2)
      XS(1,1) = SQRT(DR)
      XS(1,2) = X(1,2)*SQRT(DR)
      YS(1) =Y(1)*SQRT(DR)
      CALL LP(XS,YS,B,NO,METHOD)
      RETURN
      END
*****************************************************************************
*                    ESTIMATE  RHO WITH  LAV METHODE                        *
*****************************************************************************
      SUBROUTINE AUTO2(X,Y,BK,RHOH,NO)
      DIMENSION X(90,2),Y(90),YH(90),BK(2),ES1(90,2),ES2(90),E(90),RHO(2)
      DO 10 I = 1,NO
      YH(I) = BK(1)+X(I,2)*BK(2)
      E(I) = Y(I)-YH(I)
10    CONTINUE
      NO1 = NO-1
      DO 11 I = 1,NO1
      ES1(I,1) = 0.0
11    CONTINUE
      DO 12 I = 1,NO1
      ES1(I,2) = E(I)
12    CONTINUE
      DO 13 I = 2,NO
      J = I-1
      ES2(J) = E(I)
13    CONTINUE
      CALL LP(ES1,ES2,RHO,NO1,METHOD)
      RHOH = RHO(2)
      RETURN
      END
```

```
      ************************************************************************
      *                          INPUT DATA                                  *
      ************************************************************************
      SUBROUTINE LP(X,Y,BS,NN,METHOD)
      DIMENSION CC(200),CR(200),IIK(200),A(100,200),X(90,2),Y(90),BS(2),IK(200)
      M = NN
      ID = 0
      INW = 1
      N = 3*M+4
      M2 = M+1
      N2 = N+1
      DO 9 J = 1,4
      CC(J) = 0.0
    9 CONTINUE
      NN1 = M+4
      DO 10 J = 5,NN1
      CC(J) = 1.0
   10 CONTINUE
      NN2 = NN1+1
      NN3 = 2*M+4
      DO 11 J = NN2,NN3
      CC(J) = 1.0
   11 CONTINUE
      NN4 = NN3+1
      NN5 = 3*M+4
      DO 12 J = NN4,NN5
      CC(J) = 1000.0
   12 CONTINUE
      DO 13 I = 1,M
      CR(I) =1000.0
   13 CONTINUE
      NN3 = 2*M+4
      NN4 = NN3+1
      NN5 = 3*M+4
      DO 14 J = NN4,NN5
```

```
      IIK(J) = J
14    CONTINUE
      DO 15 I = 1,M
      NN41 = NN4-1
      IK(I) = IIK(NN41+I)
15    CONTINUE
      DO 16 I = 1,M
      IF (Y(I) .LT. 0) GOTO 48
      A(I,1) = X(I,1)
      A(I,2) = -A(I,1)
      A(I,3) = X(I,2)
      A(I,4) = -A(I,3)
      NN1 = M+4
      DO 17 J = 5,NN1
      IJ = J-I
      IF (IJ .EQ. 4) GOTO 49
      A(I,J) = 0.0
      GOTO 17
49    A(I,J) = 1.0
17    CONTINUE
      NN2 = NN1+1
      NN3 = 2*M+4
      DO 18 J = NN2,NN3
      IJ1 = J-I
      IF (IJ1 .EQ. NN1) GOTO 50
      A(I,J) = 0.0
      GOTO 18
50    A(I,J) = -1.0
18    CONTINUE
      NN4 = NN3+1
      NN5 = 3*M+4
      DO 19 J = NN4,NN5
      IJ2 = J-I
      IF (IJ2 .EQ. NN3) GOTO 51
      A(I,J) = 0.0
```

```
      GOTO 19
51    A(I,J) = 1.0
19    CONTINUE
      NN7 = NN5+1
      A(I,NN7) = Y(I)
      GOTO 16
48    A(I,1) = -X(I,1)
      A(I,2) = -A(I,1)
      A(I,3) = -X(I,2)
      A(I,4) = -A(I,3)
      NN1 = M+4
      DO 20 J = 5,NN1
      IJ = J-I
      IF (IJ .EQ. 4) GOTO 52
      A(I,J) = 0.0
      GOTO 20
52    A(I,J) = -1.0
20    CONTINUE
      NN2 = NN1+1
      NN3 = 2*M+4
      DO 21 J = NN2,NN3
      IJ1 = J-I
      IF (IJ1 .EQ. NN1) GOTO 53
      A(I,J) = 0.0
      GOTO 21
53    A(I,J) = 1.0
21    CONTINUE
      NN4 = NN3+1
      NN5 = 3*M+4
      DO 22 J = NN4,NN5
      IJ2 = J-I
      IF (IJ2 .EQ. NN3) GOTO 54
      A(I,J) = 0.0
      GOTO 22
54    A(I,J) =-1.0
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
 22     CONTINUE
        NN7 = NN5+1
        A(I,NN7) = -Y(I)
 16     CONTINUE
        CALL LPM(M,N,M2,N2,CR,A,CC,INW,ID,IK,BS)
        RETURN
        END
        ************************************************************************
        *                    LINEAR PROGRAMMING METHOD                         *
        ************************************************************************
        SUBROUTINE LPM(M,N,M2,N2,CR,A,CC,INW,ID,IK,BETA)
        DIMENSION CC(200),CR(200),IK(200),A(100,200),E(200),
     *  BETA(2),IIK(200)
        DO 20 J = 1,N
        A(M2,J) = 0.0
        DO 20 I = 1,M
        A(M2,J) = A(M2,J)+(CR(I)*A(I,J))
 20     CONTINUE
        IF (ID-1) 11,12,12
 11     DO 21 J = 1,N
        A(M2,J) = CC(J)-A(M2,J)
 21     CONTINUE
        GOTO 50
 12     DO 22 J = 1,N
        A(M2,J) = A(M2,J)-CC(J)
 22     CONTINUE
 50     A(M2,N2) = 0.0
        DO 23 J = 1,M
        A(M2,N2) = A(M2,N2)+(CR(I)*A(I,N2))
 23     CONTINUE
        JJ = 0
 88     JJ = JJ+1
        DO 99 J = 1,N
        IF (A(M2,J) .LT. 0.0) GOTO 51
 99     CONTINUE
```

```
      GOTO 77
51    IF (INW .LE. 1) GOTO 52
      DO 24 I = 1,M
      IF (A(I,N2) .GT. 0.000001) GOTO 53
      XT = 0.0
      GOTO 24
53    XT = A(I,N2)
24    CONTINUE
52    K = J
      JJ = J+1
      AM = A(M2,J)
      DO 25 J1 = JJ,N
      IF (AM .LE. A(M2,J1)) GOTO 25
      AM = A(M2,J1)
      K = J1
25    CONTINUE
      DO 26 I = 1,M
      IF (A(I,K) .GT. 0.0) GOTO 54
26    CONTINUE
      RETURN
54    KR = I
      II = I+1
      EC = A(I,N2)/A(I,K)
      DO 27 I1 = II,M
      IF (A(I1,K) .LE. 0.0) GOTO 27
      E(I1) = A(I1,N2)/A(I1,K)
      IF (E(I1) .LT. 0.0) GOTO 27
      IF (EC .LE. E(I1)) GOTO 27
      EC = E(I1)
      KR = I1
27    CONTINUE
      IK(KR) = K
      CR(KR) = CC(K)
      DO 30 I = 1,M2
      IF (I .EQ. KR) GOTO 30
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DO 31 J = 1,N2
      IF (J .EQ. K) GOTO 31
      A(I,J) = A(I,J)-(A(I,K)*A(KR,J))/A(KR,K)
31    CONTINUE
      A(I,K) = 0
30    CONTINUE
      AA = A(KR,K)
      DO 32 J = 1,N2
      A(KR,J) = A(KR,J)/AA
32    CONTINUE
      A(M2,N2) = 0.0
      DO 33 I = 1,M
      A(M2,N2) = A(M2,N2)+(CR(I)*A(I,N2))
33    CONTINUE
      GOTO 88
77    DO 34 I = 1,M
      IF(A(I,N2).GT. 0.000001) GOTO 57
      XT = 0.0
      GOTO 34
57    XT = A(I,N2)
34    CONTINUE
      J1 = 0
      J2 = 0
      J3 = 0
      J4 = 0
      DO 35 I = 1,M
      IF (IK(I) .EQ. 1) J1 = I
      IF (IK(I) .EQ. 2) J2 = I
      IF(IK(I) .EQ. 3) J3 = I
      IF(IK(I) .EQ. 4) J4 = I
35    CONTINUE
      IF (J1 .EQ. 0) THEN
      B1MA = 0.0
      ELSE
      B1MA = A(J1,N2)
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      ENDIF
      IF (J2 .EQ. 0) THEN
      B1MI = 0.0
      ELSE
      B1MI = A(J2,N2)
      ENDIF
      IF (J3 .EQ. 0) THEN
      B2MA = 0.0
      ELSE
      B2MA = A(J3,N2)
      ENDIF
      IF (J4 .EQ. 0) THEN
      B2MI = 0
      ELSE
      B2MI = A(J4,N2)
      ENDIF
      BETA(1) = B1MA-B1MI
      BETA(2) = B2MA-B2MI
      RETURN
      END
C*****************************************************************************
C*                              FORECAST                                     *
C*****************************************************************************
      SUBROUTINE FOR(X,Y,BO,BL,BW,BP,RHOH1,RHOH2,NO)
      DIMENSION X(90,2),Y(90),BO(2),BL(2),BW(2),BP(2),YOL(12),
     *  YLA(12),YOW(12),YCO(12),YPW(12)
      COMMON/SEED/IX,KK
     *       /CMSE/CMSE1(12),CMSE2(12),CMSE3(12),CMSE4(12),CMSE5(12)
     *       /RO/RHOX,RHOE
      U = 0.0
      W = 0.0
      U = Y(NO)-(BW(1)+BW(2)*X(NO,2))
      W = Y(NO)-(BP(1)+BP(2)*X(NO,2))
      DO 10 I = 1,12
      NI = NO+I
```

```
      YOL(I) = BO(1)+BO(2)*X(NI,2)
      YLA(I) = BL(1)+BL(2)*X(NI,2)
      YOW(I) = BW(1)+BW(2)*X(NI,2)+(RHOH1**I)*U
      YCO(I) = (YLA(I)+YOW(I))/2
      YPW(I) = BP(1)+BP(2)*X(NI,2)+(RHOH2**I)*W
10    CONTINUE
          DO 1200 I = 1,12
              JI = NO+I
                  CMSE1(I) = CMSE1(I)+(Y(JI)-YOL(I))**2
                  CMSE2(I) = CMSE2(I)+(Y(JI)-YLA(I))**2
                  CMSE3(I) = CMSE3(I)+(Y(JI)-YOW(I))**2
                  CMSE4(I) = CMSE4(I)+(Y(JI)-YCO(I))**2
                  CMSE5(I) = CMSE5(I)+(Y(JI)-YPW(I))**2
1200  CONTINUE
      RETURN
      END
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจันทร์เพ็ญ ศรีธวัชพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2512 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2537 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่สำนักงานสถิติแห่งชาติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย