รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกษศิริ โมรา "การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตตสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

จันทร์จีรา โอธนเมธี "เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียลเมื่อมีข้อมูลผิดปกติในอนุกรมเวลา" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

นุจิรัตน์ ธีระกนก "การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสูญหายในข้อมูลอนุกรมเวลา" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ปราณี รัตนัง "การประมาณค่าสปส.การถดถอยเมื่อความผิดพลาดมีการแจกแจงแบบเบ้และมีการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงแบบปกติ" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2531.

ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ "การเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าสัมบูรณ์ต่ำสุดและวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ,เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. กรุงเทพมหานคร:"โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Abraham,B. and Ledolter,J. , Statistical Methods for Forecasting. New York : John Wiley & Son, 1983.

Box,G.E.P.,Jenkins,G.M. , Times Series Analysis:Forecasting and Control. San Francisco : Holden Day, 1976

Burden ,R.L., and Faires,J.D., Numerical Analysis. Boston :Prindle Weder & Schmidt, 1985.

Chang,L.,Tiao,G.C.,Chen,C. "Estimation of Time Series Parameters in the Present of Outliers."

Technometrics, Vol.30, No.2, May 1988 : 284-297.

Chen,C.,and Lui,L. "Joint Estimation of Model Parameters and Outlier Effects in Time Series." Journal of the American Statistical Association,Vol.88,No.421,March 1993: 284-297.

Montgomery,D.C., Johnson,L.A. and Gardiner,J.S., Forecasting & Time Series Analysis. second edition, New York : McGraw-Hill, 1990

pVandaele,W., Applied Time Series and Box-Jenkins Model. New York : Academic Press, 1983.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีการพยากรณ์ย้อนหลัง (Backforecasting)

รูปแบบ MA(1)

$$a_t = \theta a_{t-1} + z_t \qquad (1)$$

เขียนในเทอมย้อนหลัง

$$e_t = \theta e_{t+1} + z_t \qquad (2)$$

$$E(e_t|Z) = 0 \qquad , t \leq 0 \qquad (3)$$

เนื่องจาก MA(1) มีความจำแค่ 1 หน่วยเวลา ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่าง a_{-1} กับ $z_1 , z_2 , \ldots , z_n$ มีค่าเป็น 0 และ

$$E(a_t|Z) = 0 \qquad , t \leq -1 \qquad (4)$$

$$E(z_t|Z) = z_t \qquad , t = 1,2,\ldots n$$

นั่นคือ

$$E(z_1|Z) = z_1$$
$$E(z_2|Z) = z_2$$
$$E(z_3|Z) = z_3$$
$$\vdots$$
$$E(z_n|Z) = z_n$$

ค่า $E(z_0|Z)$ คำนวนได้จากสมการที่ (2) เมื่อ $t = 0$

$$E(e_0|Z) = \theta E(e_1|Z) + E(z_0|Z) \qquad (5)$$

จาก (3) ได้

$$E(z_0|Z) = -\theta E(e_1|Z) \qquad (6)$$

เราทราบค่า $E(e_1|Z)$ จาก

$$E(e_n|Z) = \theta E(e_{n+1}|Z) + z_n = 0 + z_n$$
$$E(e_{n-1}|Z) = \theta E(e_n|Z) + z_{n-1}$$
$$E(e_{n-2}|Z) = \theta E(e_{n-1}|Z) + z_{n-2}$$
$$\vdots$$
$$E(e_1|Z) = \theta E(e_2|Z) + z_1$$

เมื่อทราบค่า $E(e_1|Z)$ แล้ว นำไปแทนค่าใน (6) จะได้ค่า $E(z_0|Z)$ จากนั้นใช้สมการ (1) และ (4) คำนวนค่า $E(a_t|Z)$, $t = 0,1,\ldots,n$ ได้ดังนี้

$$E(a_0|Z) = \theta E(a_{-1}|Z) + E(z_0|Z) = \theta(0) + E(z_0|Z)$$
$$E(a_1|Z) = \theta E(a_0|Z) + z_1$$
$$E(a_2|Z) = \theta E(a_1|Z) + Z_2$$
$$\vdots$$
$$E(a_n|Z) = \theta E(a_{n-1}|Z) + z_n$$

ภาคผนวก ข.

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

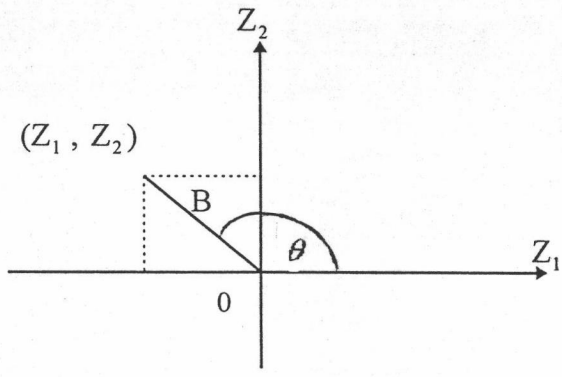
การสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้นจะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Sogmidt (1975) ซึ่งขั้นตอนในการสร้างจะแสดงรายละเอียดด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

```
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 หรือเป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ RAND เป็นค่าของตัวเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

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



พิจารณาจากรูปจะได้

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

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

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

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

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 และ R_2 กล่าวคือ

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

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

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

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

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

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

```
      SUBROUTINE NORMA(RMEAN,VAR,EX1)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      SD = SQRT(VAR)
      PI = 3.1415926
      IF (KKK .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)
      EX1 = ZONE*SD+RMEAN
      KKK = 1
      GOTO 200
  100 EX1 = ZTWO*SD+RMEAN
      KKK = 0
  200 RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปน (Contaminated Normal Distribution)

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด จะใช้วิธีของ Ramsay (1977) ได้เสนอไว้ โดยพิจารณาการแจกแจงซึ่งแปลงมาจากการแจกแจงแบบปกติ

การวิจัยครั้งนี้ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปลอมปนใน 2 รูปแบบดังนี้

1. ฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ

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

หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X มาจากการแจกแจง $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $1-p$ และจากการแจกแจง $N(\mu,C^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p โดยที่

μ และ σ^2 เป็นค่าที่กำหนดของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

p และ C^2 เป็นค่าที่กำหนดของสัดส่วนการปลอมปนและสเกลแฟคเตอร์ สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน คือ

```
      SUBROUTINE GEN(RMEAN,VAR)
      COMMON /PRE/Z(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      KKK = 0
      N1 = 1
      NALL = 73+N1
      CALL AR1(NALL,RMEAN,VAR)
      DO 30 I = 1,73
      YFL = RAND(IX)
      XY(I) = EC(I+1)
      IF (YFL - 0.03) 10,10,11
   10 CALL EAR1(NALL,RMEAN,VAR,EEC)
      Z(I) = EEC
      GOTO 15
   11 Z(I) = XY(I)
      GOTO 15
   15 CONTINUE
30 CONTINUE
      DO 40 I=1,2
      Z(I) = XY(I)
40 CONTINUE
      DO 50 I=61,73
      Z(I) = XY(I)
50 CONTINUE
100 CONTINUE
```

```
      RETURN
      END
```

2. ฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ

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

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

สำหรับโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบนี้ คือ

```
      SUBROUTINE GEN(RMEAN,VAR)
      COMMON /PRE/Z(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      KKK = 0
      N1 = 1
      NALL = 73+N1
      CALL AR1(NALL,RMEAN,VAR)
      DO 30 I = 1,73
      YFL = RAND(IX)
      XY(I) = EC(I+1)
      IF (YFL - 0.03) 10,10,11
   10 CALL LAR1(NALL,RMEAN,VAR,EEC)
      Z(I) = EEC
      GOTO 15
   11 Z(I) = XY(I)
      GOTO 15
```

```
  15 CONTINUE
30 CONTINUE
      DO 40 I=1,2
      Z(I) = XY(I)
40 CONTINUE
      DO 50 I=61,73
      Z(I) = XY(I)
50 CONTINUE
100 CONTINUE
      RETURN
      END
```

ภาคผนวก ค.

```
C*****************************************************************C
C********* PROGRAM  OLS WITHOUT ITERATIVE FOR AR(1) **********C
C*****************************************************************C
      COMMON/PRE/Z(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      DIMENSION ZZ(75),ZHAT(75),W(75),AW(75),TAO(75),ER(75),IT(75)
     *,SZ(75),AVZ(75)
     *,ZHATA(75),ERA(75),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
     *,ZHATB(75),ERB(75),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
      *,IA(20)
      DATA  RMEAN,VAR/0.,100./
      IX = 47321
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NDI = NDD-1
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF3 = NDD+3
      NF4 = NDD+4
      NF5 = NDD+5
      NF6 = NDD+6
      NF7 = NDD+7
      NF8 = NDD+8
      NF9 = NDD+9
      NF10 = NDD+10
```

```
NF11 = NDD+11
NF12 = NDD+12
SUMA(1) = 0
SUMA(2) = 0
SUMA(3) = 0
SUMA(4) = 0
SUMA(5) = 0
SUMA(6) = 0
SUMA(7) = 0
SUMA(8) = 0
SUMA(9) = 0
SUMA(10) = 0
SUMA(11) = 0
SUMA(12) = 0
SUMB(1) = 0
SUMB(2) = 0
SUMB(3) = 0
SUMB(4) = 0
SUMB(5) = 0
SUMB(6) = 0
SUMB(7) = 0
SUMB(8) = 0
SUMB(9) = 0
SUMB(10) = 0
SUMB(11) = 0
SUMB(12) = 0
TPHI = 0
KK = 0
DO 999 K=1,1000
CALL GEN(RMEAN,VAR)
DO 100 I=ND1,NDD
ZZ(I) = Z(I)
W(I) = 0.
IT(I) = 0
```

```
 100 CONTINUE
     SUM1 = 0
     DO 200 I=ND3,NDD
     ZT = Z(I)*Z(I-1)
     SUM1 = SUM1+ZT
 200 CONTINUE
     SUM2 = 0
     DO 300 I=ND4,NDD
     ZZ1 = Z(I-1)**2
     SUM2 = SUM2+ZZ1
 300 CONTINUE
     APHI = SUM1/SUM2
C *****        FORECAST        ***** C
     DO 600 I =NF1,NF12
     ZHATA(I) = APHI*Z(I-1)
     ERA(I) = Z(I)-ZHATA(I)
 600 CONTINUE
     DO 700 I=1,12
     SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
     SUMA(I) = SUMA(I)+SQEA(I)
 700 CONTINUE
     ZHATB(NF1) = APHI*Z(NDD)
     ERB(NF1) = Z(NF1)-ZHATB(NF1)
     DO 800 I=NF2,NF12
     ZHATB(I) = APHI*ZHATB(I-1)
     ERB(I) = Z(I)-ZHATB(I)
 800 CONTINUE
     DO 900 I=1,12
     SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
     SUMB(I) = SUMB(I)+SQEB(I)
 900 CONTINUE
     TPHI = TPHI+APHI
     KK = KK+1
 999 CONTINUE
```

```
      AVPHI = TPHI/KK
      WRITE(6,710)AVPHI
  710 FORMAT(/,10X,'PHI =    ',F10.4)
      SAMSE = 0.
      DO 1000 I=1,12
      AMSE(I) = SUMA(I)/KK
      RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
      WRITE(6,720)I,AMSE(I),RAMSE(I)
  720 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEA =   ',F10.4)
      SAMSE = SAMSE+AMSE(I)
 1000 CONTINUE
      AVAMSE = SAMSE/12
      RA = SQRT(AVAMSE)
      WRITE(6,725)AVAMSE,RA
  725 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEA =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =   ',F10.4)
      SBMSE = 0.
      DO 1100 I=1,12
      BMSE(I) = SUMB(I)/KK
      RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
      WRITE(6,730)I,BMSE(I),RBMSE(I)
  730 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEB =   ',F10.4)
      SBMSE = SBMSE+BMSE(I)
 1100 CONTINUE
      AVBMSE = SBMSE/12
      RB = SQRT(AVBMSE)
      WRITE(6,735)AVBMSE,RB
  735 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEB =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =   ',F10.4)
      STOP
      END
C*************************************************************************C
C**************     PROGRAM OLS WITH ITERATIVE  FOR AR(1)     **************C
C*************************************************************************C
      COMMON/PRE/Z(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
```

```
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      DIMENSION ZZ(75),ZHAT(75),W(75),AW(75),TAO(75),ER(75),IT(75)
     *,SZ(75),AVZ(75)
     *,ZHATA(75),ERA(75),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
     *,ZHATB(75),ERB(75),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
     *,IA(20)
      DATA  RMEAN,VAR/0.,100./
      IX = 47321
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NDI = NDD-1
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF3 = NDD+3
      NF4 = NDD+4
      NF5 = NDD+5
      NF6 = NDD+6
      NF7 = NDD+7
      NF8 = NDD+8
      NF9 = NDD+9
      NF10 = NDD+10
      NF11 = NDD+11
      NF12 = NDD+12
      TPHI = 0
      KK = 0
      DO 999 K=1,1000
      CALL GEN(RMEAN,VAR)
      DO 100 I=ND1,NDD
      ZZ(I) = Z(I)
```

```
      W(I) = 0.
      IT(I) = 0
  100 CONTINUE
      SUM1 = 0
      DO 200 I=ND3,NDD
      ZT = Z(I)*Z(I-1)
      SUM1 = SUM1+ZT
  200 CONTINUE
      SUM2 = 0
      DO 300 I=ND4,NDD
      ZZ1 = Z(I-1)**2
      SUM2 = SUM2+ZZ1
  300 CONTINUE
      APHI = SUM1/SUM2
      IOUT = 0
      DO 400 J=1,20
      SUMER = 0.
      N = 0
      DO 310 I=ND2,NDD
      ER(I) = ZZ(I) - APHI*ZZ(I-1)
      SUMER = SUMER + (ER(I))**2
      N = N+1
  310 CONTINUE
      VARHAT = SUMER/N
      VARW = VARHAT/(1+APHI**2)
      DO 330 I=ND2,NDI
      W(I) = ZZ(I) - (APHI/(1+APHI**2))*(ZZ(I-1)+ZZ(I+1))
      AW(I) = ABS(W(I))
      TAO(I) = AW(I)/SQRT(VARW)
  330 CONTINUE
      IMAX = ND2
      TMAX = TAO(ND2)
      DO 350 I=ND3,NDI
      D = TAO(I) - TMAX
```

```
      IF (D - 0.) 360,360,370
  360 GOTO 350
  370 IMAX = I
      TMAX = TAO(I)
  350 CONTINUE
      IF (TMAX - 3.5) 380,380,390
  380 ZZ(IMAX) = Z(IMAX)
      GOTO 400
  390 ZZ(IMAX) = Z(IMAX) - W(IMAX)
      IOUT = IOUT+1
      IA(IOUT) =  IMAX
  400 CONTINUE
      SUM1 = 0.
      DO 420 I=ND3,NDD
      ZT = ZZ(I)*ZZ(I-1)
      SUM1 = SUM1 + ZT
  420 CONTINUE
      SUM2 = 0.
      DO 430 I=ND4,NDD
      ZZ1 = ZZ(I-1)**2
      SUM2 = SUM2 + ZZ1
  430 CONTINUE
      APHI = SUM1/SUM2
      DO 440 I=1,IOUT
      IT(IA(I)) = 1
      ER(IA(I)) = Z(IA(I)) - APHI*Z(IA(I)-1)
  440 CONTINUE
      DO 460 I=1,IOUT
      W(IA(I)) = Z(IA(I)) - (APHI/(1+APHI**2))*(Z(IA(I)-1)+Z(IA(I)+1))
      AW(IA(I)) = ABS(W(IA(I)))
      TAO(IA(I)) = AW(IA(I))/SQRT(VARW)
  460 CONTINUE
      DO 480 I=ND1,NDI
      ZZ(I) = Z(I) - W(I)*IT(I)
```

```
480 CONTINUE
    SUM1 = 0
    DO 490 I=ND3,NDD
    ZT = ZZ(I)*ZZ(I-1)
    SUM1 = SUM1+ZT
490 CONTINUE
    SUM2 = 0
    DO 500 I=ND4,NDD
    ZZ1 = ZZ(I-1)**2
    SUM2 = SUM2+ZZ1
500 CONTINUE
    APHI = SUM1/SUM2
C *****     FORECAST     ***** C
    DO 600 I =NF1,NF12
    ZHATA(I) = APHI*Z(I-1)
    ERA(I) = Z(I)-ZHATA(I)
600 CONTINUE
    DO 700 I=1,12
    SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
    SUMA(I) = SUMA(I)+SQEA(I)
700 CONTINUE
    ZHATB(NF1) = APHI*Z(NDD)
    ERB(NF1) = Z(NF1)-ZHATB(NF1)
    DO 800 I=NF2,NF12
    ZHATB(I) = APHI*ZHATB(I-1)
    ERB(I) = Z(I)-ZHATB(I)
800 CONTINUE
    DO 900 I=1,12
    SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
    SUMB(I) = SUMB(I)+SQEB(I)
900 CONTINUE
    TPHI = TPHI+APHI
    KK = KK+1
999 CONTINUE
```

```
      AVPHI = TPHI/KK
      WRITE(6,710)AVPHI
  710 FORMAT(/,10X,'PHI =    ',F10.4)
      SAMSE = 0.
      DO 1000 I=1,12
      AMSE(I) = SUMA(I)/KK
      RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
      WRITE(6,720)I,AMSE(I),RAMSE(I)
  720 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEA =   ',F10.4)
      SAMSE = SAMSE+AMSE(I)
 1000 CONTINUE
      AVAMSE = SAMSE/12
      RA = SQRT(AVAMSE)
      WRITE(6,725)AVAMSE,RA
  725 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEA =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =   ',F10.4)
      WRITE(6,715)
      SBMSE = 0.
      DO 1100 I=1,12
      BMSE(I) = SUMB(I)/KK
      RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
      WRITE(6,730)I,BMSE(I),RBMSE(I)
  730 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEB =   ',F10.4)
      SBMSE = SBMSE+BMSE(I)
 1100 CONTINUE
      AVBMSE = SBMSE/12
      RB = SQRT(AVBMSE)
      WRITE(6,735)AVBMSE,RB
  735 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEB =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =   ',F10.4)
      STOP
      END
C*************************************************************************C
C**************   PROGRAM MLE WITH ITERATIVE  FOR AR(1     ************** C
C*************************************************************************C
      COMMON/PRE/Z(75)
```

```
      COMMON/PARA/ZZ(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      DIMENSION ZZ(75),ZHAT(75),W(75),AW(75),TAO(75),ER(75),IT(75)
     *,SZ(75),AVZ(75)
     *,ZHATA(75),ERA(75),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
     *,ZHATB(75),ERB(75),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
      *,IA(20)
      DATA  RMEAN,VAR,N0/0.,100.,2000/
      IX = 47321
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NDI = NDD-1
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF3 = NDD+3
      NF4 = NDD+4
      NF5 = NDD+5
      NF6 = NDD+6
      NF7 = NDD+7
      NF8 = NDD+8
      NF9 = NDD+9
      NF10 = NDD+10
      NF11 = NDD+11
      NF12 = NDD+12
      TPHI = 0
      KK = 0
      DO 999 K=1,1000
      CALL GEN(RMEAN,VAR)
```

```
      DO 10 I=1,NDD
      ZZ(I) = Z(I)
      W(I) = 0.
      IT(I) = 0
   10 CONTINUE
      CALL MLE(N0,APHI)
      IOUT = 0
      DO 400 J=1,20
      SUMER = 0.
      N = 0
      DO 310 I=ND2,NDD
      ER(I) = ZZ(I) - APHI*ZZ(I-1)
      SUMER = SUMER + (ER(I))**2
      N = N+1
  310 CONTINUE
      VARHAT = SUMER/N
      VARW = VARHAT/(1+APHI**2)
      DO 330 I=ND2,NDI
      W(I) = ZZ(I) - (APHI/(1+APHI**2))*(ZZ(I-1)+ZZ(I+1))
      AW(I) = ABS(W(I))
      TAO(I) = AW(I)/SQRT(VARW)
  330 CONTINUE
      IMAX = ND2
      TMAX = TAO(ND2)
      DO 350 I=ND3,NDI
      D = TAO(I) - TMAX
      IF (D - 0.) 360,360,370
  360 GOTO 350
  370 IMAX = I
      TMAX = TAO(I)
  350 CONTINUE
      IF (TMAX - 3.5) 380,380,390
  380 ZZ(IMAX) = Z(IMAX)
      GOTO 400
```

```
 390 ZZ(IMAX) = Z(IMAX) - W(IMAX)
     IOUT = IOUT+1
     IA(IOUT) =  IMAX
 400 CONTINUE
     CALL MLE(N0,APHI)
     DO 440 I=1,IOUT
     IT(IA(I)) = 1
     ER(IA(I)) = Z(IA(I)) - APHI*Z(IA(I)-1)
 440 CONTINUE
     DO 460 I=1,IOUT
     W(IA(I)) = Z(IA(I)) - (APHI/(1+APHI**2))*(Z(IA(I)-1)+Z(IA(I)+1))
     AW(IA(I)) = ABS(W(IA(I)))
     TAO(IA(I)) = AW(IA(I))/SQRT(VARW)
460 CONTINUE
     DO 480 I=ND1,NDI
     ZZ(I) = Z(I) - W(I)*IT(I)
 480 CONTINUE
     CALL MLE(N0,APHI)
C *****     FORECASTING     ***** C
     DO 600 I =NF1,NF12
     ZHATA(I) = APHI*Z(I-1)
     ERA(I) = Z(I)-ZHATA(I)
 600 CONTINUE
     DO 700 I=1,12
     SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
     SUMA(I) = SUMA(I)+SQEA(I)
 700 CONTINUE
     ZHATB(NF1) = APHI*Z(NDD)
     ERB(NF1) = Z(NF1)-ZHATB(NF1)
     DO 800 I=NF2,NF12
     ZHATB(I) = APHI*ZHATB(I-1)
     ERB(I) = Z(I)-ZHATB(I)
 800 CONTINUE
     DO 900 I=1,12
```

```
      SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
      SUMB(I) = SUMB(I)+SQEB(I)
  900 CONTINUE
      TPHI = TPHI+APHI
      KK = KK+1
  999 CONTINUE
      AVPHI = TPHI/KK
      WRITE(6,710)AVPHI
  710 FORMAT(/,10X,'PHI =    ',F10.4)
      SAMSE = 0.
      DO 1000 I=1,12
      AMSE(I) = SUMA(I)/KK
      RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
      WRITE(6,720)I,AMSE(I),RAMSE(I)
  720 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEA =   ',F10.4)
      SAMSE = SAMSE+AMSE(I)
 1000 CONTINUE
      AVAMSE = SAMSE/12
      RA = SQRT(AVAMSE)
      WRITE(6,725)AVAMSE,RA
  725 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEA =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =   ',F10.4)
      SBMSE = 0.
      DO 1100 I=1,12
      BMSE(I) = SUMB(I)/KK
      RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
      WRITE(6,730)I,BMSE(I),RBMSE(I
  730 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEB =   ',F10.4)
      SBMSE = SBMSE+BMSE(I)
 1100 CONTINUE
      AVBMSE = SBMSE/12
      RB = SQRT(AVBMSE)
      WRITE(6,735)AVBMSE,RB
  735 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEB =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =   ',F10.4)
      STOP
```

```
      END
C *****     SUBROUTINE MLE     ***** C
      SUBROUTINE MLE(N0,APHI)
      COMMON/PARA/ZZ(75)
      NDD = 61
      SUM1 = 0.
      SUM2 = 0.
      DO 20 I=3,NDD
      SUM1 = SUM1 + ZZ(I)*ZZ(I-1)
   20 CONTINUE
      DO 21 I=4,NDD
      SUM2 = SUM2 + ZZ(I-1)**2
   21 CONTINUE
      APHI = SUM1/SUM2
      A = 0.
      B = 0.
      C = 0.
      DO 40 I=3,NDD
      A = A + ZZ(I)**2
      B = B + ZZ(I-1)**2
      C = C + ZZ(I)*ZZ(I-1)
   40 CONTINUE
      D = ZZ(2)**2
      AA = D - B - NN*D + NN*B
      BB = 2*C - NN*C
      CC = NN*D - D - A - NN*B
      I = 0
    5 IF (I - N0) 80,80,100
   80 FX = (APHI**3)*AA + (APHI**2)*BB + APHI*CC + NN*C
      DFX = 3*(APHI**2)*AA + 2*APHI*BB + CC
      APHIN = APHI - FX/DFX
      DPHI = ABS(APHI-APHIN)
      IF (DPHI - 0.000001) 100,90,90
   90 I = I+1
```

```
      APHI = APHIN
      GOTO 5
  100 RETURN
      END
C*******************************************************************************C
C***********    PROGRAM OLS WITHOUT ITERATIVE FOR MA(1)     **************C
C*******************************************************************************C
      COMMON/PRE/Z(275)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(275),EY(275)
      COMMON /PRE1/EA(275),EB(275)
      COMMON /PRE2/EC(275),ED(275)
      DIMENSION ZZ(275),A(275),W(275),AW(275),TAO(275),IT(275)
     *,ZHATA(275),ERA(275),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
     *,          ERB(275),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
      DATA RMEAN,VAR,N0/0.,100.,100/
      IX = 47321
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF3 = NDD+3
      NF4 = NDD+4
      NF5 = NDD+5
      NF6 = NDD+6
      NF7 = NDD+7
      NF8 = NDD+8
      NF9 = NDD+9
      NF10 = NDD+10
      NF11 = NDD+11
      NF12 = NDD+12
```

```
SUMA(1) = 0.
SUMA(2) = 0.
SUMA(3) = 0.
SUMA(4) = 0.
SUMA(5) = 0.
SUMA(6) = 0.
SUMA(7) = 0.
SUMA(8) = 0.
SUMA(9) = 0.
SUMA(10) = 0.
SUMA(11) = 0.
SUMA(12) = 0.
SUMB(1) = 0.
SUMB(2) = 0.
SUMB(3) = 0.
SUMB(4) = 0.
SUMB(5) = 0.
SUMB(6) = 0.
SUMB(7) = 0.
SUMB(8) = 0.
SUMB(9) = 0.
SUMB(10) = 0.
SUMB(11) = 0.
SUMB(12) = 0.
TSETA = 0.
KK = 0
DO 999 K=1,500
CALL GEN(RMEAN,VAR)
DO 10 I=1,NF12
A(I) = 0.
W(I) = 0.
AW(I) = 0.
IT(I) = 0
ZZ(I) = Z(I)
```

```
10 CONTINUE
   AA = -0.899999
   BB = 0.999999
   II = 1
 5 IF (II - N0) 6,6,200
 6 DO 25 I=1,NF12
   A(I) = 0.
25 CONTINUE
   SETA = AA
   SUM1 = 0.
   SUM2 = 0.
   EE(NF1) = 0.
   DO 30 I=1,NDI
   EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
30 CONTINUE
   ZZ(1) = -SETA*EE(2)
   A(1) = ZZ(1)
   DO 50 I=2,NDD
   A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
50 CONTINUE
   DO 60 I=ND3,NDD
   SUM1 = SUM1 + ZZ(I)*A(I-1)
60 CONTINUE
   DO 70 I=ND4,NDD
   SUM2 = SUM2 + A(I-1)*A(I-1)
70 CONTINUE
   FA = SUM1 + SETA*SUM2
   DO 85 I=1,NF12
   A(I) = 0.
85 CONTINUE
   PP = AA+(BB-AA)/2
   SETA = PP
   SUM3 = 0.
   SUM4 = 0.
```

```
      EE(NF1) = 0.
      DO 90 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   90 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 110 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  110 CONTINUE
      DO 120 I=ND3,NDD
      SUM3 = SUM3 + ZZ(I)*A(I-1)
  120 CONTINUE
      DO 130 I=ND4,NDD
      SUM4 = SUM4 + A(I-1)*A(I-1)
  130 CONTINUE
      FP = SUM3 + SETA*SUM4
      IF (FP - 0.) 150,200,150
  150 FAFP = FA*FP
      IF (FAFP - 0.) 170,170,180
  170 BB = PP
      GOTO 190
  180 AA = PP
  190 II = II+1
      C = (BB-AA)/2
      IF (C - 0.00001) 200,5,5
  200 SETA = PP
C *****     FORECASTING      ***** C
      DO 610 I=1,NF12
      A(I) = 0.
  610 CONTINUE
      EE(NF1) = 0.
      DO 620 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
  620 CONTINUE
```

```
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 630 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  630 CONTINUE
      DO 640 I=NF1,NF12
      ZHATA(I) = -SETA*A(I-1)
      ERA(I) = Z(I) - ZHATA(I)
  640 CONTINUE
      DO 650 I=1,12
      SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
      SUMA(I) = SUMA(I) + SQEA(I)
  650 CONTINUE
      ZHATB = -SETA*A(NDD)
      DO 660 I=NF1,NF12
      ERB(I) = Z(I) - ZHATB
  660 CONTINUE
      DO 670 I=1,12
      SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
      SUMB(I) = SUMB(I) + SQEB(I)
  670 CONTINUE
      TSETA = TSETA + SETA
      KK = KK+1
  999 CONTINUE
      AVSETA = TSETA/KK
      WRITE(6,680)AVSETA
  680 FORMAT(/,10X,'SETA =   ',F10.4)
      SAMES = 0.
      DO 700 I=1,12
      AMSE(I) = SUMA(I)/KK
      RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
      WRITE(6,710)I,AMSE(I),RAMSE(I)
  710 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEA =   ',F10.4)
      SAMSE = SAMSE + AMSE(I)
```

```
700 CONTINUE
    AVAMSE = SAMSE/12
    RA = SQRT(AVAMSE)
    WRITE(6,720)AVAMSE,RA
720 FORMAT(/,2X,'  AV-MSEA =  ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =  ',F10.4)
    WRITE(6,730)
730 FORMAT(//)
    SBMSE = 0.
    DO 740 I=1,12
    BMSE(I) = SUMB(I)/KK
    RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
    WRITE(6,750)I,BMSE(I),RBMSE(I)
750 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=  ',F10.4,10X,'RMSEB =  ',F10.4)
    SBMSE = SBMSE + BMSE(I)
740 CONTINUE
    AVBMSE = SBMSE/12
    RB = SQRT(AVBMSE)
    WRITE(6,760)AVBMSE,RB
760 FORMAT(/,2X,'  AV-MSEB =  ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =  ',F10.4)
    STOP
    END

C*************************************************************************C
C***************   PROGRAM OLS WITH ITERATIVE FOR MA(1)   ***************C
C*************************************************************************C
     COMMON/PRE/Z(275)
     COMMON/PARA/ZZ(275),A(275)
     COMMON /SEED/IX,KKK
     COMMON /DAT/XY(275),EY(275)
     COMMON /PRE1/EA(775),EB(275)
     COMMON /PRE2/EC(275),ED(275)
     DIMENSION W(275),AW(275),TAO(275),IT(275),ER(275)
    *,ZHATA(275),ERA(275),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
    *,          ERB(275),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
```

```
*,IA(20)
 DATA RMEAN,VAR,N0/0.,100.,100/
 IX = 47321
 NDD = 61
 NDI = NDD-1
 ND1 = 1
 ND2 = 2
 ND3 = 3
 ND4 = 4
 NF1 = NDD+1
 NF2 = NDD+2
 NF3 = NDD+3
 NF4 = NDD+4
 NF5 = NDD+5
 NF6 = NDD+6
 NF7 = NDD+7
 NF8 = NDD+8
 NF9 = NDD+9
 NF10 = NDD+10
 NF11 = NDD+11
 NF12 = NDD+12
 TSETA = 0.
 KK = 0
 DO 999 MM=1,500
 CALL GEN(RMEAN,VAR)
 DO 30 I=1,NF12
 ZZ(I) = Z(I)
 W(I) = 0.
 AW(I) = 0.
 IT(I) = 0
30 CONTINUE
 CALL OLS(N0,SETA)
 IOUT = 0
 DO 250 K=1,20
```

```
      DO 50 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   50 CONTINUE
      EE(NF1) = 0.
      DO 60 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   60 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 80 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
   80 CONTINUE
      DO 90 I=ND1,NDD
      ER(I) = 0.
   90 CONTINUE
      N = 0
      SUMER = 0.
      DO 100 I=ND1,NDI
      ER(I) = A(I)
      SUMER = SUMER + (A(I))**2
      N = N+1
  100 CONTINUE
      VARHAT = SUMER/N
      VARW = VARHAT*(1-SETA**2)
      DO 130 I=ND2,NDI
      W(I) = (1/(1+SETA**2))*(A(I)+SETA*A(I+1))
      AW(I) = ABS(W(I))
      TAO(I) = AW(I)/SQRT(VARW)
  130 CONTINUE
      IMAX = ND2
      TMAX = TAO(ND2)
      DO 150 I=ND3,NDI
      D = TAO(I) - TMAX
      IF (D - 0.)160,160,170
```

```
160 GOTO 150
170 IMAX = I
    TMAX = TAO(I)
150 CONTINUE
    IF (TMAX - 3.0)190,190,200
190 ZZ(IMAX) = Z(IMAX)
    GOTO 250
200 ZZ(IMAX) = Z(IMAX) - W(IMAX)
    IOUT = IOUT+1
    IA(IOUT) = IMAX
250 CONTINUE
    CALL OLS(N0,SETA)
    DO 310 I=1,NF12
    A(I) = 0.
310 CONTINUE
    EE(NF1) = 0.
    DO 320 I=1,NDI
    EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
320 CONTINUE
    ZZ(1) = -SETA*EE(2)
    A(1) = ZZ(1)
    DO 340 I=2,NDD
    A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
340 CONTINUE
    DO 350 I=1,IOUT
    IT(IA(I)) = 1
    ER(IA(I)) = A(IA(I))
350 CONTINUE
    DO 360 I=1,IOUT
    W(IA(I)) = (1/(1+SETA**2))*(A(IA(I))+SETA*A(IA(I)+1))
    AW(IA(I)) = ABS(W(IA(I)))
    TAO(IA(I)) = AW(IA(I))/SQRT(VARW)
360 CONTINUE
    DO 380 I=ND1,NDI
```

```
      ZZ(I) = Z(I) - W(I)*IT(I)
  380 CONTINUE
      CALL OLS(N0,SETA)
C *****     FORECAST     ***** C
      DO 610 I=1,NF12
      A(I) = 0.
  610 CONTINUE
      EE(NF1) = 0.
      DO 620 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
  620 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 630 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  630 CONTINUE
      DO 640 I=NF1,NF12
      ZHATA(I) = -SETA*A(I-1)
      ERA(I) = Z(I) - ZHATA(I)
  640 CONTINUE
      DO 650 I=1,12
      SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
      SUMA(I) = SUMA(I) + SQEA(I)
  650 CONTINUE
      ZHATB = -SETA*A(NDD)
      DO 660 I=NF1,NF12
      ERB(I) = Z(I) - ZHATB
  660 CONTINUE
      DO 670 I=1,12
      SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
      SUMB(I) = SUMB(I) + SQEB(I)
  670 CONTINUE
      TSETA = TSETA + SETA
      KK = KK+1
```

```
 999 CONTINUE
     AVSETA = TSETA/KK
     WRITE(6,680)AVSETA
 680 FORMAT(/,10X,'SETA =  ',F10.4)
     SAMES = 0.
     DO 700 I=1,12
     AMSE(I) = SUMA(I)/KK
     RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
     WRITE(6,710)I,AMSE(I),RAMSE(I)
 710 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=  ',F10.4,10X,'RMSEA =  ',F10.4)
     SAMSE = SAMSE + AMSE(I)
 700 CONTINUE
     AVAMSE = SAMSE/12
     RA = SQRT(AVAMSE)
     WRITE(6,720)AVAMSE,RA
 720 FORMAT(/,2X,'  AV-MSEA =  ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =  ',F10.4)
     WRITE(6,730)
 730 FORMAT(//)
     SBMSE = 0.
     DO 740 I=1,12
     BMSE(I) = SUMB(I)/KK
     RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
     WRITE(6,750)I,BMSE(I),RBMSE(I)
 750 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=  ',F10.4,10X,'RMSEB =  ',F10.4)
     SBMSE = SBMSE + BMSE(I)
 740 CONTINUE
     AVBMSE = SBMSE/12
     RB = SQRT(AVBMSE)
     WRITE(6,760)AVBMSE,RB
 760 FORMAT(/,2X,'  AV-MSEB =  ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =  ',F10.4)
     STOP
     END
C ******     SUBROUTINE OLS     ***** C
     SUBROUTINE OLS(N0,SETA)
```

```
      COMMON /PRE/Z(275)
      COMMON/PARA/ZZ(275),A(275)
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NF12 = NDD+12
      AA = -0.899999
      BB = 0.999999
      II = 1
    5 IF (II - N0) 6,6,200
    6 DO 25 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   25 CONTINUE
      SETA = AA
      SUM1 = 0.
      SUM2 = 0.
      EE(NF1) = 0.
      DO 30 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   30 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 40 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
   40 CONTINUE
      DO 60 I=ND3,NDD
      SUM1 = SUM1 + ZZ(I)*A(I-1)
   60 CONTINUE
      DO 70 I=ND4,NDD
      SUM2 = SUM2 + A(I-1)*A(I-1)
   70 CONTINUE
      FA = SUM1 + SETA*SUM2
```

```
      DO 85 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   85 CONTINUE
      PP = AA+(BB-AA)/2
      SETA = PP
      SUM3 = 0.
      SUM4 = 0.
      EE(NF1) = 0.
      DO 90 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   90 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 100 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  100 CONTINUE
      DO 120 I=ND3,NDD
      SUM3 = SUM3 + ZZ(I)*A(I-1)
  120 CONTINUE
      DO 130 I=ND4,NDD
      SUM4 = SUM4 + A(I-1)*A(I-1)
  130 CONTINUE
      FP = SUM3 + SETA*SUM4
      IF (FP - 0.) 150,200,150
  150 FAFP = FA*FP
      IF (FAFP - 0.) 170,170,180
  170 BB = PP
      GOTO 190
  180 AA = PP
  190 II = II+1
      C = (BB-AA)/2
      IF (C - 0.00001) 200,5,5
  200 SETA = PP
      RETURN
```

```
      END
C*******************************************************************************C
C***********          PROGRAM MLE WITH ITERATIVE FOR MA(1)          ***********C
C*******************************************************************************C
      COMMON/PRE/Z(75)
      COMMON/PARA/ZZ(75),A(75),EE(75)
      COMMON /SEED/IX,KKK
      COMMON /DAT/XY(75),EY(75)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      DIMENSION W(75),AW(75),TAO(75),IT(75),ER(75)
     *,ZHATA(75),ERA(75),SQEA(12),SUMA(12),AMSE(12),RAMSE(12)
     *,          ERB(75),SQEB(12),SUMB(12),BMSE(12),RBMSE(12)
     *,IA(20)
      DATA RMEAN,VAR,N0/0.,100.,100/
      IX = 47321
      NDD = 61
      NDI = NDD-1
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF3 = NDD+3
      NF4 = NDD+4
      NF5 = NDD+5
      NF6 = NDD+6
      NF7 = NDD+7
      NF8 = NDD+8
      NF9 = NDD+9
      NF10 = NDD+10
      NF11 = NDD+11
      NF12 = NDD+12
```

```
      TSETA = 0.
      KK = 0
      DO 999 MM=1,500
      CALL GEN(RMEAN,VAR)
      DO 30 I=1,NF12
      ZZ(I) = Z(I)
      W(I) = 0.
      AW(I) = 0.
      IT(I) = 0
   30 CONTINUE
      CALL MLE(N0,SETA)
      IOUT = 0
      DO 250 K=1,20
      DO 50 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   50 CONTINUE
      EE(NF1) = 0.
      DO 60 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   60 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 70 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
   70 CONTINUE
      DO 90 I=ND1,NDD
      ER(I) = 0.
   90 CONTINUE
      N = 0
      SUMER = 0.
      DO 100 I=ND1,NDI
      ER(I) = A(I)
      SUMER = SUMER + (A(I))**2
      N = N+1
```

```
100 CONTINUE
    VARHAT = SUMER/N
    VARW = VARHAT*(1-SETA**2)
    DO 130 I=ND2,NDI
    W(I) = (1/(1+SETA**2))*(A(I)+SETA*A(I+1))
    AW(I) = ABS(W(I))
    TAO(I) = AW(I)/SQRT(VARW)
130 CONTINUE
    IMAX = ND2
    TMAX = TAO(ND2)
    DO 150 I=ND3,NDI
    D = TAO(I) - TMAX
    IF (D - 0.)160,160,170
160 GOTO 150
170 IMAX = I
    TMAX = TAO(I)
150 CONTINUE
    IF (TMAX - 3.0)190,190,200
190 ZZ(IMAX) = Z(IMAX)
    GOTO 250
200 ZZ(IMAX) = Z(IMAX) - W(IMAX)
    IOUT = IOUT+1
    IA(IOUT) = IMAX
250 CONTINUE
    CALL MLE(N0,SETA)
    DO 310 I=1,NF12
    A(I) = 0.
310 CONTINUE
    EE(NF1) = 0.
    DO 320 I=1,NDI
    EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + Z(NF1-I)
320 CONTINUE
    Z(1) = -SETA*EE(2)
    A(1) = Z(1)
```

```
      DO 330 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + Z(I)
  330 CONTINUE
      DO 350 I=1,IOUT
      IT(IA(I)) = 1
      ER(IA(I)) = A(IA(I))
  350 CONTINUE
      DO 360 I=1,IOUT
      W(IA(I)) = (1/(1+SETA**2))*(A(IA(I))+SETA*A(IA(I)+1))
      AW(IA(I)) = ABS(W(IA(I)))
      TAO(IA(I)) = AW(IA(I))/SQRT(VARW)
  360 CONTINUE
      DO 380 I=ND1,NDI
      ZZ(I) = Z(I) - W(I)*IT(I)
  380 CONTINUE
      CALL MLE(N0,SETA)
C *****     FORECAST     ***** C
      DO 610 I=1,NF12
      A(I) = 0.
  610 CONTINUE
      EE(NF1) = 0.
      DO 620 I=1,NDI
      EE(NF1-I) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
  620 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 630 I=2,NF12
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  630 CONTINUE
      DO 640 I=NF1,NF12
      ZHATA(I) = -SETA*A(I-1)
      ERA(I) = Z(I) - ZHATA(I)
  640 CONTINUE
      DO 650 I=1,12
```

```
      SQEA(I) = ERA(I+NDD)**2
      SUMA(I) = SUMA(I) + SQEA(I)
  650 CONTINUE
      ZHATB = -SETA*A(NDD)
      DO 860 I=NF1,NF12
      ERB(I) = Z(I) - ZHATB
  860 CONTINUE
      DO 870 I=1,12
      SQEB(I) = ERB(I+NDD)**2
      SUMB(I) = SUMB(I) + SQEB(I)
  870 CONTINUE
      TSETA = TSETA + SETA
      KK = KK+1
  999 CONTINUE
      AVSETA = TSETA/KK
      WRITE(6,880)AVSETA
  880 FORMAT(/,10X,'SETA =   ',F10.4)
      SAMES = 0.
      DO 900 I=1,12
      AMSE(I) = SUMA(I)/KK
      RAMSE(I) = SQRT(AMSE(I))
      WRITE(6,910)I,AMSE(I),RAMSE(I)
  910 FORMAT(2X,'MSEA',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEA =   ',F10.4)
      SAMSE = SAMSE + AMSE(I)
  900 CONTINUE
      AVAMSE = SAMSE/12
      RA = SQRT(AVAMSE)
      WRITE(6,920)AVAMSE,RA
  920 FORMAT(/,2X,'   AV-MSEA =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEA =   ',F10.4)
      WRITE(6,930)
  930 FORMAT(//)
      SBMSE = 0.
      DO 940 I=1,12
      BMSE(I) = SUMB(I)/KK
```

```
      RBMSE(I) = SQRT(BMSE(I))
      WRITE(6,950)I,BMSE(I),RBMSE(I)
  950 FORMAT(2X,'MSEB',I2,'=   ',F10.4,10X,'RMSEB =   ',F10.4)
      SBMSE = SBMSE + BMSE(I)
  940 CONTINUE
      AVBMSE = SBMSE/12
      RB = SQRT(AVBMSE)
      WRITE(6,960)AVBMSE,RB
  960 FORMAT(/,2X,'  AV-MSEB =   ',F10.4,5X,'ROOT AV-MSEB =   ',F10.4)
      STOP
      END
C *****     SUBROUTINE MLE     ***** C
      SUBROUTINE MLE(N0,SETA)
      DOUBLE PRECISION DOUB1
      COMMON/PRE/Z(75)
      COMMON/PARA/ZZ(75),A(75)
      NDATA = 60
      NDD = 61
      ND1 = 1
      ND2 = 2
      ND3 = 3
      ND4 = 4
      NF1 = NDD+1
      NF2 = NDD+2
      NF12 = NDD+12
      NDI = NDD-1
      AA = -0.999999
      BB = 0.999999
      II = 1
    5 IF(II - N0)6,6,200
    6 DO 25 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   25 CONTINUE
      SETA = AA
```

```
      SUM1 = 0.
      SUM2 = 0.
      SUM3 = 0.
      EE(NF1) = 0.
      DO 30 I=1,NDI
      EE(NF1-1) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   30 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 40 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
   40 CONTINUE
      DO 60 I=ND3,NDD
      SUM1 = SUM1 + ZZ(I)*A(I-1)
   60 CONTINUE
      DO 70 I=ND4,NDD
      SUM2 = SUM2 + A(I-1)**2
   70 CONTINUE
      DO 80 I=ND1,NDD
      SUM3 = SUM3 + A(I)**2
   80 CONTINUE
      DOUB1 = SETA**(2*NDATA+1)
      FA = -SETA/(1-SETA**2) + (NDATA+1)*DOUB1/(1-SETA*DOUB1)
     * -NDATA*(SUM1+SETA*SUM2)/(2*SUM3)
      DO 85 I=1,NF12
      A(I) = 0.
   85 CONTINUE
      AP = AA+(BB-AA)/2
      SETA = AP
      SUM4 = 0.
      SUM5 = 0.
      SUM6 = 0.
      EE(NF1) = 0.
      DO 90 I=1,NDI
```

```
      EE(NF1-1) = SETA*EE(NF2-I) + ZZ(NF1-I)
   90 CONTINUE
      ZZ(1) = -SETA*EE(2)
      A(1) = ZZ(1)
      DO 100 I=2,NDD
      A(I) = SETA*A(I-1) + ZZ(I)
  100 CONTINUE
      DO 120 I=ND3,NDD
      SUM4 = SUM4 + ZZ(I)*A(I-1)
  120 CONTINUE
      DO 130 I=ND4,NDD
      SUM5 = SUM5 + A(I-1)**2
  130 CONTINUE
      DO 140 I=ND1,NDD
      SUM6 = SUM6 + A(I)**2
  140 CONTINUE
      DOUB1 = SETA**(2*NDATA+1)
      FP = -SETA/(1-SETA**2) + (NDATA+1)*DOUB1/(1-SETA*DOUB1)
     * -NDATA*(SUM1+SETA*SUM2)/(2*SUM3)
      IF(FP - 0.)150,200,150
  150 FAFP = FA*FP
      IF(FAFP - 0.)170,170,180
  170 BB = AP
      GOTO 190
  180 AA = AP
  190 II = II+1
      C = (BB-AA)/2
      IF(C - 0.00001)200,5,5
  200 SETA = AP
      RETURN
      END
C **********      SUBROUTINE AR(1)      ********** C
      SUBROUTINE AR1(NALL,RMEAN,VAR)
      COMMON /PRE1/EA(75),EB(75)
```

```
      FEE = 0.3
      YVAR = VAR/(1.-FEE**2)
      CALL NORMA(RMEAN,YVAR,E)
      EA(1) = E
      DO 30 K = 2,NALL
      CALL NORMA(RMEAN,VAR,E1)
      EB(K) = E1
      EA(K) = FEE*EA(K-1)+EB(K)
   30 CONTINUE
      RETURN
      END
C **********          SUBROUTINE MA(1)          ********** C
      SUBROUTINE MA1(NALL,RMEAN,VAR)
      COMMON /PRE2/EC(75),ED(75)
      SETA = 0.3
      CALL NORMA(RMEAN,VAR,E1)
      ED(1) = E1
      DO 20 K = 2,NALL
      CALL NORMA(RMEAN,VAR,E2)
      ED(K) = E2
      EC(K) = ED(K)-SETA*ED(K-1)
   20 CONTINUE
      RETURN
      END
C **********      SUBROUTINE EAR(1)          ********** C
      SUBROUTINE EAR1(NALL,RMEAN,VAR,EEA)
      FEE = 0.3
      EVAR = 100.*VAR
      YVAR = EVAR/(1.-FEE**2)
      CALL NORMA(RMEAN,YVAR,EE)
      EEA1 = EE
      CALL NORMA(RMEAN,EVAR,EE1)
      EEB = EE1
      EEA = FEE*EEA1+EEB
```

```
      RETURN
      END
C **********          SUBROUTINE EMA(1)          ********** C
      SUBROUTINE EMA1(NALL,RMEAN,VAR,EEC)
      SETA = 0.3
      YVAR= 100.*VAR
      CALL NORMA(RMEAN,YVAR,EE1)
      EED1 = EE1
      CALL NORMA(RMEAN,YVAR,EE2)
      EED = EE2
      EEC = EED-SETA*EED1
      RETURN
      END
C **********          SUBROUTINE LAPLACE          ********** C
      SUBROUTINE DOUB(RMEAN,VAR,EX)
      COMMON/SEED/IX,KK
      SD = VAR/2.
      BETA = SQRT(SD)
      YFL = RAND(IX)
      IF (YFL - 0.5)10,10,11
   10 EX = BETA*(ALOG(2.)+ALOG(YFL))
      GOTO 15
   11 YFL = ALOG(2.)+ALOG(1.-YFL)
      EX = -1.*BETA*YFL
   15 RETURN
      END
C **********          SUBROUTINE LAR(1)          ********** C
      SUBROUTINE LAR1(NALL,RMEAN,VAR,EEA)
      FEE = 0.3
      EVAR = VAR
      YVAR = EVAR/(1.-FEE**2)
      CALL DOUB(RMEAN,YVAR,EE)
      EEA1 = EE
      CALL DOUB(RMEAN,EVAR,EE1)
```

```
      EEB = EE1
      EEA = FEE*EEA1+EEB
      RETURN
      END
C **********          SUBROUTINE LMA(1)          ********** C
      SUBROUTINE LMA1(NALL,RMEAN,VAR,EEC)
      SETA = 0.3
      YVAR= VAR
      CALL DOUB(RMEAN,YVAR,EE1)
      EED1 = EE1
      CALL DOUB(RMEAN,YVAR,EE2)
      EED = EE2
      EEC = EED-SETA*EED1
      RETURN
      END
```

ภาคผนวก ง.

ตารางที่ ง.1 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลา ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลารูปแบบอัตตสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง(AR(1)) โดยความคลาดเคลื่อนมีฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ $f(x) = (1-p)N(0,100) + pN(0,C^2\sigma^2)$ เมื่อสเกลแฟคเตอร์(C) เท่ากับ 10 จำแนกตามระดับพารามิเตอร์(ϕ) ขนาดตัวอย่าง(n) และสัดส่วนของการปลอมปน โดยกำหนดตำแหน่งข้อมูลผิดปกติอยู่ต้นอนุกรม

สัดส่วนของการปลอมปน		n = 40				n = 60				n = 80				n = 120			
		0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10
ϕ= 0.3	OLS	10.8308	10.9178	11.0100	10.9497	11.0605	11.0701	11.0239	11.0434	10.8426	11.0552	10.8227	10.7963	10.9448	10.9558	10.8923	10.7641
	IOLS	10.2893*	10.3315*	10.4216*	10.4333	10.5564	10.5479*	10.5160	10.5092	10.3651	10.5258	10.2855	10.2653	10.4308	10.4292	10.3575*	10.2334
	IMLE	10.3162	10.3762	10.5103	10.4331*	10.5558*	10.5483	10.5144*	10.5083*	10.3547*	10.5254*	10.2851*	10.2649*	10.4305*	10.4291*	10.3575*	10.2332*
ϕ= 0.5	OLS	11.7798	11.9388	11.9949	11.9909	12.0379	12.1117	12.0142	11.8253	11.8829	12.0702	11.8307	11.7996	11.9329	11.9805	11.9629	11.6971
	IOLS	11.2364	11.3560	11.3349*	11.4434	11.4903*	11.5321*	11.4627	11.5230*	11.3336*	11.4777*	11.2144*	11.1907	11.3732*	11.3802*	11.3498*	11.0857
	IMLE	11.2283*	11.3243*	11.4521	11.4076*	11.4910	11.5323	11.4596*	11.5234	11.3341	11.4778	11.2145	11.1902*	11.3734	11.3806	11.3500	11.0854*
ϕ= 0.6	OLS	12.6340	12.8462	12.8764	12.9223	12.9001	13.0406	12.9089	13.0782	12.7759	12.9659	12.7324	12.7031	12.8025	12.8848	12.9254	12.5490
	IOLS	12.2645	12.2911	12.2512	12.3414	12.3066*	12.3907*	12.3042	12.4030*	12.1904*	12.3014*	12.0225*	12.0327	12.1906*	12.1959*	12.2145*	11.8650*
	IMLE	12.2099*	12.1584*	12.2838	12.2655*	12.3079	12.3919	12.2996*	12.4035	12.1975	12.3029	12.0238	12.0323*	12.1914	12.1966	12.2153	11.8661
ϕ= 0.7	OLS	13.9821	14.2643	14.2742	14.3838	14.2228	14.5039	14.3350	11.8253	11.8829	12.0702	11.8307	11.7996	11.9329	11.9805	11.9629	11.6971
	IOLS	13.3508	13.4396	13.4530*	13.7150	13.5202*	13.7308*	13.6080	11.5229*	11.3336*	11.4767*	11.2142*	11.1907	11.3732*	11.3801*	11.3498*	11.0857*
	IMLE	13.2663*	13.4297*	13.5618	13.6002*	13.5277	13.7158	13.5958*	11.5234	11.3341	11.4778	11.2145	11.1902*	11.3734	11.3806	11.3500	11.0859
ϕ= 0.8	OLS	16.3435	16.7687	16.7938	16.9555	16.4761	17.0848	16.9173	17.2007	16.5602	16.8345	16.6684	16.7347	16.4517	16.7228	17.2053	16.3780
	IOLS	15.5901	15.6981	15.6921	16.0020	15.6199*	15.9483	15.8621	16.0627	15.5856*	15.6581*	15.3047*	15.5795	15.3874*	15.4906*	15.8492	15.1835*
	IMLE	15.2999*	15.6816*	15.6654*	15.8406*	15.6340	15.8943*	15.8267*	16.0461*	15.5898	15.6633	15.3120	15.5784*	15.4762	15.4998	15.8471*	15.1920

ตารางที่ ง.2 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลา ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลารูปแบบอัตตสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง(AR(1)) โดยความคลาดเคลื่อนมีฟังก์ชันการแจกแจงในรูปของ $f(x) = (1-p)N(0,100) + pN(0,C^2\sigma^2)$ เมื่อสเกลแฟกเตอร์(C) เท่ากับ 10 จำแนกตามระดับพารามิเตอร์(ϕ) ขนาดตัวอย่าง(n) และสัดส่วนของการปลอมปน โดยกำหนดตำแหน่งข้อมูลผิดปกติอยู่ท้ายอนุกรม

สัดส่วนของการปลอมปน		n = 40				n = 60				n = 80				n = 120			
		0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10	0.03	0.05	0.08	0.10
ϕ= 0.3	OLS	10.8245	10.9109	10.9989	10.9638	11.0670	11.0739	11.0244	11.0286	10.8786	11.0581	10.8166	10.7980	10.9401	10.9577	10.8972	10.7656
	IOLS	10.3141*	10.3912	10.5089	10.4521	10.5562	10.5576*	10.5092	10.5186*	10.3640*	10.5278*	10.2843	10.2619	10.4261*	10.4300*	10.3660*	10.2393
	IMLE	10.3125	10.3897*	10.5066*	10.4500*	10.5550*	10.5579	10.5082*	10.5189	10.3642	10.5281	10.2838*	10.2616*	10.4269	10.4303	10.3664	10.2392*
ϕ= 0.5	OLS	11.7698	11.9237	11.9879	12.0107	12.0457	12.1081	12.0040	12.1036	11.8907	12.0848	11.8191	11.7990	11.9211	11.9833	11.9679	11.6984
	IOLS	11.2305	11.3374	11.4443*	11.4349	11.4936*	11.5330*	11.4450	11.5366*	11.3360*	11.4877*	11.2120*	11.1996	11.3680*	11.3785*	11.3550*	11.0969
	IMLE	11.2226*	11.3350*	11.4495	11.4306*	11.4996	11.5334	11.4438*	11.5371	11.3363	11.4880	11.2123	11.1902*	11.3688	11.3798	11.3552	11.0961*
ϕ= 0.6	OLS	12.9068	12.8164	12.8872	12.9412	12.9668	13.0404	12.8901	13.0558	12.7820	12.9932	12.7173	12.6999	12.7831	12.8917	12.9296	12.5504
	IOLS	12.0440	12.1557	12.2762*	12.3284	12.3054*	12.3843*	12.2687	12.4041*	12.1804*	12.3150*	12.0300*	12.0150	12.1870*	12.2031*	12.2156*	11.8736*
	IMLE	12.0260*	12.1488*	12.2774	12.3226*	12.3076	12.3854	12.2669*	12.4045	12.1809	12.3159	12.0307	12.0057*	12.1857	12.2053	12.2172	11.8743
ϕ= 0.7	OLS	13.9261	14.2209	14.3178	14.3984	14.2289	14.5118	14.3025	14.5497	14.1688	14.4187	14.1317	14.1356	14.1152	14.3076	14.4606	13.9133
	IOLS	13.3346	13.4538	13.5963*	13.6611	13.5415*	13.7116*	13.5085	13.7466*	13.4521*	13.5514*	13.2871*	13.2866	13.4147*	13.4572*	13.5771*	13.0854*
	IMLE	13.2802*	13.4248*	13.6004	13.6555*	13.5227	13.7123	13.5082*	13.7477	13.4528	13.5520	13.2873	13.2858*	13.4153	13.4581	13.5801	13.0879
ϕ= 0.8	OLS	16.1987	16.7415	16.9044	16.9432	16.5081	17.1024	16.8512	17.1821	16.5859	16.9398	16.6383	16.7319	16.4153	16.7770	17.2111	16.3776
	IOLS	15.5139	15.6656	15.9334	16.0009	15.5921*	15.9132	15.6344	16.0345	15.5565*	15.6565*	15.3926*	15.5163	15.4150*	15.4708*	15.9197	15.2554*
	IMLE	15.3189*	15.6559*	15.8995*	15.9473*	15.5934	15.8663*	15.6333*	16.0313*	15.5623	15.6654	15.3995	15.5126*	15.4419	15.4732	15.9183*	15.2671

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุพร ฉัตรแก้วรัตนกุล เกิดวันที่ 24 พฤษภาคม 2511 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2533 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2534