รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จงดี โรจนประศาสน์, การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเมื่อตัวแปรตามมีค่าที่ถูกตัดทิ้ง วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536

ภาษาอังกฤษ

Dubey, Satya D.(1965), Asymptotic Properties of Several Estimators of Weibull Parameter. Technometrics, 7(3): 423-434.

Dubey, Satya D., On Some Permissible Estimators of the Location Parameter of the Weibull and Certain Other Distributions,Technometrics ,9(2):293-370.

Charernkavanich,Dusit. Estimation in Truncated Distribution when Points of Truncation are unknown. University of Georgia, Athens, 1978.

Chien, kian-Cheng., Parameter Estimation for the Three-Gamma Distribution with Complete and Cencored Samples, AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Thailand,1987

Cohen, A.C. & Whetten,B.J. (1980), Estimation in the Three-Parameter Lognormal Distribution. Journal of American Statistical Association , 75(370):394-404.

Hu, Peng. Parameter Estimation for the Three-Parameter Lognormal Distribution fromCompleteand Censored Samples, AIT Thesis, Asian Institute of Technology,Thailand,1987

Robert V. Hogg & Stuart A. Klugman. Loss Distribution. New York: John Wiley & Sons,1984.

J.F. Lawless. Statistical Methods for Lifetime Data. California : Wadsworth,1980.

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Randome number)

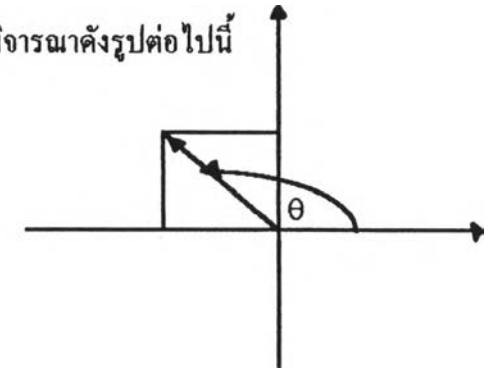
การสร้างสักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ white และ Schmidt(1975) ซึ่งขั้นตอนในการสร้างจะแสดงรายละเอียดด้วยฟังก์ชัน ต่อไปนี้

```
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 ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มที่เป็นเลขคี่ RAND จะเป็นค่าของตัวเลขที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การสร้างการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล DTX(DE,AL,BE) :

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติใช้วิธีของ Box c]t Muller (1958) โดยผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรบาน : (N,0,1) พร้อมกัน 2 ค่า และแต่ละค่าเป็นอิสระกันโดยใช้ตัวผลิต (Generator) Z_1 ,Z_2 พิจารณาดังรูปต่อไปนี้



พิจารณาจากรูปจะได้

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

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

เนื่องจาก $B^2 = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงไคสแตวร์ด้วยระดับความเป็นอิสระ 2 และเทียบเท่าการแจกแจงเอกซโปเนนเชียล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 โดยใช้วิธีการแปลงผกผัน (Inverse Transformation) สามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียลได้ดังนี้

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

เมื่อ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

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

$$Z_1 = (-2 \ln(R))^{1/2} \cos(\theta)$$

$$Z_2 = (-2 \ln(R))^{1/2} \sin(\theta)$$

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

$$EX_1 = EXP(\mu + \sigma Z_1)$$

$$EX_2 = EXP(\mu + \sigma Z_2)$$

ซึ่งจะได้ว่า EX_1 และ EX_2 มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และ ความแปรปรวน σ^2 ($EX_i \sim LN(\mu,\sigma^2; i=1,2)$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างเลขสุ่มให้มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และ ความแปรปรวน σ^2 FUNCTION DTX(AL,BE) รายละเอียดโปรแกรมย่อยเป็นดังนี้

```
      FUNCTION DTX(AL,BE)
      COMMON /L1/IX /L12/KK
      PI=3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND(IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTOW)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTOW)
      DTX = EXP(ZONE*SD+RMEAN)
      KK=1
      GOTO 15
10    DTX = EXP(ZONE*SD+RMEAN)
      KK = 0
15    RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางซ้ายให้มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และ ความแปรปรวน σ^2 SUBROUTINE TLSMX(TLALP, TLBET, TLDED, TLDTX) รายละเอียดโปรแกรมย่อยเป็นดังนี้

```
      SUBROUTINE TLSMX(TLALP,TLBET,TLDED,TLDTX)
      COMMON / L1/ IX/ L2/ N
      DIMENSION TLDTX(1000)
      DO 152 I=1,N
111         TLDTX(I) = DTX(TLALP,TLBET)
            IF (TLDTX(I).LE.TLDED) GOTO 111
152   CONTINUE
      CALL SSORT(TLDTX)
      RETURN
      END
```

<u>การสร้างการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล</u> DTX(CE) :

ฟังก์ชันความหนาแน่น และฟังก์ชันการแจกแจงสะสมแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$f_x(x) = \frac{1}{\theta}\exp\left(-\frac{1}{\theta}x\right)$$

$$F_x(x) = 1-\exp\left(-\frac{1}{\theta}x\right)^{\alpha}$$

โดยที่ $x > 0$ **โดยที่** θ **เป็นพารามิเตอร์กำหนดขนาด(Scale Parameter) ,** $\theta > 0$

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่ถูกตัดปลายทางซ้าย อาศัยการแปลงผกผัน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 FX **คือ ตัวเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอช่วง (0,1)**

ขั้นที่ 2 หาค่าของ X ในเทอมของ FX **ได้ดังนี้**

$$x = -\theta\ln(1-FX)$$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่ถูกตัดปลายทางซ้าย คือ FUNCTION DTX(CE) ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      FUNCTION DTX(CE)
      COMMON /L1/IX
      FX=RAND(IX)
      DTX=-CE*ALOG(1-FX)
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางซ้ายให้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่ถูกตัดปลายทางซ้าย คือ SUBROUTINE TESMX ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE TESMX
      COMMON / L1/ IX/ L3/ TEDTX/ L5/ TEBET,TEDED/ L2/ N
      DIMENSION TEDTX(1000)
      DO 152 I=1,N
111         TEDTX(I) = DTX(TEBET)
              IF (TEDTX(I).LE.TEDED) GOTO 111
152   CONTINUE
      CALL SSORT(TEDTX,N)
      RETURN
      END
```

<u>การสร้างการแจกแจงแบบพาเรโต้</u> DTX(AL,BE) :

ฟังก์ชันความหนาแน่น และฟังก์ชันการแจกแจงสะสม แสดงได้ดังต่อไปนี้

$$f_x(x) = \frac{\alpha\lambda^{\alpha}}{(\lambda + x)^{(\alpha+1)}}$$

$$F_x(x) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + x}\right)^{\alpha}$$

โดยที่ $x > 0$ โดยที่ α เป็นพารามิเตอร์พารามิเตอร์กำหนดรูปร่าง (Shape Parameter) , $\alpha > 0$ และ λ เป็นพารามิเตอร์กำหนดขนาด (Scale Parameter) , $\lambda > 0$

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบพาเรโต้ที่ถูกตัดปลายทางซ้าย อาศัยการแปลงผกผัน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 $F_x(x) = FX$ โดยที่ FX คือ ตัวเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอช่วง (0,1)

ขั้นที่ 2 หาค่าของ X ในเทอมของ FX ได้ดังนี้

$$x = \lambda\left(\left(1 - FX\right)^{-\frac{1}{\alpha}} - 1\right)$$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบพาเรโต้ที่ถูกตัดปลายทางซ้าย คือ FUNCTION DTX(AL,BE) ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      FUNCTION DTX(AL,BE)
      COMMON /L1/IX
```

```
      FX=RAND(IX)
      P1=(1.FX)**(1./AL)
      P2=1/P1
      DTX=BE*(P2-1)
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางซ้ายให้มีการแจกแจงแบบพาเรโต้ที่ถูกตัดปลายทางซ้าย คือ SUBROUTINE TPSMX ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE TPSMX
      COMMON / L1/ IX/ L3/ TWDTX/ L5/ TWALP,TWBET,TWDED/ L2/ N
      DIMENSION TWDTX(1000)
      DO 152 I=1,N
111         TWDTX(I) = DTX(TWALP,TWBET)
              IF (TWDTX(I).LE.TWDED) GOTO 111
152   CONTINUE
      CALL SSORT(TWDTX,N)
      RETURN
      END
```

<u>การสร้างโปรแกรมย่อยเรียงลำดับข้อมูล</u>

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการเรียงลำดับข้อมูล SUBROUTINE SORT(X)

```
      SUBROUTINE SSORT(X)
      DIMENSION X(100)
      COMMON /L2/N
      LAST=N-1
      DO 6  K=1,LAST
            M=K
            NEXT=K+1
            DO 7 IN=NEXT,N
                  IF (X(IN).LT.X(M)) M-IN
7           CONTINUE
```

```
            IF (M.NE.K) THEN
            TEMP=X(M)
            X(M)=X(K)
            X(K)=TEMP
            ENDIF
6       CONTINUE
        RETURN
        END
```

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบพาเรโต้ตัดปลายทางซ้าย

```
      DIMENSION X(1000),Y(1000),NN(5)
      COMMON /L10/IX1/L1/IX/L2/N/L3/X/L5/A,B,D/L7/Y/L6/AO,BO,DO
      DOUBLE PRECISION TMSEMO,TMSEML,TMSEPL
      IX1=19
      IX=3
      A=3.0
      B=6.0
      D=3.00
      N=10
      BB=B*1000
      DD=D*1000
      HI=N
      LI=1000
      WRITE(6,*) 'ESTIMATION PARAMETER FROM LEFT-TRUNCATED PARETO'
      WRITE(6,*) 'PARAMETER ALPHA(A) IS',A
      WRITE(6,*) 'PARAMETER BTA(B) IS',BB
      WRITE(6,*) 'PARAMETER DEDUCTIBLE(D) IS',DD
      WRITE(6,*) 'NUMBER OF DATA IS',N
      SUM1=0.0
      SUM2=0.0
      SUM3=0.0
      SUM4=0.0
      SUM5=0.0
      SUM6=0.0
      SUM7=0.0
      SUM8=0.0
      SUM9=0.0
      SUM10=0.0
      SUM11=0.0
      SUM12=0.0
      KK=0
      DO 991 K=1,LI
      KK=KK+1
  123 CALL TPSMX
      T1=0.
      T2=0.
      DO 4 J=1,N
            T1=T1+(X(J)-D)
            T2=T2+(X(J)-D)**2
4     CONTINUE
      TM1=T1/HI
      TM2=T2/HI
      HH=2.*(TM1**2)
      IF (TM2.LT.HH) GOTO  123
      AO=(2.*TM2-HH)/(TM2-HH)
```

```
      BO=(TM1*TM2)/(TM2-HH)
      DO=X(1)
      CALL TPMO(AMO,BMO,DMO,HH1)
      IF (HH1.EQ.0.0)  THEN
                  IA=IA+1
                  GOTO 123
      ENDIF
      CALL TPML(AML,BML,DML,HH2)
      IF  (HH2.EQ.0.0)  THEN
                  IB=IB+1
                  GOTO  123
      ENDIF
      CALL TPPL(APL,BPL,DPL,HH3)
      IF (HH3.EQ.0.0) THEN
                  JC=JC+1
                  GOTO  123
      ENDIF
      SUM1=SUM1+AMO
      SUM2=SUM2+BMO
      SUM3=SUM3+DMO
      SUM4=SUM4+AML
      SUM5=SUM5+BML
      SUM6=SUM6+DML
      SUM7=SUM7+APL
      SUM8=SUM8+BPL
      SUM9=SUM9+DPL
      SUM10=SUM10+(((AMO-A)**2+(BMO-BB)**2+(DMO-DD)**2)/3.)
      SUM11=SUM11+(((AML-A)**2+(BML-BB)**2+(DML-DD)**2)/3.)
      SUM12=SUM12+(((APL-A)**2+(BPL-BB)**2+(DPL-DD)**2)/3.)
991   CONTINUE
      HJK=LI
      PAMO=SUM1/HJK
      PBMO=SUM2/HJK
      PDMO=SUM3/HJK
      PAML=SUM4/HJK
      PBML=SUM5/HJK
      PDML=SUM6/HJK
      PAPL=SUM7/HJK
      PBPL=SUM8/HJK
      PDPL=SUM9/HJK
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM MOMENT',JA
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM MAXIMUM-LIKELIHOOD',JB
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM PSUEDO LEAST-SQUARE',JC
      TMSEMO=SQRT(SUM10/HJK)
      TMSEML=SQRT(SUM11/HJK)
      TMSEPL=SQRT(SUM12/HJK)
      WRITE(6,114)  PAMO,PBMO,PDMO,TMSEMO
      WRITE(6,114)  PAML,PBML,PDML,TMSEML
      WRITE(6,114)  PAPL,PBPL,PDPL,TMSEPL
114   FORMAT ( 1X,6F15.5)
```

```
      STOP
      END
      SUBROUTINE TPSMX
      COMMON / L1/ IX/ L3/ TWDTX/ L5/ TWALP,TWBET,TWDBD/ L2/ N
      DIMENSION TWDTX(1000)
      DO 152 I=1,N
111           TWDTX(I) = DTX(TWALP,TWBET)
              IF (TWDTX(I).LE.TWDBD) GOTO 111
152   CONTINUE
      CALL SSORT(TWDTX,N)
      RETURN
      END
      FUNTION DTX(AL,BE)
      COMMON /L1/ IX
      FX = RAND(IX)
      P1 = (1-FX)**(1/AL)
      P2 = 1/P1
      DTX = BE*(P2-1)
      RETURN
      END
      FUNTION RAND(IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX .LT. 0) IX = IX+2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*0.4656613E-9
      RETURN
      END
      SUBROUTINE SSORT(X,NB)
      DIMENSION X(1000)
      LAST = NB-1
      DO 6 K=1,LAST
            M=K
            NEXT = K+1
            DO 7 IN=NEXT,NB
                  IF (X(IN) .LT. X(M))  M=IN
7           CONTINUE
            IF (M .NE.K) THEN
            TEMP = X(M)
            X(M) = X(K)
            X(K) = TEMP
            ENDIF
6     CONTINUE
      RETURN
      END
C*************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY MODIFIED MOMENT METHOD  C
C*************************************************************C
      SUBROUTINE TPMO(AMO,BMO,DMO,HH)
      COMMON /L2/ N/ L3/ X(1000)/ L6/ AO,BO,DO
      DOUBLE PRECISION DD,DB,GA,H11,H22,DGA,A1,BO,DO
```

```
      HH = 9.0
      TM11 = 0.0
      TM22 = 0.0
      Y1 = X(1)
      DO 2 I=1,N
            TM11 = TM11+X(I)
            TM22 = TM22+X(I)*X(I)
2     CONTINUE
      HJ = N
      TM1 = TM11/N
      TM2 = TM22/N
      I = 0
      J = 0
      AO = 3.25
      AZ = AO
      A1 = AO
114   AO =A1
      IF (AO .LT. 0.0) GOTO 118
      DO = ((HJ*AO-1.)*Y1+(AO-1.)*TM1)/(AO*(HJ+1.))
      DD = (Y1-TM1)/((HJ+1.)*AO*AO)
      BO = DO*HJ*AO - (HJ*AO-1.)*Y1
      DB = HJ*(DO+AO*DD) - HJ*Y1
      GA = 2.*DO*(BO+DO)*(AO-2.)+((BO+DO)**2)+(DO*DO-TM2)*(AO-1.)*(AO-2.)
      H11 = 2.*(DO*(BO+DO)+(AO-2.)*((BO+DO)*DD+DO*(DD+DB)))
      H22 = 2.*(BO+DO)*(DD+DB)+(DO*DO-TM2)*(2.*AO-3.)+(AO-1.)*(AO-2.)*2.*
     *  DO*DD
      DGA = H11+H22
      A1 =  AO-(GA/DGA)
      J = J+1
      DEL = DABS(A1-AO)
      IF (J .GT. 25) GOTO 112
      IF (DEL .GT. 0.0001) GOTO 114
      IF (DEL .LT. 0.0001) GOTO 112
118   AO = 0.5*(AZ+A1)
      I = I+1
      IF (I .GT. 100) GOTO 115
      GOTO 114
112   AMO = A1
      DO = ((HJ*A1-1.)*Y1+(A1-1.)*TM1)/(A1*(HJ+1.))
      BO = DO*HJ*A1 - (HJ*A1-1.)*Y1
      BMO = BO*1000.
      DMO = DO*1000.
      GOTO 116
115   HH = 0.0
116   RETURN
      END
C*************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY MAXIMUM LIKELIHOOD   C
C*************************************************************C
      SUBROUTINE TPML(AML,BML,DML,HH)
```

```
      COMMON /L2/ N/ L3/ X(1000)/ L6/ AO,BO,DO
      DIMENSION A(2),B(2),H(2)
      DOUBLE PRECISION H1,G1,G2,G3,HE1,H,A,B,DET,TPDTA,TPDTB
      I = 0
      J = 0
      HH=9.0
      Y1=X(1)
      DO=Y1
      HJ=N
      AZ=AO
      BZ=BO
      A1=AO
      B1=BO
125   AO=A1
      BO=B1
      G1=0.
      G2=0.
      G3=0.
      IF (AO.LT.0.001)  GOTO 111
      IF (BO.LT.0.001)  GOTO 111
      DO 2 I=1,N
            H1=(BO+X(I))
            G1=G1+DLOG(H1)
            G2=G2+(1./H1)
            G3=G3+(1./H1)**2
2     CONTINUE
      HE1=BO+DO
      H(1)=(HJ/AO) + HJ*DLOG(HE1) - G1
      H(2)=(HJ*AO/HE1) - (AO+1.)*G2
      A(1)=(-HJ/AO) + HJ*DLOG(HE1) - G1
      A(2)=(HJ/HE1) -G2
      B(1)=A(2)
      B(2)=(-HJ*AO/(HE1*HE1)) + (AO+1.)*G3
      DIT1=DET(A,B)
      IF (DABS(DET1).LT..0001) GOTO 111
      TPDTA=DET(H,B)/DET1
      TPDTB=DET(A,H)/DET1
      A1=AO-TPDTA
      B1=BO-TPDTB
      J=J+1
      IF (J.GT.25) GOTO 112
      DELA=ABS(AO-A1)
      DELB=ABS(BO-B1)
      IF ((DELA.GT.0.0001) .OR.(DELB.GT.0.0001)) GOTO 125
      IF ((DELA.LT.0.0001) .OR.(DELB.LT.0.0001)) GOTO 112
111   A1=0.5*(AO+AZ)
      B1=0.5*(BO+BZ)
      I=I+1
      IF (I.GT.100) GOTO 115
      GOTO  125
```

```
112       AML=A1
          BML=B1*1000.
          DML=DO*1000.
          GOTO 116
115       HH=0.0
116       RETURN
          END
C*****************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY PSEUDO LEAST-SQUARE METHOD  C
C*****************************************************************C
          SUBROUTINE TPPL(APL,BPL,DPL,HH)
          COMMON /L2/N/L3/X(1000)/L7/Y(1000)/L6/AO,BO,DO
          DIMENSION A(2),B(2),H(2)
          DOUBLE PRECISION G1,G2,G10,G11,G12,G13,G14,HO,TI,DBYI,DBDY,H,A,B,
     *    DET1,DET,TPDTA,TPDTB,HI
          CALL PLSY
          Y1=X(1)
          I=0
          J=0
          HH=9.0
          HI=N
          AZ=AO
          BZ=BO
          A1=AO
          B1=BO
125       AO=A1
          BO=B1
          IF (AO.LT.0.001) GOTO 111
          IF (BO.LT.0.001) GOTO 111
          DO=X(1)
          G1=0.
          G2=0.
          G10=0.
          G11=0.
          G12=0.
          G13=0.
          G14=0.
          HO=BO+DO
          DO 2 I=1,N
                    HI=(BO+X(I))
                    YI=DLOG(HI)-DLOG(HO)
                    DBYI=(1./HI) - (1./HO)
                    HBFY=(1./(HO**2)) -(1./(HI**2))
                    G1=G1+YI*YI
                    G2=G2+Y(I)*YI
                    G10=G10+YI*DBYI
                    G11=G11+Y(I)*DBYI
                    G12=G12+DBYI**2
                    G13=G13+YI*DBDY
                    G14=G14+Y(I)*DBDY
```

```
2       CONTNUE
        H(1) =AO*G1 - G2
        H(2) =AO*AO*G10 - AO*G11
        A(1) =G1
        A(2) =2.*AO*G10 +- G11
        B(1) =A(2)
        B(2) =AO*AO*(G12+G13) - AO*G14
        DET1=DET(A,B)
        IF (DABS(DET1).LT.0.0)  GOTO 111
        TPDTA=DET(H,B)/DET1
        TPDTB=DET(A,H)/DET1
        A1=AO-TPDTA
        B1=BO-TPDTB
        J=J+1
        IF (J.GT.25) GOTO  112
        DELA=ABS(AO-A1)
        DELB=ABS(BO-B1)
        IF ((DELA.GT.0.0001).OR.(DELB.GT.0.0001))  GOTO 125
        IF ((DELA.LT.0.0001).OR.(DELB.LT.0.0001))  GOTO 112
111     A1=0.5*(AO+AZ)
        B1=0.5*(BO+BZ)
        I=I+1
        IF (I.GT.100) GOTO 115
        GOTO  125
112     APL=A1
        BPL=B1*1000.
        DPL=DO*1000.
        GOTO  116
115     HH=0.0
116     RETURN
        END
        SUBROUTINE PLSY
        COMMON /L2/N/L7/Y(1000)
        H1=N+1.
        DO 25 I=1,N
            H2=H1-I
            HI=H1/H2
            Y(I)=ALOG(HI)
25      CONTINUE
        RETURN
        END
        FUNCTION DET(A,B)
        DIMENSION A(2),B(2)
        DOUBLE PRECISION DET,A,B
        DET=A(1)*B(2)-A(2)*B(1)
        RETURN
        END
```

โปรแกรมการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลตัดปลายทางซ้าย

```
      DIMENSION X(100)
      COMMON /L12/KK/L1/IX/L2/N/L3/AO,BO,DO/L4/X/L6/A,B,D,
     *              /L13/TM1,TM2
      N=100
      LL=1000
      D=3000.0
      A=605
      B=2.0
      IX1=19
      IX=19
      KK=0
      IA=0
      IB=0
      IC=0
      WRITE(6,*) 'INITIAL  IX IS ',IX3
      WRITE(6,*) 'NUMBER OF DATA 'N
      WRITE(6,*) 'DEDUCTIBLE ',D
      WRITE(6,*) 'ALPHA OF  ',A
      WRITE(6,*) 'BETA OF ',B
      I=0
      SUM1=0.
      SUM2=0.
      SUM3=0.
      SUM4=0.
      SUM5=0.
      SUM6=0.
      SUM7=0.
      SUM8=0.
      SUM9=0.
      SUM10=0.
      SUM11=0.
      SUM12=0.
      DO 12 L=1,LL
141   CALL TLSMX (A,B,D,X)
      T1=0.0
      T2=0.0
      DO 142 I=1,N
         T1=T1+ALOG ( X ( I ) )
         T2=T2+ALOG ( X ( I ) )**2
142   CONTINUE
      TLM1=T1/N
      TLM2=T2/N
      HHHH=TLM1**2
      IF (TLM2.LT.HHHH) GOTO 141
      A0=TLM1
      B0=SQRT(TLM2-HHHH)
      D0=X(1)
      I=I+1
```

```
      CALL MMOE(AMO,BMO,DMO,H1)
      CALL MMLE(AML,BML,DML,H2)
      CALL MPLE(APL,BPL,DPL,H3)
      IF (H2.EQ.0.0) THEN
         JA=JA+1
         GOTO 141
      ENDIF
      IF (H1.EQ.0.0) THEN
         JC=JC+1
         GOTO 141
      ENDIF
      IF (H3.EQ.0.0) THEN
         JB=JB+1
         GOTO 141
      ENDIF
      SUM1=SUM1+AMO
      SUM2=SUM2+BMO
      SUM3=SUM3+DMO
      SUM4=SUM4+AML
      SUM5=SUM5+BML
      SUM6=SUM6+DML
      SUM7=SUM7+APL
      SUM8=SUM8+BPL
      SUM9=SUM9+DPL
      SUM10=SUM10+(((AMO-A)**2+(BMO-B)**2+(DMO-D)**2))/3.)
      SUM11=SUM11+(((AML-A)**2+(BML-B)**2+(DML-D)**2))/3.)
      SUM12=SUM12+(((APL-A)**2+(BPL-B)**2+(DPL-D)**2))/3.)
12    CONTINUE
      HJ=LL
      PAMO=SUM1/HJ
      PBMO=SUM2/HJ
      PDMO=SUM3/HJ
      PAML=SUM4/HJ
      PBML=SUM5/HJ
      PDML=SUM6/HJ
      PAPL=SUM7/HJ
      PBPL=SUM8/HJ
      PDPL=SUM9/HJ
      TMSEMO=SQRT(SUM10/HJ)
      TMSEML=SQRT(SUM11/HJ)
      TMSEPL=SQRT(SUM12/HJ)
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM ITERATION BY ML',JA
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM ITERATION BY PL',JB
      WRITE(6,*) 'CHECK ERROR FROM ITERATION BY MO',JC
      WRITE(6,*) 'CHECK ITERATION',LL
      WRITE(6,*) 'CHECK REPLICATION',KL
      WRITE(6,114) PAMO,PBMO,PDMO,TMSEMO
      WRITE(6,114) PAML,PBML,PDML,TMSEML
      WRITE(6,114) PAPL,PBPL,PDPL,TMSEPL
114   FORMAT(1X,3F15.5,2F10.5)
```

```
      STOP
      END
C*****************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY PSEUDO LEAST-SQUARE METHOD    C
C*****************************************************************C
      SUBROUTINE MPLE(APL,BPL,DPL,H)
      COMMON /L2/N/L3/A0,B0,D0/L4/X/L6/A,B,D
      DIMENSION X(100)
      J=0
      I=0
      H=9.0
      AZ=A0
      BZ=B0
      DZ=D0
   41 A1=A0
      B1=B0
      D1=D0
      IF (I.GT.100) THEN
         H=0.0
         GOTO 14
      ENDIF
      CALL TLDEPL(A1,B1,D1,A0,B0,D0,ROR)
      IF (ROR.EQ.0.0) THEN
         A0=0.5*(A1+AZ)
         B0=0.5*(B1+BZ)
         D0=0.5*(D1+DZ)
         I=I+1
         GOTO 41
      ENDIF
      J=J+1
      IF (J.GT.25) GOTO 42
      ERA=ABS(A1-A0)
      ERB=ABS(B1-B0)
      ERD=ABS(D1-D0)
      IF (ERA.GT.DEL).OR.(ERB.GT.DEL).OR.(ERD.GT.DEL)) GOTO 41
   42 APL=A0
      BPL=B0
      DPL=D0
   14 RETURN
      END
C*****************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY MAXIMUM LIKELIHOOD    C
C*****************************************************************C
      SUBROUTINE MMLE(AML,BML,DML,H)
      COMMON /L2/N/L3/A0,B0,D0/L4/X/L6/A,B,D
      DIMENSION X(100)
      J=0
      I=0
      H=9.0
      AZ=A0
```

```
      BZ=B0
      DZ=D0
41    A1=A0
      B1=B0
      D1=D0
      IF (I.GT.100) THEN
         H=0.0
         GOTO 14
      ENDIF
      CALL TLDEML(A1,D0,A0,ROR)
      IF (ROR.EQ.0.0) THEN
         A0=0.5*(A1+AZ)
         I=I+1
         GOTO 41
      ENDIF
      J=J+1
      IF (J.GT.25) GOTO 42
      CALL HELP(RR,A0,D0,B0)
      ERA=ABS(A1-A0)
      ERB=ABS(B1-B0)
      IF (ERA.GT.DEL).OR.(ERB.GT.DEL)) GOTO 41
42    AML=A0
      BML=B0
      DML=D0
14    RETURN
      END
C*****************************************************************C
C  PARAMETER ESTIMATION BY MODIFIED MOMENT METHOD  C
C*****************************************************************C
      SUBROUTINE MMOE(AMO,BMO,DMO,H)
      COMMON /L2/N/L3/A0,B0,D0/L4/X/L6/A,B,D
      DIMENSION X(100)
      J=0
      I=0
      H=9.0
      AZ=A0
      BZ=B0
      DZ=D0
41    A1=A0
      B1=B0
      D1=D0
      IF (I.GT.100) THEN
         H=0.0
         GOTO 14
      ENDIF
      CALL TLDEMO(A1,B1,D1,A0,B0,D0,ROR)
      IF (ROR.EQ.0.0) THEN
         A0=0.5*(A1+AZ)
         B0=0.5*(B1+BZ)
         D0=0.5*(D1+DZ)
```

```
            I=I+1
            GOTO 41
          ENDIF
          J=J+1
          IF (J.GT.25) GOTO 42
          ERA=ABS(A1-A0)
          ERB=ABS(B1-B0)
          ERD=ABS(D1-D0)
          IF (ERA.GT.DEL).OR.(ERB.GT.DEL).OR.(ERD.GT.DEL)) GOTO 41
   42     AMO=A0
          BMO=B0
          DMO=D0
   14     RETURN
          END
C*****************************************************************C
C       NEWTON-RAPHSON IN PSUEDO LEAST-SQUARE METHOD      C
C*****************************************************************C
          SUBROUTINE TLDEPL(A0,B0,D0,A1,B1,D1,ROR)
          COMMON/L2/N/L4/X
          DIMENSION X(100),Y(100),A(2),B(2),H(2)
          DOUBLE PRECISION G1,G2,G3,G4,G5,G6,G7,G8,G9,G10,G11,G12,G13,G14,G15
         * ,G16,G17,G18,G19,G20,G21,G22,H1,H2,H3,H9,H,A,B,C,YD,DAYD,DBYD,DDYD
         * DAPHI0,DBPHI0,DDPHI0MHH1,H11,DADAYD,DBDAYD,DBDAYD,DDDAYD,DDYI,
         * DDAYI,DDDBYI,YX,DAYX,DBYX,DAPHI5,DBPHI5,DDPHI5,HH2,H22,DADAYX,
         * DBDBYX,YI,DAYI,DBYI,DADAYI,DBDAYI,DBDBYI,DBT1,DTTLDTA,TLDTB
         * ,TLDTD
          TOL=0.0001
          G1=0.
          G2=0.
          G3=0.
          G4=0.
          G5=0.
          G6=0.
          G7=0.
          G8=0.
          G9=0.
          G10=0.
          G12=0.
          G11=0.
          G13=0.
          G14=0.
          G15=0.
          G16=0.
          G17=0.
          G18=0.
          G19=0.
          G20=0.
          G21=0.
          G22=0.
          Y1=X(1)
```

```
ROR=9.0
IF (A0.LT.0.) GOTO 81
IF (B0.LT.0.) GOTO 81
CALL PLSY(Y)
ZZ0=(ALOG(D0)-A0)/B0
PHI0=TLPHI(ZZ0)
CALL PROB(ZZ0,PZ0)
H1=1-PZ0
IF (H1.LT.TOL) GOTO 81
YD=DLOG(H1)
DAYD=PHI0/(B0*H1)
DBYD=ZZ0*DAYD
DAPHI0=ZZ0*PHI0*ZZ0
DBPHI0=DAPHI0*ZZ0
HH1=B0*(H1**2)
IF (HH1.LT.TOL) GOTO 81
H11=1./HH1
IF (H11.LT.TOL) GOTO 81
DADAYD=(H1*DAPHI0-(PHI0**2)/B0)/H11
DBDAYD=(B0*H1*DBPHI0-PHI0*(ZZ0*PHI0+H1))/(B0*H11)
DADBYD=ZZ0*DADAYD-(DAYD/B0)
DBDBYD=ZZ0*DBDAYD-(ZZ0*DAYD/B0)
DO 43 I=1,N
    ZZ5=(ALOG((X(I)-A0)/B0
    PHI5=TLPHI5(ZZ5)
    CALL PROB(ZZ5,PZ5)
    H2=1-PZ5
    IF (H2.LT.TOL) GOTO 81
    YX=DLOG(H2)
    DAYX=PHI5/(B0**2)
    DBYX=ZZ5*DAYX
    DAPHI5=ZZ5*PHI5/B0
    DBPHI5=DAPHI5*ZZ5
    HH2=B0*(H2**2)
    IF (HH2.LT.TOL) GOTO 81
    H22=1./HH2
    IF (H22.LT.TOL) GOTO 81
    DADAYX=(H2*DAPHI5-(PHI5**2)/B0)/H22
    DBDAYX=(B0*H2*DBPHI5-PHI5*(B0*ZZ5*PHI5+H2))/(B0*H22)
    DADBYX=DBDAYX
    DBDBYX=ZZ5*DBDAYX-(ZZ5*DAYX/B0)
    YI=YD-YX
    DAYI=DAYD-DAYX
    DBYI=DBYD-DBYX
    DADAYI=DADAYD-DADAYX
    DBDAYI=DBDAYD-DBDAYX
   DADBYI=DADBYD-DADBYX
   DBDBYI=DBDBYD-DBDBYX
   G1=G1+Y(I)*DAYI
   G2=G2+YI*DAYI
```

```
                G3=G3+Y(I)*DBYI
                G4=G4+YI*DBYI
                G5=G5+Y(I)*DADAYI
                G6=G6+YI*DADAYI
                G7=G7+DAYI*DAYI
                G8=G8+Y(I)*DADBYI
                G9=G9+YI*DADBYI
                G10=G10+DAYI*DBYI
                G11=G11+Y(I)*DBDAYI
                G12=G12+YI*DBDAYI
                G13=G13+DBYI*DAYI
                G14=G14+Y(I)*DBDBYI
                G15=G15+YI*DBDBYI
                G16=G16+DBYI*DBYI
43          CONTINUE
            H(1)=G1-G2
            H(2)=G3-G4
            A(1)=G5-(G6+G7)
            A(2)=G8-(G9-G10)
            B(1)=G11-(G12+G13)
            B(2)=G14-(G15+G16)
            DET1=DT(A,B)
            IF (ABS(DET1).LT.0.0) GOTO 81
            TLDTA=DT(H,B)/DET1
            TLDTB=DT(A,H)/DET1
            A1=A0-TLDTA
            B1=B0-TLDTB
            D1=D0
            IF (A1.LT.0.) GOTO 81
            IF (B1.LT.0.) GOTO 81
            IF (D1.LT.0.) GOTO 81
            GOTO 82
81          ROR=0.0
82          RETURN
            END
C*****************************************************************C
C       NEWTON-RAPHSON IN MAXIMUM-LIKELIHOOD METHOD       C
C*****************************************************************C
            SUBROUTINE TLDRML(A0,B0,D0,A1,B1,D1,ROR)
            COMMON/L2/N/L4/X
            DIMENSION X(100)
            DOUBLE PRECISION TLDTA,TLDTD,DET
            Y1=X(1)
            ROR=9.0
            HJ=N
            S1=0.
            S2=0.
            IF (A0.LE.0.0) GOTO 71
            DO 92 II=1,N
                    S1=S1+(ALOG(X(II))-A0)
```

```
                S2=S2+(ALOG(X(II))-A0)**2
92      CONTINUE
        S0=ALOG(D0) - A0
        HHI=S2-S1*S0
        IF (HHI.LE.0.) GOTO 71
        B0=SQRT(HHI/HJ)
        G1=0.
        G2=0.
        DO 91 I=1,N
                ZZ5=(ALOG(X(I)) A0)/B0
                G1=G1+ZZ5
                G2=G2+ZZ5**2
91      CONTINUE
        ZZ0=(ALOG(D0)-A0)/B0
        PHI0=TLPHI(ZZ0)
        CALL PROB(ZZ0,PZ0)
        HHJ=1.-PZ0
        GA=G1-HJ*PHI0/HHJ
        DAZ0=(1.-ZZ0*DB)/B0
        DAPHI0=PHI0*ZZ0*DB
        DAPZ0= -PHI0*DAZ0
        DAG1=(HJ+G1*DB)/B0
        DGA=DAG1-HJ*(HHJ*DAPHI0-PHI0*DAPZ0)/(HHJ**2)
        IF (ABS(DGA).LT.0.0001) GOTO 72
        DET1=GA/DGA
        A1=A0-DET1
        GOTO 72
71      ROR=0.
72      RETURN
        END
        SUBROUTINE HELP(RR,A0,B0,D0,B1)
        COMMON /L2/N/LA/X(100)
        RR=9.0
        IF (A0.LT.0.0001) GOTO 115
        IF (D0.LT.0.0001) GOTO 115
        HJ=N
        S1=0.
        S2=0.
        DO 92 II=1,N
                S1=S1+(ALOG(X(II))-A0)
                S2=S2+(ALOG(X(II))-A0)**2
92      CONTINUE
        S0=ALOG(D0) - A0
        HHI=S2-S1*S0
        IF (HHI.LE.0.) GOTO 71
        B0=SQRT(HHI/HJ)
        GOTO 116
115     RR=0.0
116     RETURN
        END
```

```
      SUBROUTINE TLSMX(TLALP,TLBET,TLDED,TLDTX)
      DOUBLE PRECISION PHI,FAULT
      COMMON / L1/ IX/ L2/ N
      DIMENSION TLDTX(1000)
      DO 152 I=1,N
111               TLDTX(I) = DTX(TWALP,TWBET)
                  IF (TLDTX(I).LE.TWDED) GOTO 111
152   CONTINUE
      CALL SSORT(TWDTX)
      RETURN
      END
      FUNTION RAND(IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX .LT. 0) IX = IX+2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*0.465661E-9
      RETURN
      END
      FUNCTION DTX(AL,BE)
      COMMON /L1/IX /L12/KK
      PI=3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND(IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTOW)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTOW)
      DTX = EXP(ZONE*SD+RMEAN)
      KK=1
      GOTO 15
10    DTX = EXP(ZONE*SD+RMEAN)
      KK = 0
15    RETURN
      END
      SUBROUTINE SSORT(X)
      COMMON /L2/ N
      DIMENSION X(100)
      LAST = NB-1
      DO 6 K=1,LAST
                  M=K
                  NEXT = K+1
                  DO 7 IN=NEXT,NB
                              IF (X(IN)  LT. X(M))  M=IN
7                 CONTINUE
                  IF (M .NE.K) THEN
                  TEMP = X(M)
                  X(M) = X(K)
                  X(K) = TEMP
                  ENDIF
6     CONTINUE
      RETURN
```

```
      END
      FUNCTION TLPHI(ZZ)
      TLPHI=(1./2.5066282746)*EXP(-ZZ**2/2.)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE PROB(Z0,P0)
      TLZ0=TLPHI0(Z0)
      TLWW=1./(1.+0.33267*ABS(Z0))
      TLP=1.-TLZ0*(0.4361836*TLWW-0.1201676*(TLWW**2)
     *  + 0.937298*(TLWW**3))
      IF (Z0.GE.0.) THEN
         P0=TLP
      ELSE
         P0=1.-TLP
      ENDIF
      RETURN
      END
```

โปรแกรมการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบเอกซโพเนนเชียลตัดปลายทางซ้าย

```
      DIMENSION X(1000),Y(1000)
      COMMON  /L1/IX/L2/N/L3/X/L5/B,D/L7/Y/L8/SM1,SM2
      IX=19
      B=200.0
      D=500.0
      N=10
      HJ=N
      LI=1000
      WRITE(6,*) 'ESTIMATION PARAMETER FROM LEFT-TRUNCATED EXPONENTIAL'
      WRITE(6,*) 'PARAMETER BTA(B) IS',B
      WRITE(6,*) 'PARAMETER DEDUCTIBLE(D) IS',DD
      WRITE(6,*) 'NUMBER OF DATA IS',N
      SUM1=0.0
      SUM2=0.0
      SUM3=0.0
      SUM4=0.0
      SUM5=0.0
      SUM6=0.0
      SUM7=0.0
      SUM8=0.0
      SUM9=0.0
      SUM10=0.0
      SUM11=0.0
      SUM12=0.0
      DO 125  K=1,LI
      KK=KK+1
      CALL TESMX
      CALL PLSY(SUMY)
      S1=SUMY
      HJ=N
      TM1=SM1/HJ
```

```
      Y1=X(1)
      DMO=(HJ*Y1-TM1)/(HJ-1)
      BMO=HJ*(TM1-Y1)/(HJ-1)
      DML=Y1
      BML=TM1-Y1
      G1=0.0
      G2=0.0
      DO 101 IL=1,N
          G0=X(IL)-Y1
          G1=G1+(G0**2)
          G2=G2+Y(IL)*G0
101   CONTINUE
      BPL=G1/G2
      DPL=Y1
      SUM1=SUM1+DMO
      SUM2=SUM2+BMO
      SUM3=SUM3+DML
      SUM4=SUM4+BML
      SUM5=SUM5+DPL
      SUM6=SUM6+BPL
      SUM7=SUM7+(DMO-D)**2
      SUM8=SUM8+(BMO-B)**2
      SUM9=SUM9+(DML-D)**2
      SUM10=SUM10+(BML-B)**2
      SUM11=SUM11+(DPL-D)**2
      SUM12=SUM12+(BPL-B)**2
125   CONTINUE
      HH=LK
      DEMO=SUM1/HH
      BEMO=SUM2/HH
      DEML=SUM3/HH
      BEML=SUM4/HH
      DEPL=SUM5/HH
      BEPL=SUM6/HH
      TMSEMO=SQRT((SUM7+SUM8)/(2*HH))
      TMSEML=SQRT((SUM9+SUM10)/(2*HH))
      TMSEPL=SQRT((SUM11+SUM12)/(2*HH))
      WRITE(6,*) DEMO,DEMO,TMSEMO
      WRITE(6,*) DEML,DEML,TMSEML
      WRITE(6,*) DEPL,DEPL,TMSEPL
      STOP
      END
      SUBROUTINE TLSMX
      COMMON / L1/ DX/ L3/ TWDTX/ LS/ TWBET,TWDED/ L2/ N/L8/SUM,SQR
      DIMENSION TWDTX(1000)
      SUM=0.0
      SQR=0.0
      DO 152 I=1,N
111               TWDTX(I) = DTX(TWBET)
                  IF (TWDTX(I).LE.TWDED) GOTO 111
```

```
                SUM=SUM+TWDTX(I)
                SQR=SQR+TWDTX(I)**2
152         CONTINUE
            CALL SSORT(TWDTX,N)
            RETURN
            END
            FUNTION DTX(BB)
            COMMON /L1/ IX
            FX = RAND(IX)
            P1 = ALOG(1-FX)
            DTX = (-BB*P1)
            RETURN
            END
            FUNTION RAND(IX)
            IX = IX*16807
            IF (IX .LT. 0) IX = IX+2147483647+1
            RAND = IX
            RAND = RAND*0.465661E-9
            RETURN
            END
            SUBROUTINE SSORT(X,NB)
            DIMENSION X(1000)
            LAST = NB-1
            DO 6 K=1,LAST
                M=K
                NEXT = K+1
                DO 7 IN=NEXT,NB
                    IF (X(IN) .LT. X(M))  M=IN
7               CONTINUE
                IF (M .NE.K) THEN
                TEMP = X(M)
                X(M) = X(K)
                X(K) = TEMP
                ENDIF
6           CONTINUE
            RETURN
            END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอารีรัตน์ อนุชน เกิดเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2513 ที่อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(วท.บ.) จากภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วท.ม.) ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งนักวิเคราะห์นโยบายและแผน 3 ฝ่ายติดตามและประเมินผล กองแผนงานและงบประมาณ กรมชลประทาน(สามเสน) กรุงเทพฯ