รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธีระพร วีระถาวร. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง : โครงสร้างและความหมาย. กรุงเทพฯ : พิทักษ์การพิมพ์. 2531.

นันทวัน บำรุงสวัสดิ์. " การเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยเมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

นันทา วงษ์วิโรจน์. " สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

สมจิต วัฒนาชยากูล. สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประกายพรึก. 2532.

สุพรรณี อร่ามวัฒนกุล. " สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองชุด " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ภาษาอังกฤษ

Brown, M. B. and Forsythe, A. B. (1974). The ANOVA and Multiple comparisons for data with hetrogeneous variances. Biometrics. 30, 719-724.

Cochran, William G. and Cox, Gertrude M. , Experimental Design. (2nd. ed.). New York : John Wiley & Sons, 1975.

Edward, J. Dudewicz and Thomas A.Bishop (1978). Exact Analysis of Variance with Unequal Variances : Test Procedures and Tables. Technometrics, 20, 419-431.

Graybill, F. A. An introduction to linear statistical models. (voi. 1). New York : McGraw-Hill Book company, Inc., 1961.

_____. and Deal, A. B. (1959). Combining unbiased estimators. Biometrics. 15, 543-550.

Kirk, Roger E. Introductory Statistics.California : Brooks/Cole Publishing Company, 1978.

Lee, Wayne. Experimental Design and Analysis. San Francisco : W. H. Freeman and Company, 1975

Minium, Edward W. Statistical Resoning in Psychology and Education. (2nd. ed.). New York : John Wiley & Sons, 1970.

R.G. Krutchkoff. (1988) one-way fixed effects analysis of variance when the error variances may be unequal. j. statist. comput. simul. 30, 259-271.

Scheffe, Henry. The Analysis of Variance. New york : John Wiley & Sons, Inc., 1959.

Welch, B. L. (1938). The significance of the difference between two means when the population variances are unequal. Biometrika. 29, 350-362.

ภาคผนวก

การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

การกำหนดให้ความแปรปรวนของประชากร แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันเป็นอัตราส่วน 3 ระดับ คือ แตกต่างกันน้อย แตกต่างกันปานกลาง และแตกต่างกันมาก กำหนดความแตกต่างตามวิธีการของ Games และ Probert (1972) โดยใช้ค่านอนเซนทรัลลิตี้พารามิเตอร์ หรือ ϕ (Noncentrality parameter) เป็นตัววัดความแตกต่างของความแปรปรวน ดังต่อไปนี้

1. อัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย มีค่า ϕ อยู่ระหว่าง (0,1.5)
2. อัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันปานกลางมีค่า ϕ อยู่ระหว่าง (1.5, 3.0)
3. อัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันมากมีค่า ϕ มากกว่า 3.0

โดยมีการคำนวณค่า ϕ จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\phi^2 = \sum(\sigma_k^2 - \sigma^2)^2 / k\sigma_1^2$$

เมื่อ σ^2 เป็นค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความแปรปรวนของประชากร K กลุ่ม

$$\sigma^2 = (\pi\sigma_k^2)^{1/k}$$

วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบ Maximum Likelihood

ให้ $\bar{x}_1$ เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของ μ มีความแปรปรวนคือ σ_1^2

$\bar{x}_2$ เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของ μ มีความแปรปรวนคือ σ_2^2

$\bar{x}_1$ และ $\bar{x}_2$ เป็นอิสระจากกัน ดังนั้นตัวประมาณค่าค่าเฉลี่ยร่วมที่ดีที่สุด ความแปรปรวนต่ำสุด และ ไม่เอนเอียงเชิงเส้น (the best (minimum-variance) linear unbiased estimator) ของ μ คือ

$$\bar{x} = \frac{\sigma_2^2 \bar{x}_1 + \sigma_1^2 \bar{x}_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

พิสูจน์

ตัวประมาณค่าเชิงเส้นของ μ หมายถึงผลรวมเชิงเส้นของ $\bar{x}_1$ และ $\bar{x}_2$ ซึ่งจะอยู่ในรูป

$$y = \alpha_1 \bar{x}_1 + \alpha_2 \bar{x}_2$$

ต้องการหาค่าของ α_1 และ α_2 ที่ทำให้ y เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของ μ นั่นคือ $E(y) = \mu$ และทำให้ความแปรปรวนของ y มีค่าต่ำสุด ดังนั้น

$$\begin{aligned} E(y) = \mu &= E(\alpha_1 \bar{x}_1 + \alpha_2 \bar{x}_2) \\ &= \alpha_1 \mu + \alpha_2 \mu \\ &= (\alpha_1 + \alpha_2)\mu \\ (\alpha_1 + \alpha_2) &= 1 \\ \alpha_1 &= 1 - \alpha_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(y) &= V(\alpha_1 \bar{x}_1 + \alpha_2 \bar{x}_2) \\ &= \alpha_1^2 V(\bar{x}_1) + \alpha_2^2 V(\bar{x}_2) \\ &= \alpha_1^2 \sigma_1^2 + \alpha_2^2 \sigma_2^2 \\ &= \alpha_1^2 \sigma_1^2 + (1 - \alpha_1)^2 \sigma_2^2 \end{aligned}$$

ตัวที่ไม่ทราบค่า คือ α_1 จะประมาณค่า α_1 ได้ดังนี้

$$\frac{d\,V(y)}{d\,\alpha_1} = 2\alpha_1\sigma_1^2 - 2(1-\alpha_1)\sigma_2^2 = 0$$

จะได้ $$\alpha_1 = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$$

และ $$\alpha_2 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$$

$$y = \frac{\sigma_2^2\,\bar{x}_1 + \sigma_1^2\,\bar{x}_2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2} \quad \text{และ} \quad y = \bar{x}$$

กรณีที่เราไม่ทราบค่าของ σ_1^2 และ σ_2^2 เราสามารถแทนค่านี้ด้วยตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงคือ s_1^2 และ s_2^2

```
/INC OSJE
SYSTEM='VSE'
* $$ JOB JNM=ZECVCASE,CLASS=6
* $$ PRT CLASS=M,DEST=(,MUSIC)
// JOB ZECVCASE
// OPTION LINK,NODUMP
// EXEC VFORTRAN,SIZE=AUTO
C*************************************************************
C                TEST FOR EQUALITY OF MEAN
C       RATIO OF POPULATION VARIANCES ARE 1.0:2.0:3.0
C*************************************************************
    DOUBLE PRECISION RNGA,EA,RNG(3),E(3),TG(3),TS
    DOUBLE PRECISION AS,AK
    DOUBLE PRECISION SSQ(3),SQNO(55),SQNOO(50)
    DOUBLE PRECISION FAR1,FAR2,FAR3
    DOUBLE PRECISION AA,BB,MXBAR
    DOUBLE PRECISION ANT1,ANT2,ANT3,NN
    DOUBLE PRECISION AMED,SUMQ,SUMI,SS
    DOUBLE PRECISION SST,SSB,SSW,HK1,HK2,HK3
    DIMENSION SUM(3),AMEAN(3),NOD1(50),NOD2(50),NOD3(55)
    DIMENSION FAIR1(50),FAIR2(50),FAIR3(55)
    DIMENSION BOI1(50),BOI2(50),BOI3(55)
    DIMENSION SUMT(3),SSQQ(3),AMEANN(3),SSS(3)
    DIMENSION NG(3),Q(3),XBTG(3),XBWG(3)
    DIMENSION H(3),S2WG(3),W(3),V(3),SDWG(3),AH(3),STFG(3)
    DIMENSION V2(10),AXBAR(3),S2(3)
    REAL MSB,MSW
    REAL NOD1,NOD2,NOD3,G
    COMMON/SEED/AMED(3),SUMQ(3),SUMI(3)
    COMMON/MIN/SS(3)
```

```
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      COMMON/HOME/MXBAR
      COMMON/HEAL/FAR1,FAR2,FAR3
      COMMON/BAG/ANT1,ANT2,ANT3
      SUM(1)=0.
      SUM(2)=0.
      SUM(3)=0.
      SUMT(1)=0.
      SUMT(2)=0.
      SUMT(3)=0.
C*******************************
C       SET SAMPLE SIZE
C*******************************
      N1=10
      N2=10
      N3=10
      NL=N1+N2+N3
      Y=0.
      IA1=8643
      IA2=9457
      IA3=5901
C*********************************************
C          SET NUMBER REJECTIONS
C*********************************************
C------------ANOVA OF TEST-------------------
      CFT01=0.
      CFT05=0.
C-----------TRANSFORM DATA-------------------
      RTF01=0.
      RTF05=0.
```

```
C-------------TRIMMED F--------------------
C-----------------G=0%-----------------
      TF101=0.
      TF102=0.
C----------BROWN AND FORSYTHE TEST----------
      RBF01=0.
      RBF05=0.
C----------GRAYBILL AND DEAL---------------
C-----------------G=0%---------------------
      CFS01=0.
      CFS05=0.
C*********************************
C         REPEAT
C*********************************
     LL=600.
     DO 500 IK=1,LL
C------------------------------
     EX=1.
     STD=1.
     DO 10 I=1,10
     NOD1(I)=0.
     IF(Y.NE.0) GOTO 2
     CALL NORM1(EX,STD,X,Y)
     GOTO 3
  2  X=Y
     Y=0
     F1=X
     X1=F1+21
  3  X1=X+21
     NOD1(I)=X1
```

```
 10  CONTINUE
C-----------------------------
     EX=1.
     STD=2.
     DO 11 J=1,10
     NOD2(J)=0
     IF(Y.NE.0) GOTO 4
     CALL NORM2(EX,STD,X,Y)
     GOTO 5
  4  X=Y
     Y=0
     F2=X
    X2=F2+21
  5  X2=X+21
     NOD2(I)=X2
 11  CONTINUE
C-----------------------------------
     EX=1.
     STD=3.
     DO 12 K=1,10
     NOD3(K)=0
     IF(Y.NE.0) GOTO 6
     CALL NORM3(EX,STD,X,Y)
     GOTO 7
  6  X=Y
     Y=0
     F3=X
     X3=F3+21
  7  X3=X+21
     NOD3(I)=X3
```

```
   2  CONTINUE
C-----------------------------------
C  OVERALL SORTED OBSERVATION
C-----------------------------------
      NN1=N1
      DO 330 J=1,NN1
      U(J)=NOD1(J)
 330  CONTINUE
      NN2=N2
      DO 331 J=1,NN2
      U(NN1+J)=NOD2(J)
 331  CONTINUE
      NN3=N3
      NN4=NN1+NN2
      DO 334 J=1,NN3
      U(NN4+J)=NOD3(J)
 334  CONTINUE
      NL=N1+N2+N3
      NT=NL-1
      DO 335 I=1,NT
      IB=I+1
      DO 335 J=IB,NL
       IF (U(I).GT.U(J)) THEN
         TEMP=U(I)
         U(I)=U(J)
         U(J)=TEMP
      END IF
 335  CONTINUE
C-----------------------------------
      SUMK=0.
```

```
      SUMKK=0.
      SSQKK=0.
      SSQK=0.
      BOSS1=0.
      DO 50 K=1,10
      SUMKK=SUMKK+ALOG10(NOD1(K))
      SUMK=SUMK+NOD1(K)
      SQNO(K)=NOD1(K)**2
      SQNOO(K)=(ALOG10(NOD1(K)))**2
      SSQK=SSQK+SQNO(K)
      SSQKK=SSQKK+SQNOO(K)
   50 CONTINUE
      SUM(1)=SUMK
      SUMT(1)=SUMKK
      SSQ(1)=SSQK
      SSQQ(1)=SSQKK
      AMEAN(1)=SUM(1)/N1
      AMEANN(1)=SUMT(1)/N1
      S2(1)=(SSQ(1)-(SUM(1)**2/N1))/(N1-1)
      SSS(1)=SSQQ(1)-(N1*AMEANN(1)**2)
C-----------------------------
      SUMK=0.
      SUMKK=0.
      SSQK=0.
      SSQKK=0.
      BOSS2=0.
      DO 110 K=1,10
      SUMK=SUMK+NOD2(K)
      SUMKK=SUMKK+ALOG10(NOD2(K))
      SQNO(K)=NOD2(K)**2
```

```
      SQNOO(K)=(ALOG10(NOD2(K)))**2
      SSQK=SSQK+SQNO(K)
      SSQKK=SSQKK+SQNOO(K)
  110 CONTINUE
      SUM(2)=SUMK
      SUMT(2)=SUMKK
      SSQ(2)=SSQK
      SSQQ(2)=SSQKK
      AMEAN(2)=SUM(2)/N2
      AMEANN(2)=SUMT(2)/N2
      S2(2)=(SSQ(2)-(SUM(2)**2/N2))/(N2-1)
      SSS(2)=SSQQ(2)-(N2*AMEANN(2)**2)
C-----------------------------
      SUMK=0.
      SUMKK=0.
      SSQK=0.
      SSQKK=0.
      BOSS3=0.
      DO 150 K=1,10
      SUMK=SUMK+NOD3(K)
      SUMKK=SUMKK+ALOG10(NOD3(K))
      SQNO(K)=NOD3(K)**2
      SQNOO(K)=(ALOG10(NOD3(K)))**2
      SSQK=SSQK+SQNO(K)
      SSQKK=SSQKK+SQNOO(K)
  150 CONTINUE
      SUM(3)=SUMK
      SUMT(3)=SUMKK
      SSQ(3)=SSQK
      SSQQ(3)=SSQKK
```

```
      AMEAN(3)=SUM(3)/N3
      AMEANN(3)=SUMT(3)/N3
      S2(3)=(SSQ(3)-(SUM(3)**2/N3))/(N3-1)
      SSS(3)=SSQQ(3)-(N3*AMEANN(3)**2)
C-----------------------------
      L=3
      CALL FTEST(SSQ,SUM,N1,N2,N3,L,F)
      FT1=F
      IF(FT1.GT.5.49) CFT01=CFT01+1
      IF(FT1.GT.3.35) CFT05=CFT05+1
      CALL TRANF(SSQQ,SUMT,N1,N2,N3,L,FTRAN)
      IF(FTRAN.GT.5.49) RTF01=RTF01+1
      IF(FTRAN.GT.3.35) RTF05=RTF05+1
      CALL SORT1(NOD1,H,XBTG,STFG,SVH1)
      CALL SORT2(NOD2,H,XBTG,STFG,SVH2)
      CALL SORT3(NOD3,H,XBTG,STFG,SVH3)
      CALL TSORT(H,XBTG,STFG,SVH1,SVH2,SVH3,TF)
      IF (TF.GT.5.94) TF101=TF101+1
      IF (TF.GT.3.52) TF102=TF102+1
      CALL TEST1(AMEAN,SSQ,SUM,N1,N2,N3,S2,L,XXBAR)
      DO 501 K=1,10
        BOI1(K)=(NOD1(K)-XXBAR)**2
        BOSS1=BOSS1+BOI1(K)
501   CONTINUE
      DO 502 K=1,10
      BOI2(K)=(NOD2(K)-XXBAR)**2
      BOSS2=BOSS2+BOI2(K)
502   CONTINUE
      DO 503 K=1,10
      BOI3(K)=(NOD3(K)-XXBAR)**2
```

```
      BOSS3=BOSS3+BOI3(K)
  503 CONTINUE
      CALL FTEST1(AMEAN,SSQ,SUM,N1,N2,N3,S2,L,XXBAR,
     *BOSS1,BOSS2,BOSS3,F1)
      IF(F1.GT.5.49) CFS01=CFS01+1
      IF(F1.GT.3.35) CFS05=CFS05+1
      CALL BANDF(SUM,N1,N2,N3,AMEAN,S2,BF)
      IF (BF.GT.5.59) RBF01=RBF01+1
      IF (BF.GT.3.40) RBF05=RBF05+1
    500 CONTINUE
C*************************************************************
C     WRITE THE NUMBER OF REJECTIONS FOR EACH STATISTIC
C*************************************************************
      WRITE(6,567) LL,
     *CFT01,CFT05,RTF01,RTF05,TF101,TF102,RBF01,RBF05,
     *CFS01,CFS05,CF101,CF105
  567 FORMAT(/,5X,'NUMBER OF REJECTIONS IN',I5,3X,'TIMES'
     */5X,'ANOVA F TEST=',F12.5,10X,F12.5
     */5X,'TRANSFORM DATA=',F12.5,10X,F12.5
     */5X,'TRIMMED F(G=10%)=',F12.5,10X,F12.5
     */5X,'BROWN & FORSYTHE=',F12.5,10X,F12.5
     */5X,'GRAYBILL & DEAL=',F12.5,10X,F12.5
     */5X,'GRAYBILL & DEAL(G=10%)=',F12.5,10X,F12.5)
      STOP
      END
```

```
C************************************
C  SUBROUTINE SUBPROGRAM NAME F TEST
C************************************
      SUBROUTINE FTEST(SSQ,SUM,N1,N2,N3,L,F)
      DIMENSION SUM(3)
      DOUBLE PRECISION SSQ(3)
      DOUBLE PRECISION SST,SSB,SSW
      REAL MSB,MSW
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      SST=(SSQ(1)+SSQ(2)+SSQ(3))-((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL
      SSB=(SUM(1)**2)/N1+(SUM(2)**2)/N2+(SUM(3)**2)/N3
     *-((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL
      SSW=SST-SSB
      MSB=SSB/(L-1)
      MSW=SSW/(NL-L)
      F=MSB/MSW
      RETURN
      END
C*************************************************************
C                BROWN AND FORSYTHE TEST
C*************************************************************
      SUBROUTINE BANDF(SUM,N1,N2,N3,AMEAN,S2,BF)
      DIMENSION SUM(3),S2(3),AMEAN(3)
      DOUBLE PRECISION HK1,HK2,HK3
      REAL SUMUB,SUMLB
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
       SVH=0.
        SUMUB=0.
        SUMLB=0.
        NL=N1+N2+N3
```

```
      SVB=0.
      XXBAR=(SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))/NL
        SUMUB=(N1*(AMEAN(1)-XXBAR)**2)+(N2*(AMEAN(2)-XXBAR)**2)
     *+(N3*(AMEAN(3)-XXBAR)**2)
        HK1=((NL-N1)/FLOAT(NL))*S2(1)
        HK2=((NL-N2)/FLOAT(NL))*S2(2)
        HK3=((NL-N3)/FLOAT(NL))*S2(3)
        SUMLB=HK1+HK2+HK3
          BF=SUMUB/SUMLB
      RETURN
      END
C************************************
C  SUBROUTINE SUBPROGRAM NAME F TEST
C************************************
      SUBROUTINE TRANF(SSQQ,SUMT,N1,N2,N3,L,FTRAN)
      DIMENSION SUMT(3),SSQQ(3)
      DOUBLE PRECISION SST,SSB,SSW
      REAL MSB,MSW
     COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
     SST=(SSQQ(1)+SSQQ(2)+SSQQ(3))-((SUMT(1)+SUMT(2)+SUMT(3))**2)/NL
      SSB=(SUMT(1)**2)/N1+(SUMT(2)**2)/N2+(SUMT(3)**2)/N3
     *-((SUMT(1)+SUMT(2)+SUMT(3))**2)/NL
      SSW=SST-SSB
     MSB=SSB/FLOAT(L-1)
     MSW=SSW/FLOAT(NL-L)
     FTRAN=MSB/MSW
     RETURN
     END
```

```
C*****************************************************
C  SUBROUTINE SUBPROGRAM NAME F (GRAYBILL&DEAL)TEST
C*****************************************************
      SUBROUTINE TEST1(AMEAN,SSQ,SUM,N1,N2,N3,S2,L,XXBAR)
      DIMENSION SUM(3),AMEAN(3),S2(3)
      DOUBLE PRECISION SSQ(3)
      DOUBLE PRECISION SST,SSB,SSW
      REAL MSW,MSB
      AA =((AMEAN(1)*N1)/S2(1))+
     *((AMEAN(2)*N2)/S2(2))+
     *((AMEAN(3)*N3)/S2(3))
      BB =(N1/S2(1))+(N2/S2(2))+(N3/S2(3))
      XXBAR = AA/BB
      RETURN
      END
C*****************************************************
C  SUBROUTINE SUBPROGRAM NAME F (GRAYBILL&DEAL)TEST
C*****************************************************
      SUBROUTINE FTEST1(AMEAN,SSQ,SUM,N1,N2,N3,S2,L,XXBAR,
     *BOSS1,BOSS2,BOSS3,F1)
      DIMENSION SUM(3),AMEAN(3),S2(3)
      DOUBLE PRECISION SSQ(3)
      DOUBLE PRECISION SST,SSB,SSW
      REAL MSW,MSB
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      AA =((AMEAN(1)*N1)/S2(1))+
     *((AMEAN(2)*N2)/S2(2))+
     *((AMEAN(3)*N3)/S2(3))
      BB =(N1/S2(1))+(N2/S2(2))+(N3/S2(3))
      XXBAR = AA/BB
```

```
      SST   = BOSS1+BOSS2+BOSS3
      SSB   = (N1*(AMEAN(1)-XXBAR)**2)+
     *(N2*(AMEAN(2)-XXBAR)**2)+
     *(N3*(AMEAN(3)-XXBAR)**2)
      SSW   =SST-SSB
      MSB   =SSB/FLOAT(L-1)
      MSW=SSW/FLOAT(NL-L)
      F1=MSB/MSW
      RETURN
      END
C************************************
C          SORT
C************************************
      SUBROUTINE SORT1(X,H,XBTG,STFG,SVH1)
      DOUBLE PRECISION RNGA,EA,RNG(3),E(3),TG(3),TS
      DOUBLE PRECISION AS,AK
      DIMENSION X(50)
      DIMENSION NG(3),Q(3),XBTG(3),XBWG(3),H(3)
      DIMENSION S2WG(3),V(3),SDWG(3),AH(3),STFG(3)
      REAL TF,G
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      N1=10
      N2=10
      N3=10
      NL=N1+N2+N3
      ID = N1-1
      DO 222  I = 1,ID
          IB = I+1
        DO 222  J= IB,N1
          IF(X(I).GT.X(J)) THEN
```

```
          TEMP = X(I)
          X(I)= X(J)
          X(J)= TEMP
         END IF
222   CONTINUE
         G=0.
         RNG(1)=N1*G
         TG(1)=N1*G
         NG(1) =(N1*G)+0.5
         NS  =NG(1)+1
         AS=TG(1)+1
         TS=AS+1
         IS = NG(1)+2
         E(1)=RNG(1)-NG(1)
         Q(1)=NG(1)+1
        NK = N1-NS
        AK=N1-AS
        IK=N1-NS
        SUMR=0.
        DO 110 J=IS,IK
        SUMR=SUMR+X(J)
110   CONTINUE
     XBTG(1)=(SUMR+((1-E(1))*(X(NS)+X(IK+1))))
    */(N1-2*RNG(1))
     XBWG(1)=(SUMR+NS*((1-E(1))*(X(NS)+X(IK+1))+
    *E(1)*(X(NS+1)+X(IK))))/N1
     SUMRR=0.
      DO 114 J=IS,NK
       SUMRR =SUMRR+(X(J)-XBWG(1))**2
114    CONTINUE
```

```
      SDWG(1)=SUMRR+NS*
     *(((1-E(1))*X(NS)+E(1)*X(NS+1)-XBWG(1))**2
     *+((1-E(1))*X(NK+1)+E(1)*X(NK)-XBWG(1))**2)
C*************************************************************************
C                    TRIMMED F
C*************************************************************************
      AH(1)=0.
      AH(2)=0.
      AH(3)=0.
      AW=0.
      SUMHX=0.
        H(1)=(1-2*G)*N1
        H(2)=(1-2*G)*N2
        H(3)=(1-2*G)*N3
        AH(1)=H(1)
        AH(2)=H(2)
        AH(3)=H(3)
        S2WG(1)=SDWG(1)/(H(1)-1)
        SUMHX=SUMHX+H(1)*XBTG(1)
      XDTG=SUMHX/AH(1)
      STFGU=0.
      SVH1=0.
      STFG(1)=(1-H(1)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(1)
      SVH1   =(1-H(1)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(1)
      RETURN
      END
```

```
C***********************************
C          SORT
C***********************************
      SUBROUTINE SORT2(X,H,XBTG,STFG,SVH2)
      DOUBLE PRECISION RNGA,EA,RNG(3),E(3),TG(3),TS
      DOUBLE PRECISION AS,AK
      DIMENSION X(50)
      DIMENSION NG(3),K(3),Q(3),XBTG(3),XBWG(3),H(3)
      DIMENSION S2WG(3),V(3),SDWG(3),AH(3),STFG(3)
      REAL TF,G
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3NL,N(3),U(150)
      N1=10
      N2=10
      N3=10
      NL=N1+N2+N3
      ID = N2-1
      DO 222  I = 1,ID
         IB = I+1
        DO 222  J= IB,N2
          IF(X(I).GT.X(J)) THEN
           TEMP = X(I)
            X(I)= X(J)
            X(J)= TEMP
          END IF
222   CONTINUE
       G=0.
       RNG(2)=N2*G
       TG(2)=N2*G
       NG(2) =(N2*G)+0.5
       AS=TG(2)+1
```

```
      TS=AS+1
      IS=NG(2)+2
      NS=NG(2)+1
      E(2)=RNG(2)-NG(2)
      Q(2)=NG(2)+1
      SUMR=0.
      NK=N2-NS
      AK=N2-AS
      IK=N2-NS
      DO 110 J=IS,IK
      SUMR=SUMR+X(J)
110   CONTINUE
     XBTG(2)=(SUMR+((1-E(2))*(X(NS)+X(IK+1))))
    */(N2-2*RNG(2))
     XBWG(2)=(SUMR+NS*((1-E(2))*(X(NS)+X(IK+1))+
    *E(2)*(X(NS+1)+X(IK))))/N2
     SUMRR=0.
      DO 114 J=IS,NK
       SUMRR =SUMRR+(X(J)-XBWG(2))**2
114   CONTINUE
       SDWG(2)=SUMRR+NS*
    *(((1-E(2))*X(NS)+E(2)*X(NS+1)-XBWG(2))**2
    *+((1-E(2))*X(NK+1)+E(2)*X(NK)-XBWG(2))**2)
C*************************************************************************
C                    TRIMMED F
C*************************************************************************
      AH(1)=0.
      AH(2)=0.
      AH(3)=0.
      AW=0.
```

```
      SUMHX=0.
        H(1)=(1-2*G)*N1
        H(2)=(1-2*G)*N2
        H(3)=(1-2*G)*N3
        AH(1)=H(1)
        AH(2)=H(2)
        AH(3)=H(3)
        S2WG(2)=SDWG(2)/(H(2)-1)
        SUMHX=SUMHX+H(2)*XBTG(2)
      XDTG=SUMHX/AH(2)
      STFGU=0.
      SVH2=0.
      STFG(2)=(1-H(2)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(2)
      SVH2  =(1-H(2)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(2)
      RETURN
      END
C************************************
C         SORT
C************************************
    SUBROUTINE SORT3(X,H,XBTG,STFG,SVH3)
    DOUBLE PRECISION RNGA,EA,RNG(3),E(3),TG(3),TS
    DOUBLE PRECISION AS,AK
    DIMENSION X(55)
    DIMENSION NG(3),K(3),Q(3),XBTG(3),XBWG(3),H(3)
    DIMENSION S2WG(3),V(3),SDWG(3),AH(3),STFG(3)
    REAL TF,G
    COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
    N1=10
    N2=10
    N3=10
```

```
      NL=N1+N2+N3
      ID = N3-1
      DO 222  I = 1,ID
          IB = I+1
        DO 222  J= IB,N3
          IF(X(I).GT.X(J)) THEN
           TEMP = X(I)
           X(I)= X(J)
           X(J)= TEMP
          END IF
  222   CONTINUE
        G=0.
        RNG(3)=N3*G
        TG(3)=N3*G
        NG(3) =(N3*G)+0.5
        Q(3)  =NG(3)+1
        NS = NG(3)+1
        AS = TG(3)+1
        TS=AS+1
        IS=NG(3)+2
        E(3)=RNG(3)-NG(3)
        NK=N3-NS
        AK=N3-AS
        IK=N3-NS
        SUMR=0.
        DO 110 J=IS,IK
        SUMR=SUMR+X(J)
  110   CONTINUE
      XBTG(3)=(SUMR+((1-E(3))*(X(NS)+X(IK+1))))
     */(N3-2*RNG(3))
```

```
      XBWG(3)=(SUMR+NS*((1-E(3))*(X(NS)+X(IK+1))+
     *E(3)*(X(NS+1)+X(IK))))/N3
      SUMRR=0.
       DO 114 J=IS,NK
        SUMRR =SUMRR+(X(J)-XBWG(3))**2
  114   CONTINUE
        SDWG(3)=SUMRR+NS*
     *(((1-E(3))*X(NS)+E(3)*X(NS+1)-XBWG(3))**2
     *+((1-E(3))*X(NK+1)+E(3)*X(NK)-XBWG(3))**2)
C*************************************************************************
C                    TRIMMED F
C*************************************************************************
       AH(1)=0.
       AH(2)=0.
       AH(3)=0.
       AW=0.
       SUMHX=0.
         H(1)=(1-2*G)*N1
         H(2)=(1-2*G)*N2
         H(3)=(1-2*G)*N3
         AH(1)=H(1)
         AH(2)=H(2)
         AH(3)=H(3)
         S2WG(3)=SDWG(3)/(H(3)-1)
         SUMHX=SUMHX+H(3)*XBTG(3)
       XDTG=SUMHX/AH(3)
       STFGU=0.
       SVH3=0.
       STFG(3)=(1-H(3)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(3)
       SVH3  =(1-H(3)/(AH(1)+AH(2)+AH(3)))*S2WG(3)
```

```
      RETURN
      END
C**********************************
C         SORT
C**********************************
      SUBROUTINE TSORT(H,XBTG,STFG,SVH1,SVH2,SVH3,TF)
      DOUBLE PRECISION RNGA,EA,RNG(3),E(3),TG(3),TS
      DOUBLE PRECISION AS,AK
      DIMENSION NG(3),Q(3),XBTG(3),XBWG(3),H(3)
      DIMENSION S2WG(3),V(3),SDWG(3),AH(3),STFG(3)
      REAL TF,G
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      N1=10
      N2=10
      N3=10
      NL=N1+N2+N3
C*************************************************************************
C                    OVERALL TRIMMED MEAN
C*************************************************************************
      G   = 0.
      RNGA = NL*G
      NGA  = RNGA+0.5
      JA   = NGA+1
      MN   = NL-JA
      KA=JA+1
      KN=MN+1
      EA   = RNGA-NGA
      SUMA = 0
```

```
      DO 102 I=KA,MN
       SUMA=SUMA+U(I)
102    CONTINUE
      XBTGA = (SUMA+(1-EA)*(U(JA)+U(KN+1)))/(NL-2*RNGA)
C*************************************************************************
C                  TRIMMED F
C*************************************************************************
    ABC=(H(1)*(XBTG(1)-XBTGA)**2)+(H(2)*(XBTG(2)-XBTGA)**2)
   *+(H(3)*(XBTG(3)-XBTGA)**2)
    STFGL=STFG(1)+STFG(2)+STFG(3)
    TF=ABC/STFGL
    V(1)=SVH1/STFGL
    V(2)=SVH2/STFGL
    V(3)=SVH3/STFGL
    F  =(V(1)**2/(H(1)-1))+(V(2)**2/(H(2)-1))
   *+(V(3)**2/(H(3)-1))
    RETURN
    END
C*********************************
C              RANDOM
C*********************************
    SUBROUTINE RAND1(IX,IY,RN)
    COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
    IY=IX*16807
    IF(IY) 5,6,6
5   IY=IY+2147483647+1
6   RN=IY
    RN=RN*0.455664E-9
    IX=IY
    RETURN
```

```
      END
C*********************************
C                RANDOM
C*********************************
      SUBROUTINE RAND2(IX,IY,RN)
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      IY=IX*16807
      IF(IY) 5,6,6
 5    IY=IY+2147483647+1
 6    RN=IY
      RN=RN*0.455664E-9
      IX=IY
      RETURN
      END
C*********************************
C                RANDOM
C*********************************
      SUBROUTINE RAND3(IX,IY,RN)
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
      IY=IX*16807
      IF(IY) 5,6,6
 5    IY=IY+2147483647+1
 6    RN=IY
      RN=RN*0.455664E-9
      IX=IY
      RETURN
      END
```

```
C*******************************
C   NORMAL  DISTRIBUTION
C*******************************
      SUBROUTINE NORM1(EX,STD,Y1,Y2)
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
 1    CALL RAND1(IA1,IY,RN)
      V1=2.*RN-1
     CALL RAND1(IA1,IY,RN)
      V2=2.*RN-1
      S=V1*V1+V2*V2
      IF(S.GE.1) GOTO 1
      RNN1=V1*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
      RNN2=V2*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
      Y1=EX+RNN1*STD
      Y2=EX+RNN2*STD
      RETURN
      END
C*******************************
C   NORMAL  DISTRIBUTION
C*******************************
      SUBROUTINE NORM2(EX,STD,Y1,Y2)
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
 1    CALL RAND2(IA2,IY,RN)
      V1=2.*RN-1
     CALL RAND2(IA2,IY,RN)
     V2=2.*RN-1
     S=V1*V1+V2*V2
     IF(S.GE.1) GOTO 1
     RNN1=V1*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
     RNN2=V2*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
```

```
      Y1=EX+RNN1*STD
      Y2=EX+RNN2*STD
      RETURN
      END
C*******************************
C   NORMAL  DISTRIBUTION
C*******************************
      SUBROUTINE NORM3(EX,STD,Y1,Y2)
      COMMON/MAM/IA1,IA2,IA3,NL,N(3),U(150)
 1    CALL RAND3(IA3,IY,RN)
      V1=2.*RN-1
      CALL RAND3(IA3,IY,RN)
      V2=2.*RN-1
      S=V1*V1+V2*V2
      IF(S.GE.1) GOTO 1
      RNN1=V1*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
      RNN2=V2*SQRT((-2*ALOG(S))/S)
      Y1=EX+RNN1*STD
      Y2=EX+RNN2*STD
      RETURN
      END
/*
// EXEC LNKEDT,SIZE=256K
// ASSGN SYS006,00E
// EXEC
/*
/&
* $$ EOJ
~
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกิ่งทอง ยงยุทธมีชัย เกิดที่อำเภอบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์ ได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์ (สิ่งแวดล้อม) จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2533 และเข้าศึกษาต่อในภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2534