บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จรัญ จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2519

มนตรี พิริยะกุล. เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอย เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2524

ภาษาอังกฤษ

Barnette, V. and Lewis, T. Outliers In Statistical Data. New York : John Wiley & Sons, 1979.

Conover, W. Practice Nonparametric Statistics. 2nd ed, New York: John Wiley & Sons. 1980.

Daniel, C. "Use of half-normal plots in interpreting factorial two-level experiments." Technometrics 1 (1959) : 311-341

Dixon, W.S. & John W. Tudey "Approximate Behavior of the Distribution of Winsorized t (Trimming/Winsorization 2)" Technometrics, 10 (1968) : 84

Gentleman, J.f., and Wilk, M.B. "Detecting Outlier in a two-way table I statistical behaviour of residuals." Technometrics 17 (1975) : 1-14

Gibbons, J.D. Nonparametric Statistical Inference. Tokyo : McGraw Hill, 1971.

Lehmann, E.L. Nonparametrics. San Francisco: Holden-Day, 1975.

Siegel, S. Nonparametric Statistics For The Behavioral Science. Tokyo : McGraw-Hill Ltd., 1956.

Tukey, J.W. "The Future of Data Analysis." Ann. Math Stat 3 (1962) : 1-67

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (YFL) ในช่วง 0 ถึง 1

```
C      ************************************************
C          GENEFATE RANDOM NUMBER
C      ************************************************
       SUBROUTINE   RANDU(IZ,IY,YFL)
       COMMON IA
       IY=IZ*262147
       IF(IY) 5,6,6
     5 IY=IY+34359738337+1
     6 YFL=FLOAT(IY)
       YFL=YFL*0.2910393E-10
       IZ=IY
       RETURN
       END
```

2. โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มจากการแจกแจงแบบโลจิสติค (DL) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ AM และความแปรปรวนเท่ากับ S^2

```
C                LOGISTIC  DISTRIBUTION
C      ************************************************
       SUBROUTINE LOGIS (AM,S,DL)
       COMMON IA
       CALL RANDU(IA,IY,RN)
       SRN=1.0-RN
       A=ALOG(RN)-ALOG(SRN)
       DL=AM+S*(A/1.8137994)
       RETURN
       END
C      ************************************************
```

3. โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มจากการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล (DB) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ AM และความแปรปรวนเท่ากับ S^2

```
C     ***********************************************
C           DOUBLE   EXPONENTIAL    DISTRIBUTION
C     ***********************************************
      SUBROUTINE EXPO (AM,S,DB)
      COMMON IA
      CALL RANDU(IA,IY,U1)
      CALL RANDU(IA,IY,U2)
      Y1=ALOG(U2)-ALOG(U1)
      DB=AM+S*(Y1/1.4142135)
      RETURN
      END
```

4. โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มจากการแจกแจงแบบปกติ (V) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ SMU และความแปรปรวนเท่ากับ $SSTD^2$

```
C     ***********************************************
C           GENERATE  NORMAL VARIATE
C     ***********************************************
      SUBROUTINE NORMAL(SMU,SSTD,V)
      COMMON IA
      A=0.0
      DO 48 J=1,12
      CALL RANDU(IA,IY,Y)
      A=A+Y
   48 CONTINUE
      V=(A-6.0)*SSTD+SMU
      RETURN
      END
```

5. โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มจากการแจกแจงแบบแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ P สเกลแฟคเตอร์ C

```
C     ***********************************
      SUBROUTINE SCNML (EX,STD,CSTD,P,SX)
      COMMON IA
      CALL RANDU(IA,IY,Y)
      IF(Y.LE.P) CALL NORMAL(EX,CSTD,SX)
      IF(Y.GT.P) CALL NORMAL(EX,STD,SX)
      RETURN
      END
```

6. โปรแกรมคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติ โดยการยอมรับข้อมูลผิดปกติ การตัดข้อมูลผิดปกติ การประมาณค่าข้อมูลผิดปกติด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลเมื่อตัดข้อมูลผิดปกติออก การใช้ค่ามัธยฐาน การใช้ค่าใกล้เคียงข้อมูลผิดปกติ และการวิเคราะห์แบบนอนพาราเมตริกด้วยวิธี แมน วิทนีย์ ยู ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 2 ประชากร

```
C     ***************************************************
C
C        GROUP COMPARISON :T-TEST:  POWER :
C
C     ***************************************************
      DIMENSION X1(20),X2(20),OBS(50),NFU(3),NREP(3),
     -NFAC(3),NDMD(3),NRNB(3),NBDM(3),PF(3),SCORE(100),
     -Z(100),ZCAL(50),DK(50)
      COMMON IA
      IA=262147
      READ(5,88) CV,NREP,T01,T05,T10,DT01,DT05,DT10,
     -U01,U05,U10,ISHAPE,C,P,DALPHA
   88 FORMAT(F2.0,1X,I2,3(1X,F5.3),3(1X,F5.3),2(1X,F1.1),
     -1X,I1, F2.0,F4.2,F6.3)
C
C
      EX1=1.00*100.0
      EX2=1.50*100.0
      STD1=(CV*EX1)/100.0
      STD2=(CV*EX2)/100.0
      OSTD1=C*STD1
      OSTD2=C*STD2
      EX=(EX1+EX2)/2.0
      STD=(STD1+STD2)/2.0
      XNREP=NREP
      NSAMP=2*NREP
      XNSAMP=NSAMP
      SCORE(1)=0.00003
      SCORE(2)=0.00005
      SCORE(3)=0.00007
      SCORE(4)=0.00011
      SCORE(5)=0.00016
      SCORE(6)=0.00023
      SCORE(7)=0.0003
      SCORE(8)=0.0005
      SCORE(9)=0.0007
      SCORE(10)=0.0010
      SCORE(11)=0.0013
      SCORE(12)=0.0019
      SCORE(13)=0.0026
      SCORE(14)=0.0035
      SCORE(15)=0.0047
      SCORE(16)=0.0062
      SCORE(17)=0.0082
      SCORE(18)=0.0107
```

```
      SCORE(19)=0.0179
      SCORE(20)=0.0179
      SCORE(21)=0.0223
      SCORE(22)=0.0267
      SCORE(23)=0.0359
      SCORE(24)=0.0446
      SCORE(25)=0.0548
      SCORE(26)=0.0668
      SCORE(27)=0.0908
      SCORE(28)=0.0968
      SCORE(29)=0.1151
      SCORE(30)=0.1357
      SCORE(31)=0.1507
      SCORE(32)=0.1841
      SCORE(33)=0.2119
      SCORE(34)=0.2420
      SCORE(35)=0.2743
      SCORE(36)=0.3085
      SCORE(37)=0.3446
      SCORE(38)=0.3821
      SCORE(39)=0.4207
      SCORE(40)=0.4602
      SCORE(41)=0.5000
      DO 5 I=1,41
    5 SCORE(41+I) = 1.00000-SCORE(42-I)
      CONTINUE
      Z(1)=-4.0
      Z(2)=-3.9
      Z(3)=-3.8
      Z(4)=-3.7
      Z(5)=-3.6
      Z(6)=-3.5
      Z(7)=-3.4
      Z(8)=-3.3
      Z(9)=-3.2
      Z(10)=-3.1
      Z(11)=-3.0
      Z(12)=-2.9
      Z(13)=-2.8
      Z(14)=-2.7
      Z(15)=-2.6
      Z(16)=-2.5
      Z(17)=-2.4
      Z(18)=-2.3
      Z(19)=-2.2
      Z(20)=-2.1
      Z(21)=-2.0
      Z(22)=-1.9
      Z(23)=-1.8
      Z(24)=-1.7
      Z(25)=-1.6
      Z(26)=-1.5
      Z(27)=-1.4
      Z(28)=-1.3
```

```
      Z(29)=-1.2
      Z(30)=-1.1
      Z(31)=-1.0
      Z(32)=-0.9
      Z(33)=-0.8
      Z(34)=-0.7
      Z(35)=-0.6
      Z(36)=-0.5
      Z(37)=-0.4
      Z(38)=-0.3
      Z(39)=-0.2
      Z(40)=-0.1
      Z(41)=-0.0
      DO  9 J=1,41
      Z(41+J) = -Z(42-J)
    9 CONTINUE
      DO 1 IC=1,3
      MEU(IC)=0
      MBBE(IC)=0
      MBAC(IC)=0
      MBMD(IC)=0
      MBNE(IC)=0
      MBBM(IC)=0
    1 CONTINUE
      DO 999 IRUN=1,100
    2 SUMX=0.0
      SUMX2=0.0
C     ***************************************************
C        SELECT SAMPLE FROM POP I & II
C      AND  TRANSFER TO  OBSERVATION 1 DIMENSION
C                SIZE 2*NREP
C     ***************************************************
      DO 11 I=1,NREP
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX1,STD1,X1(I))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX1,STD1,X1(I))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCNRL (EX1,STD1,CSTD1,F,X1(I))
      OBS(I)=X1(I)
   11 CONTINUE
      DO 12 I=1,NREP
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX2,STD2,X2(I))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX2,STD2,X2(I))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCNRL (EX2,STD2,CSTD2,F,X2(I))
      OBS(NREP+I)=X2(I)
   12 CONTINUE
C     ***************************************************
C           COMPUTE MEAN STANDARD
C     MEAN STANDARD AND 99% UPPER CONTROL LIMIT
C     ***************************************************
      DO 40 J=1,NSAMP
      SUMX=SUMX+OBS(J)
      SUMX2=SUMX2+(OBS(J))**2
C
C
   40 CONTINUE
```

```
      XBAR=SUMX/XNSAMP
      XBARSQ=XBAR**2
      DXN=XNSAMP-1.0
      SD=0.0
      SS=((SUMX2-(XNSAMP)*(XBARSQ))/DXN)
C
C
      SD=SQRT(SS)
      OBCR=XBAR+(2.576)*SD
C
C
C     ***********************************************
C           DETERMINE  WHICH OBSERVATION
C               HIGHER THAN  CRITICAL VALUE
C        AND FROM DCF I:X1(J1) OR DCF II:X2(J2)
C     ***********************************************
      IH=0
      J1=0
      J2=0
      DO 41 J=1,NSAMP
      IF(OBS(J).GT.OBCR) IH=IH+1
   41 CONTINUE
C     ***********************************************
      IF (IH.GT.1) GO TO 2
      IF (IH.EQ.1) GO TO 60
      CALL SORT(NSAMP,OBS)
C     ***********************************************
      DO 50 JJ=1,NDCF
      IF(X1(JJ).EQ.OBS(NSAMP)) J1=JJ
      IF(X2(JJ).EQ.OBS(NSAMP)) J2=JJ
   50 CONTINUE
C
C
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=OBCR+10.0
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=OBCR+10.0
      OBS(NSAMP)=OBCR+10.0
      GO TO 62
   60 CALL  SORT(NSAMP,OBS)
      DO 61 IJ=1,NDCF
      IF(X1(IJ).EQ.OBS(NSAMP)) J1=IJ
      IF(X2(IJ).EQ.OBS(NSAMP)) J2=IJ
   61 CONTINUE
C     ***********************************************
C          KOMOGOROV  SMIRNOV    TEST
C     ***********************************************
   62 SUMD=0.0
      DO 75 IZ=1,NSAMP
      ZCAL(IZ)=(OBS(IZ)-EX)/STD
      XIZ=IZ
      SNX=XIZ/XNSAMP
      DO 70 ISCORE=1,82
      IF(ZCAL(IZ).GT.Z(ISCORE)) PROBF=SCORE(ISCORE)
   70 CONTINUE
      DK(IZ)=ABS(PROBF-SNX)
   75 CONTINUE
```

```
      DMAX=DK(1)
      DO 76 IT=1,NSAMP
      IF(DK(IT).GT.DMAX) DMAX=DK(IT)
   76 CONTINUE
      IF(DMAX.GT.DALPHA) GO TO 2
C     ************************************************
C           MANN WHITNEY U - TEST
C     ************************************************
      CALL RANK(X1,X2,OBS,NREP,NSAMP,SRX1,SRX2)
C
C
      CALL MANN(SRX1,SRX2,NREP,NBU,U,UC1,UC5,U10)
C
C
C     ************************************************
C            ACCEPT  DATA OUTLIER
C     ************************************************
      CALL  TTEST(X1,X2,NREP,NP,T01,T05,T10)
      MRAC(1)=MRAC(1)+NR(1)
      MRAC(2)=MRAC(2)+NR(2)
      MRAC(3)=MRAC(3)+NR(3)
C     ************************************************
C      USE MEDIAN INSTITUTE DATA OUTLIER
C     ************************************************
      CALL  MED(OBS,NSAMP,XMED)
      IF(J1.GT.0)  X1(J1)=XMED
      IF(J2.GT.0)  X2(J2)=XMED
      CALL  TTEST(X1,X2,NREP,NP,T01,T05,T10)
      MRMD(1)=MRMD(1)+NR(1)
      MRMD(2)=MRMD(2)+NR(2)
      MRMD(3)=MRMD(3)+NR(3)
C     ************************************************************
C     NEGHBOUR VALUE SUBSTIUTE DATA OUTLIER
C     ************************************************************
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=OBS(NSAMP-1)
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=OBS(NSAMP-1)
      CALL  TTEST(X1,X2,NREP,NP,T01,T05,T10)
      MRNE(1)=MRNE(1)+NR(1)
      MRNE(2)=MRNE(2)+NR(2)
      MRNE(3)=MRNE(3)+NR(3)
C     ************************************************************
C           USE  OF  ARITHMETIC  MEAN
C            AFTER  DELETE OUTLIER
C     ************************************************************
      CALL  DMEAN(OBS,NSAMP,DEX)
C
C
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=DEX
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=DEX
      CALL  TTEST(X1,X2,NREP,NP,T01,T05,T10)
      MRDM(1)=MRDM(1)+NR(1)
      MRDM(2)=MRDM(2)+NR(2)
      MRDM(3)=MRDM(3)+NR(3)
```

```
C     ******************************************************
C          REJECTING   OUTLIERS
C     ******************************************************
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=0.0
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=0.0
      CALL  TTEST(X1,X2,NREP,J1,J2,NREP,T01,T05,T10)
  999 CONTINUE
C     ******************************************************
C        OUTPUT FOR PRINT THE RESULT
C     ******************************************************
      CALL  OUTPUT(NREP,NSAMP,NRU,NRDE,NRAC,NRMO,NRNI,
     -NRSM,GM,RX,STD,ISHAPE,C,P
      STOP
      END
C
      SUBROUTINE  RANK(X1,X2,OBS,NREP,NSAMP,SRX1,SRX2)
      DIMENSION OBS(50),X1(20),X2(20)
      SRX1=0.0
      SRX2=0.0
      DO 19 I=1,NSAMP
      RX=I
      DO 18 II=1,NREP
      IF(X1(II).EQ.OBS(I)) SRX1=SRX1+RX
      IF(X2(II).EQ.OBS(I)) SRX2=SRX2+RX
   18 CONTINUE
   19 CONTINUE
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE RANK(SRX1,SRX2,NREP,NRU,U,U01,U05,U10)
      DIMENSION  NRU(3)
      A1=NREP
      A2=NREP
      UX1=(A1*A2)+((A1*(A1+1.0))/2.0)-SRX1
      UX2=(A1*A2)-UX1
      IF(UX1.LE.UX2) U=UX1
      IF(UX1.GT.UX2) U=UX2
      IF(U.LE.U01) NRU(1)=NRU(1)+1
      IF(U.LE.U05) NRU(2)=NRU(2)+1
      IF(U.LE.U10) NRU(3)=NRU(3)+1
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE TTEST(X1,X2,NREP,NR,T01,T05,T10)
      DIMENSION NR(3),X1(20),X2(20)
      NREP=NREP
      SSX1=0.0
      SSX2=0.0
      SSX12=0.0
      SSX22=0.0
      DO 21 M=1,3
      NR(M)=0
   21 CONTINUE
```

```
      DO 22 K=1,NREP
      SSX1=SSX1+X1(K)
      SSX12=SSX12+(X1(K))**2
      SSX2=SSX2+X2(K)
      SSX22=SSX22+(X2(K))**2
   22 CONTINUE
      EX1=SSX1/XREP
      EX2=SSX2/XREP
      EX12=EX1**2
      EX22=EX2**2
      DXN1=XREP-1.0
      DXN2=XREP-1.0
      SDX1=((SSX12-(XREP)*(EX12))/DXN1)
      SDX2=((SSX22-(XREP)*(EX22))/DXN2)
      SSPT=(((XREP-1.0)*SDX1)+((XREP-1.0)*SDX2))
      SSPD=(2.0*XREP)-2.0
      SSP=SSPT/SSPD
      SDIV=SSP*(2.0/XREP)
      SQRDIV=SQRT(SDIV)
      DMEAN=ABS(EX1-EX2)
      T=DMEAN/SQRDIV
      IF(T.GT.T01) NP(1)=1
      IF(T.GT.T05) NP(2)=1
      IF(T.GT.T10) NP(3)=1
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE DTTEST(X1,X2,NREP,J1,J2,NPRE,DT01,DT05,DT10)
      DIMENSION  NPRE(7),X1(20),X2(20)
      DSSX1=0.0
      DSSX2=0.0
      DSSX12=0.0
      DSSX22=0.0
      XREP=NREP
      XREP1=NREP
      XREP2=NREP
      DO 33 L=1,NREP
      DSSX1=DSSX1+X1(L)
      DSSX2=DSSX2+X2(L)
      DSSX12=DSSX12+(X1(L))**2
      DSSX22=DSSX22+(X2(L))**2
   33 CONTINUE
      IF(J1.GT.0) XREP1=XREP-1.0
      IF(J2.GT.0) XREP2=XREP-1.0
      DEX1=DSSX1/XREP1
      DEX2=DSSX2/XREP2
      DEX12=DEX1**2
      DEX22=DEX2**2
      DDXN1=XREP1-1.0
      DDXN2=XREP2-1.0
      DSDX1=((DSSX12-(XREP1)*(DEX12))/DDXN1)
      DSDX2=((DSSX22-(XREP2)*(DEX22))/DDXN2)
      DSSPT=(((XREP1-1.0)*DSDX1)+((XREP2-1.0)*DSDX2))
      DSSPD=2.0*XREP-3.0
      DSSP=DSSPT/DSSPD
```

```
      DDIV=DSSP*((1.0/XREP1)+(1.0/XREP2))
      DDIV=SQRT(DDIV)
      DDMEAN=ABS(DEX1-DEX2)
      DT=DDMEAN/DDIV
      IF(DT.GT.DT01)  NREP(1)=NREP(1)+1
      IF(DT.GT.DT05)  NREP(2)=NREP(2)+1
      IF(DT.GT.DT10)  NREP(3)=NREP(3)+1
      RETURN
      END
C     ************************************************
C           SORT DATA
C     ************************************************
      SUBROUTINE SORT (NN,Z)
      DIMENSION Z(50)
      NL=NN-1
      DO 10 I=1,NL
      NF=I+1
      DO 10 J=NF,NN
      IF(Z(I).LT.Z(J)) GO TO 10
      STZ=Z(I)
      Z(I)=Z(J)
      Z(J)=STZ
   10 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ************************************************
C      COMPUTE MEAN AFTER DELETE OUTLIER
C     ************************************************
      SUBROUTINE DMEAN (OBS,NSAMP,DEX)
      DIMENSION OBS(50)
      N1=NSAMP-1
      XN1=N1
      SM=0.0
      DO 222 MM=1,N1
      SM=SM+OBS(MM)
  222 CONTINUE
      DEX=SM/XN1
      RETURN
      END
C     ************************************************
C           COMPUTE MEDIAN
C     ************************************************
      SUBROUTINE MED(OBS,NSAMP,XMD)
      DIMENSION  OBS(50)
      NHALF=NSAMP/2
      MNSAMP=2*NHALF
      IF(NSAMP.GT.MNSAMP) GO TO 225
      XMD=(OBS(NSAMP/2)+OBS(NSAMP/2+1))/2.0
      GO TO 226
  225 XMD=OBS((NSAMP/2+1))
  226 RETURN
      END
```

```
C     ******************************************************
C           OUTPUT
C     ******************************************************
      SUBROUTINE OUTPUT(NREP,NSAMP,NRU,NPRE,NRAC,NPMD,
     -NPME,NPDM,CV,EX,STD,ISHAPE,C,P)
      DIMENSION NRU(3),NPRE(3),NRAC(3),NPMD(3),
     -NPME(3),NPDM(3),SH(3)
      SH(1)='LOG'
      SH(2)='EXP'
      SH(3)='SQR'
      WRITE(6,299)
  299 FORMAT(5X, /,49X,'**GROUP COMPARISON *WITH PARAMETER**')
      WRITE(6,300) NREP,NSAMP,CV,EX,STD,ISHAPE,SH(ISHAPE),C,P
  300 FORMAT(1H ,25X, 'N OF REP= ',I2,10X, 'SAMPLE SIZE=',I2, //,
     -5X,'C.V.= ',F10.2,20X, 'MEAN= ',F10.3,5X, 'SD= ',F10.2,5X,
     -'SHAPE CODE =  ',I1,2X,A3,2X,'C= ',F4.1,2X,'P= ',F4.2, ///,
     -2X,'ALPHA',8X, 'ACC',9X, 'MED',9X, 'NPR',9X, 'EX',9X, 'REJ',9X,
     -'MAX')
      DO 320 I=1,3
      IF(I.EQ.1) ALPHA=0.01
      IF(I.EQ.2) ALPHA=0.05
      IF(I.EQ.3) ALPHA=0.10
      WRITE(6,301) ALPHA,NRAC(I),NPMD(I),NPME(I),
     -NPDM(I),NPRE(I),NRU(I)
  301 FORMAT(2X,F4.2,9X,6(I3,9X))
  320 CONTINUE
      RETURN
      END
```

7. โปรแกรมคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติ โดยการยอมรับข้อมูลผิดปกติ การตัดข้อมูลผิดปกติ การประมาณค่าข้อมูลผิดปกติด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลเมื่อตัดข้อมูลผิดปกติออก การใช้ค่ามัธยฐาน การใช้ค่าใกล้เคียงข้อมูลผิดปกติ และการวิเคราะห์แบบนอนพาราเมตริกด้วยวิธี ครัสคัล แวริส ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

```
C      ************************************************************
C       COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN : FOUR :
C      ************************************************************
       DIMENSION X1(20),X2(20),X3(20),DIF(50),
      -NEX(3),NEFF(3),NEAC(3),
      -NDMD(3),NEWE(3),NEDM(3),NE(3),
      -SCORE(100),Z(100),ZCAL(50),DK(50)
       COMMON IA
       IA=262147
       READ(5,88) CV,NREP,F01,F05,F10,DF01,
      -DF01,DF05,DF10,HO1,HO5,H10,ISW/DE,C,F,F/ALPHA
   88  FORMAT(F3.0,1X,I2,3(1X,F5.2),3(1X,F5.2),3(1X,F6.4),
      -1X,I1,F2.0,F4.2,F6.3)
C
C
C
       EX1=1.0*100.0
       EX2=1.25*100.0
       EX3=1.50*100.0
       STD1=(CV*EX1)/100.0
       STD2=(CV*EX2)/100.0
       STD3=(CV*EX3)/100.0
       SSTD1=0*STD1
       SSTD2=0*STD2
       SSTD3=0*STD3
       EX=(EX1+EX2+EX3)/3.0
       STD=(STD1+STD2+STD3)/3.0
C
       XNREP=NREP
       NS/NP=3*NREP
       NL2/NP=NS/NP
       SCORE(1)=0.00003
       SCORE(2)=0.00005
       SCORE(3)=0.00007
       SCORE(4)=0.00011
       SCORE(5)=0.00016
       SCORE(6)=0.00023
       SCORE(7)=0.0003
       SCORE(8)=0.0005
       SCORE(9)=0.0007
       SCORE(10)=0.0010
       SCORE(11)=0.0013
       SCORE(12)=0.0019
       SCORE(13)=0.0024
       SCORE(14)=0.0035
```

```
      SCORE(15)=0.0047
      SCORE(16)=0.0062
      SCORE(17)=0.0082
      SCORE(18)=0.0107
      SCORE(19)=0.0139
      SCORE(20)=0.0179
      SCORE(21)=0.0228
      SCORE(22)=0.0287
      SCORE(23)=0.0359
      SCORE(24)=0.0446
      SCORE(25)=0.0548
      SCORE(26)=0.0668
      SCORE(27)=0.0808
      SCORE(28)=0.0968
      SCORE(29)=0.1151
      SCORE(30)=0.1357
      SCORE(31)=0.1587
      SCORE(32)=0.1841
      SCORE(33)=0.2119
      SCORE(34)=0.2420
      SCORE(35)=0.2743
      SCORE(36)=0.3085
      SCORE(37)=0.3446
      SCORE(38)=0.3821
      SCORE(39)=0.4207
      SCORE(40)=0.4602
      SCORE(41)=0.5000
      DO 5 I=1,41
      SCORE(41+I) = 1.00000-SCORE(42-I)
    5 CONTINUE
      Z(1)=-4.0
      Z(2)=-3.9
      Z(3)=-3.8
      Z(4)=-3.7
      Z(5)=-3.6
      Z(6)=-3.5
      Z(7)=-3.4
      Z(8)=-3.3
      Z(9)=-3.2
      Z(10)=-3.1
      Z(11)=-3.0
      Z(12)=-2.9
      Z(13)=-2.8
      Z(14)=-2.7
      Z(15)=-2.6
      Z(16)=-2.5
      Z(17)=-2.4
      Z(18)=-2.3
      Z(19)=-2.2
      Z(20)=-2.1
      Z(21)=-2.0
      Z(22)=-1.9
      Z(23)=-1.8
      Z(24)=-1.7
```

```
      Z(25)=-1.6
      Z(26)=-1.5
      Z(27)=-1.4
      Z(28)=-1.3
      Z(29)=-1.2
      Z(30)=-1.1
      Z(31)=-1.0
      Z(32)=-0.9
      Z(33)=-0.8
      Z(34)=-0.7
      Z(35)=-0.6
      Z(36)=-0.5
      Z(37)=-0.4
      Z(38)=-0.3
      Z(39)=-0.2
      Z(40)=-0.1
      Z(41)=-0.0
      DO  9 J=1,41
      Z(41+J) = -Z(42-J)
    9 CONTINUE
      DO 1 IC=1,3
      MEM(IC)=0
      MFRE(IC)=0
      MFRC(IC)=0
      MEMD(IC)=0
      MEND(IC)=0
      MFIM(IC)=0
    1 CONTINUE
      DO 999 IRMT=1,1000
    2 SUMX=0.0
      SUMX2=0.0
C     ************************************************************
C          SELECT SAMPLE FROM POP I,II,III
C     AND TRANSFER TO OBSERVATION 1 DIMENSION
C               SIZE 3*MPER
C     ************************************************************
      DO 11 I=1,MPER
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX1,STD1,X1(I))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX1,STD1,X1(I))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCHIL (EX1,STD1,CSTD1,E,X1(I))
      OBS(I)=X1(I)
   11 CONTINUE
      DO 12 I=1,MPER
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX2,STD2,X2(I))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX2,STD2,X2(I))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCHIL (EX2,STD2,CSTD2,E,X2(I))
      OBS(MPER+I)=X2(I)
   12 CONTINUE
      DO 13 I=1,MPER
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX3,STD3,X3(I))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX3,STD3,X3(I))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCHIL (EX3,STD3,CSTD3,E,X3(I))
      OBS(2*MPER+I)=X3(I)
   13 CONTINUE
```

```
C     ***************************************************************
C        COMPUTE MEAN STANDARD AND 99% UPPER CONTROL LIMIT
C     ***************************************************************
      DO 40 J=1,NSAMP
      SUMX=SUMX+OBS(J)
      SUMX2=SUMX2+(OBS(J))**2
C
C
   40 CONTINUE
      XBAR=SUMX/XNSAMP
      XBAR2=XBAR**2
      DXN=XNSAMP-1.0
      SD=0.0
      SS=((SUMX2-(XNSAMP)*(XBAR2))/DXN)
C
C
      SD=SQRT(SS)
      UCCR=XBAR+(2.576)*SD
C
C
C     ***************************************************************
C           DETERMINE WHICH OBSERVATION
C           DIFFER THAN  CRITICAL VALUE
C     AND FROM POP I:X1(J1) OR POP II:X2(J2)
C                 OR POP III:X3(J3)
C     ***************************************************************
        IH=0
        J1=0
        J2=0
        J3=0
        DO 41 J=1,NSAMP
        IF(OBS(J).GT.UBCR) IH=IH+1
   41   CONTINUE
C       ***************************************************
        IF (IH.GT.1) GO TO 2
        IF (IH.EQ.1) GO TO 60
        CALL SORT(NSAMP,OBS)
C       ***************************************************
        DO 50 JJ=1,NREP
        IF(X1(JJ).EQ.OBS(NSAMP)) J1=JJ
        IF(X2(JJ).EQ.OBS(NSAMP)) J2=JJ
        IF(X3(JJ).EQ.OBS(NSAMP)) J3=JJ
   50   CONTINUE
C
C
        IF(J1.GT.0) X1(J1)=OBOB+10.0
        IF(J2.GT.0) X2(J2)=OBOB+10.0
        IF(J3.GT.0) X3(J3)=OBOB+10.0
        OBS(NSAMP)=OBOB+10.0
        GO TO 62
   60   CALL  SORT(NSAMP,OBS)
        DO 61 IJ=1,NREP
        IF(X1(IJ).EQ.OBS(NSAMP)) J1=IJ
        IF(X2(IJ).EQ.OBS(NSAMP)) J2=IJ
        IF(X3(IJ).EQ.OBS(NSAMP)) J3=IJ
   61   CONTINUE
```

```
C
C
C
C
C     ********************************************************
C          KOMOGOROV  SMIRNOV   TEST
C     ********************************************************
   62 SUMP=0.0
      DO 75 IZ=1,NSAMP
      ZCAL(IZ)=(OBS(IZ)-EX)/STD
      XIZ=IZ
      SNX=XIZ/XNSAMP
      DO 70 ISCORE=1,82
      IF(ZCAL(IZ).GT.Z(ISCORE)) PROBF=SCORE(ISCORE)
   70 CONTINUE
      DK(IZ)=ABS(PROBF-SNX)
      WRITE(6,100) DK(IZ)
  100 FORMAT(2X,'DK= ',F10.3)
   75 CONTINUE
      DMAX=DK(1)
      DO 76 IT=1,NSAMP
      IF(DK(IT).GT.DMAX) DMAX=DK(IT)
   76 CONTINUE
      IF(DMAX.GT.DALPHA) GO TO 2
C     ********************************************************
C           KRUSKALL WALLIS
C     ********************************************************
      CALL RANK(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,SRX1,SRX2,SRX3)
C
C
      CALL KRUS(SRX1,SRX2,SRX3,NREP,NSAMP,NRX,N,FC1,FC2,H1C)
C
C
C     ********************************************************
C           ACCEPT  DATA OUTLIER
C     ********************************************************
      CALL  FTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,NR,FC1,FC2,F10)
      NRAC(1)=NRAC(1)+NR(1)
      NRAC(2)=NRAC(2)+NR(2)
      NRAC(3)=NRAC(3)+NR(3)
C     ********************************************************
C       USE MEDIAN INSTITUTE DATA OUTLIER
C     ********************************************************
      CALL  MED(OBS,NSAMP,XMED)
C
C
      IF(J1.GT.0)  X1(J1)=XMED
      IF(J2.GT.0)  X2(J2)=XMED
      IF(J3.GT.0)  X3(J3)=XMED
      OBS(NSAMP)=XMED
      CALL  FTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,NR,FC1,FC2,F10)
      NRMD(1)=NRMD(1)+NR(1)
      NRMD(2)=NRMD(2)+NR(2)
      NRMD(3)=NRMD(3)+NR(3)
```

```
C     ************************************************************
C       NEGREGUR VALUE SUBSTIUTE DATA OUTLIER
C     ************************************************************
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=OBS(NSAMP-1)
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=OBS(NSAMP-1)
      IF(J3.GT.0) X3(J3)=OBS(NSAMP-1)
      OBS(NSAMP)=OBS(NSAMP-1)
      CALL  FTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,ND,FC1,FC5,F10)
      MENP(1)=MENP(1)+MR(1)
      MENP(2)=MENP(2)+MR(2)
      MENP(3)=MENP(3)+MR(3)
C     ************************************************************
C       USE OF ARITHMETIC MEAN AFTER DELETE OUTLIER
C     ************************************************************
      CALL  DMEAN(OBS,NSAMP,DEX)
C
C
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=DEX
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=DEX
      IF(J3.GT.0) X3(J3)=DEX
      OBS(NSAMP)=DEX
      CALL  FTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,ND,FC1,FC5,F10)
      MEDM(1)=MEDM(1)+MR(1)
      MEDM(2)=MEDM(2)+MR(2)
      MEDM(3)=MEDM(3)+MR(3)
C     ************************************************************
C        REJECTING   OUTLIERS
C     ************************************************************
      IF(J1.GT.0) X1(J1)=0.0
      IF(J2.GT.0) X2(J2)=0.0
      IF(J3.GT.0) X3(J3)=0.0
      OBS(NSAMP)=0.0
      NSAMPE=NSAMP-1
      CALL  DFTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMPE,
     -J1,J2,J3,NDPE,DFC1,DFC5,DF10)
  999 CONTINUE


C     ************************************************************
C       OUTPUT FOR PRINT THE RESULT
C     ************************************************************
      CALL  OUTPUT(NREP,NSAMP,MEM,MREP,IPAC,IEMC,
     -MENP,MEDM,CV,EX,STD,ISHAPE,C,P)
      STOP
      END
C
      SUBROUTINE  RANK(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,SRX1,SRX2,SRX3)
      DIMENSION OBS(50),X1(20),X2(20),X3(20)
      SRX1=0.0
      SRX2=0.0
      SRX3=0.0
      DO 19 I=1,NSAMP
      RX=I
      DO 18 II=1,NREP
```

```
      IF(X1(II).EQ.OBS(I)) SRX1=SRX1+R)
      IF(X2(II).EQ.OBS(I)) SRX2=SRX2+RX
      IF(X3(II).EQ.OBS(I)) SRX3=SRX3+RX
   18 CONTINUE
   19 CONTINUE
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE KRUS(SRX1,SRX2,SRX3,NREP,NSAMP,NR),
     -M,R01,R05,R10)
      DIMENSION  NRK(3)
      REP=NREP
      SAMP=NSAMP
C
      SUMR2=(SRX1**2+SRX2**2+SRX3**2)/REP
      A=12.0/(SAMP*(SAMP+1.0))
      B=3.0*(SAMP+1.0)
      H=(A*SUMR2)-B
      IF(H.GT.R01) NRK(1)=NRK(1)+1
      IF(H.GT.R05) NRK(2)=NRK(2)+1
      IF(H.GT.R10) NRK(3)=NRK(3)+1
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE RTEST(X1,X2,X3,OBS,NREP,NSAMP,
     -NR,R01,R05,R10)
      DIMENSION NR(3),OBS(50),X1(20),X2(20),X3(20)
      REP=NREP
      SAMP=NSAMP
      SUM=0.0
      SUM2=0.0
      SUMT1=0.0
      SUMT2=0.0
      SUMT3=0.0
      DO 21 M=1,3
      NR(M)=0
   21 CONTINUE
      DO 22 K=1,NSAMP
      SUM=SUM+OBS(K)
      SUM2=SUM2+(OBS(K))**2
   22 CONTINUE
      DO 28 KK=1,NREP
      SUMT1=SUMT1+X1(KK)
      SUMT2=SUMT2+X2(KK)
      SUMT3=SUMT3+X3(KK)
   28 CONTINUE
      CT=(SUM**2)/SAMP
      TOTSS=SUM2-CT
      TRTSS=((SUMT1**2+SUMT2**2+SUMT3**2)/REP)-CT
      ERRSS=TOTSS-TRTSS
      TRTMS=TRTSS/2.0
      ERRMS=ERRSS/(SAMP-3.0)
      F=TRTMS/ERRMS
      IF(F.GT.R01) NR(1)=1
      IF(F.GT.R05) NR(2)=1
```

```
      IF(F.GT.F10) NF(3)=1
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE DFTEST(X1,X2,X3,OBS,NPED,NSAMPD,
     -J1,J2,J3,NPRE,DF01,DF05,DF10)
      DIMENSION  NPRE(3),OBS(50),X1(20),X2(20),X3(20)
      DFP=NPED
      DSP=NS/NPD
      DSUM=0.0
      DSUM2=0.0
      DSUMT1=0.0
      DSUMT2=0.0
      DSUMT3=0.0
      DO 32 L=1,NSAMPD
      DSUM=DSUM+OBS(L)
      DSUM2=DSUM2+(OBS(L))**2
   32 CONTINUE
      DO 38 LL=1,NPED
      DSUMT1=DSUMT1+X1(LL)
      DSUMT2=DSUMT2+X2(LL)
      DSUMT3=DSUMT3+X3(LL)
   38 CONTINUE
      DCT=(DSUM**2)/DSP
      DTOTSS=DSUM2-DCT
      DRP1=DFP
      DRP2=DFP
      DRP3=DFP
      IF(J1.GT.0) DRP1=DFP-1.0
      IF(J2.GT.0) DRP2=DFP-1.0
      IF(J3.GT.0) DRP3=DFP-1.0
      ST1=DSUMT1**2/DRP1
      ST2=DSUMT2**2/DRP2
      ST3=DSUMT3**2/DRP3
      DTRTSS=(ST1+ST2+ST3)-DCT
      DERRSS=DTOTSS-DTRTSS
      DTRTMS=DTRTSS/2.0
      DERRMS=DERRSS/(DSP-3.0)
      DF=DTRTMS/DERRMS
      IF(DF.GT.DF01)  NPRE(1)=NPRE(1)+1
      IF(DF.GT.DF05)  NPRE(2)=NPRE(2)+1
      IF(DF.GT.DF10)  NPRE(3)=NPRE(3)+1
      RETURN
      END
C     ************************************************
C           SORT DATA
C     ************************************************
      SUBROUTINE SORT (NN,Z)
      DIMENSION Z(50)
      NL=NN-1
      DO 10 I=1,NL
      NF=I+1
      DO 10 J=NF,NN
      IF(Z(I).LT.Z(J)) GO TO 10
      STZ=Z(I)
      Z(I)=Z(J)
```

```
      Z(J)=STZ
   10 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ***************************************************
C           COMPUTE MEAN AFTER DELETE OUTLIER
C     ***************************************************
      SUBROUTINE DMEAN (OBS,NSAMP,DEX)
      DIMENSION OBS(50)
      N1=NSAMP-1
      XN1=N1
      SM=0.0
      DO 222 MMM=1,N1
      SM=SM+OBS(MMM)
  222 CONTINUE
      DEX=SM/XN1
      RETURN
      END
C     ***************************************************
C           COMPUTE MEDIAN
C     ***************************************************
      SUBROUTINE MED(OBS,NSAMP,XMD)
      DIMENSION  OBS(50)
      NHALF=NSAMP/2
      NNSAMP=2*NHALF
      IF(NSAMP.GT.NNSAMP) GO TO 225
      XMD=(OBS(NSAMP/2)+OBS(NSAMP/2+1))/2.0
      GO TO 226
  225 XMD=OBS((NSAMP/2+1))
  226 RETURN
      END
C     ***************************************************
C           OUTPUT
C     ***************************************************
      SUBROUTINE OUTPUT(NREP,NSAMP,NCV,NBRE,NRAC,NPMD,
     -NRNB,NRDM,CV,EX,STD,ISHAPE,C,P)
      DIMENSION NRK(3),NBRE(3),NRAC(3),NPMD(3),NRNB(3),NRDM(3),SH(3)
      SH(1)='LOS'
      SH(2)='DPC'
      SH(3)='SCN'
      WRITE(6,300) NREP,NSAMP,CV,EX,STD,ISHAPE,SH(ISHAPE),C,P
  300 FORMAT(1H ,25X, 'N OF REP= ',I2,10X, 'SAMPLE SIZE=',I2, //,
     -5X,'C.V.= ',F10.2,30X, 'MEAN= ',F10.2,5X, 'SD= ',F10.2,5X,
     -'SHAPE CODE =  ',I1,2X,A3,2X,'C= ',F4.1,2X,'P= ',F4.2, ///,
     -2X,'ALPHA',8X, 'ACC',9X, 'MED',9X, 'NER',9X, 'DMN',9X, 'PEJ',9X,
     -'KRU')
      DO 320 I=1,3
      IF(I.EQ.1) ALPHA=0.01
      IF(I.EQ.2) ALPHA=0.05
      IF(I.EQ.3) ALPHA=0.10
      WRITE(6,301) ALPHA,NRAC(I),NPMD(I),NRNB(I),
     -NRDM(I),NBRE(I),NRK(I)
  301 FORMAT(2X,F4.2,9X,6(I4,8X))
  320 CONTINUE
      RETURN
      END
```

8. โปรแกรมคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติ โดยการยอมรับข้อมูลผิดปกติ การคำนวณข้อมูลสูญหาย และการวิเคราะห์แบบนอนพาราเมตริก ด้วยวิธีฟรีดแมน ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก

```
C     ***************************************************
C      RANDOMIZED  COMPLETE BLOCK DESIGN  : POWER :
C     ***************************************************
      DIMENSION X(3,5),NREP(3),NRY(3),NF(3),OBS(500),
     -EXP(5),EXT(3),BB(3),B(5),W(5),P(5),T(3),BLKE(3)
      COMMON IA
      IA=2121147
      READ(5,99) CV,NBLK,EC1,EC5,E10,EEC1,EEC5,EE10,
     -NC1,NC5,N10,ISHAPE,C,P,FADC5
   99 FORMAT(F3.0,1X,I2,3(1X,F5.2),3(1X,F5.2),3(1X,F6.4),
     -1X,I1,F2.0,F4.2,F6.3)
C
      BLKE(1)=10.0
      BLKE(2)=30.0
      BLKE(3)=60.0
      EX1=1.0*100.0
      EX2=1.25*100.0
      EX3=1.50*100.0
      STD1=(CV*EX1)/100.0
      STD2=(CV*EX2)/100.0
      STD3=(CV*EX3)/100.0
      CSTD1=C*STD1
      CSTD2=C*STD2
      CSTD3=C*STD3
      EX=(EX1+EX2+EX3)/3.0
      STD=(STD1+STD2+STD3)/3.0
      XNBLK=NBLK
      NSAMP=3*NBLK
      XNSAMP=NSAMP
      DO 1 IC=1,3
      NB(IC)=0
      NRY(IC)=0
      NREP(IC)=0
    1 CONTINUE
      DO 999 IREP=1,1000
    2 SUMX=0.0
      SUMX2=0.0
C     ***************************************************
C        SELECT SAMPLE FROM TREATMENT I II III
C      AND  TRANSFER TO  OBSERVATION 1 DIMENSION
C                      SIZE 3*NBLK
C     ***************************************************
      DO 11 J=1,NBLK
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX1,STD1,X(1,J))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX1,STD1,X(1,J))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCNML (EX1,STD1,CSTD1,P,X(1,J))
      X(1,J)=X(1,J)+BLKE(J)
      OBS(J)=X(1,J)
   11 CONTINUE
```

```
      DO 12 J=1,NBLK
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX2,STD2,X(2,J))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX2,STD2,X(2,J))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCNML (EX2,STD2,CSTD2,P,X(2,J))
      X(2,J)=X(2,J)+BLKE(J)
      OBS(NBLK+J)=X(2,J)
   12 CONTINUE
      DO 13 J=1,NBLK
      IF(ISHAPE.EQ.1) CALL LOGIS (EX3,STD3,X(3,J))
      IF(ISHAPE.EQ.2) CALL EXPO  (EX3,STD3,X(3,J))
      IF(ISHAPE.EQ.3) CALL SCNML (EX3,STD3,CSTD3,P,X(3,J))
      X(3,J)=X(3,J)+BLKE(J)
      OBS(2*NBLK+J)=X(3,J)
   13 CONTINUE
C     ********************************************
C           COMPUTE MEAN STANDARD
C        AND 99% UPPER CONTROL LIMIT
C     ********************************************
      DO 40 J=1,NSAMP
      SUMX=SUMX+OBS(J)
      SUMX2=SUMX2+(OBS(J))**2
   40 CONTINUE
      XBAR=SUMX/XNSAMP
      XBAR2=XBAR**2
      DXN=XNSAMP-1.0
      SD=0.0
      SS=((SUMX2-(XNSAMP)*(XBAR2))/DXN)
      SD=SQRT(SS)
      OCCR=XBAR+(2.576)*SD
C     ********************************************
C          DETERMINE  WHICH OBSERVATION
C             HIGHER THAN  CRITICAL VALUE
C       AND FROM POP I:OR POP II:OR POP III:
C     ********************************************
      IH=0
      J1=0
      J2=0
      J3=0
      IMISS=0
      JMISS=0
      DO 41 J=1,NSAMP
      IF(OBS(J).GT.OCCR) IH=IH+1
   41 CONTINUE
C     ********************************************
      IF (IH.GT.1) GO TO 2
      IF (IH.EQ.1) GO TO 60
      CALL SORT(NSAMP,OBS)
C     ********************************************
      DO 50 I=1,3
      DO 50 J=1,NBLK
      IF(X(I,J).EQ.OBS(NSAMP)) IMISS=I
      IF(X(I,J).EQ.OBS(NSAMP)) JMISS=J
   50 CONTINUE
```

```
C
C     ---------------MOVE   HIGH  VALUE----------------
C
      X(IMISS,JMISS)=OBOB+10.0
C
C
      OBS(NSAMP)=OBOB+10.0
      GO TO 62
   60 CALL  SORT(NSAMP,OBS)
      DO 61 II=1,3
      DO 61 JJ=1,NBLK
      IF(X(II,JJ).EQ.OBS(NSAMP)) IMISS=II
      IF(X(II,JJ).EQ.OBS(NSAMP)) JMISS=JJ
   61 CONTINUE
C     ***************************************************
C     TUKEY TEST FOR NON-ADDITIVITY
C     ***************************************************
   62 SUMP=0.0
      DO 22 J=1,NBLK
      B(J)=0.0
      DO 21 I=1,3
      B(J)=B(J)+X(I,J)
   21 CONTINUE
      BXP(J)=B(J)/3.0
   22 CONTINUE
      DO 24 II=1,3
      T(II)=0.0
      DO 23 JJ=1,NBLK
      T(II)=T(II)+X(II,JJ)
   23 CONTINUE
      BXT(II)=T(II)/XNBLK
   24 CONTINUE
      TOT=T(1)+T(2)+T(3)
      GMEAN=TOT/XNSAMP
      SUMBJ2=0.0
      SXP2=0.0
      DO 28 J=1,NBLK
      B(J)=B(J)-GMEAN
      SUMBJ2=SUMBJ2+(B(J))**2
      SXP2=SXP2+(B(J))**2
   28 CONTINUE
      SUMBI2=0.0
      SXT2=0.0
      DO 29 I=1,3
      BB(I)=T(I)-GMEAN
      SUMBI2=SUMBI2+(BB(I))**2
      SXT2=SXT2+(T(I))**2
   29 CONTINUE
      DO 47 J=1,NBLK
      W(J)=0.0
      DO 46 I=1,3
      W(J)=W(J)+(X(I,J))*(BB(I))
   46 CONTINUE
   47 CONTINUE
```

```
      SUMN=0.0
      DO 51 J=1,NELK
      SUMN=SUMN+(W(J))*(D(J))
   51 CONTINUE
      DEIG=SUMDJ2*SUMDI2
      NONSS=SUMN**2/DEIG
      SUMK=0.0
      SUMK2=0.0
      DO 10 K=1,NSAMP
      SUMK=SUMK+OBS(K)
      SUMK2=SUMK2+(OBS(K))**2
   10 CONTINUE
      TOT=TOT**2/XNSAMP
      TOTSS=SUMK2-TOT
      TRTSS=(SXT2/XNELK)-TOT
      ELKSS=(SXB2/3.0)-TOT
      ERRSS=TOTSS-TRTSS-ELKSS
      REMSS=ERRSS-NONSS
      DFREM=(2.0*(XNELK-1.0)-1.0)
      REMMS=REMSS/DFREM
      FREM=NONSS/REMMS
      IF(FREM.GT.FADJ5)   GO TO 2
      ********************************************
      CALL FRDMN(X,NELK,NREP,H,HO1,HO5,H10)
      CALL RPD(X,NELK,NSAMP,OBS,NR,FO1,FO5,F10)
      CALL MIS(X,NELK,NSAMP,OBS,IMISS,JMISS,NDM,
     -DF01,DF05,DF10)
C
C
  999 CONTINUE
C     ************************************************
C      OUTPUT FOR PRINT THE RESULT
C     ************************************************
      CALL  OUTPUT(NELK,NSAMP,MD,NRM,NREP,
     -CV,EX,STD,ISHAPE,C,P)
      STOP
      END
C
C
      SUBROUTINE FRDMN(X,NELK,NREP,H,HO1,HO5,H10)
      DIMENSION  X(3,5),SUMR(3),DATP(3),OBS(50),
     -NREP(3),P(3,5)
      XNELK=NELK
      DO 17 J=1,NELK
      DO 15 I=1,3
      DATP(I)=X(I,J)
   15 CONTINUE
      CALL  SORT(3,DATP)
      DO 16 K=1,3
      IF(X(K,J).EQ.DATP(1))  P(K,J)=1.0
      IF(X(K,J).EQ.DATP(2))  P(K,J)=2.0
      IF(X(K,J).EQ.DATP(3))  P(K,J)=3.0
   16 CONTINUE
   17 CONTINUE
```

```
C  ----------SUM RANK BY TREATMENT---------
      SUMR(1)=0.0
      SUMR(2)=0.0
      SUMR(3)=0.0
      DO 45 J=1,NBLK
      SUMR(1)=SUMR(1)+R(1,J)
      SUMR(2)=SUMR(2)+R(2,J)
      SUMR(3)=SUMR(3)+R(3,J)
   45 CONTINUE
      SRNK=(SUMR(1))**2+(SUMR(2))**2+(SUMR(3))**2
      F1=12.0*SRNK
      F2=3.0*XNBLK*(3.0+1.0)
      F3=XNBLK*3.0*(3.0+1.0)
      H=(F1/F3)-F2
      IF(H.GT.F01) NRFD(1)=NRFD(1)+1
      IF(H.GT.F10) NRFD(3)=NRFD(3)+1
      IF(H.GT.F05) NRFD(2)=NRFD(2)+1
      RETURN
      END
C
C
      SUBROUTINE RED(X,NBLK,NSAMP,OBS,NR,F01,F05,F10)
      DIMENSION NR(3),X(3,5),OBS(50),SC(5),ST(3)
      XNSAMP=NSAMP
      XNBLK=NBLK
      DO 40 I=1,3
      ST(I)=0.0
      DO 30 J=1,NBLK
      ST(I)=ST(I)+X(I,J)
   30 CONTINUE
   40 CONTINUE
      DO 60 J=1,NBLK
      SC(J)=0.0
      DO 50 I=1,3
      SC(J)=SC(J)+X(I,J)
   50 CONTINUE
   60 CONTINUE
      SUMX=0.0
      SUMX2=0.0
      DO 70 L=1,NSAMP
      SUMX=SUMX+OBS(L)
      SUMX2=SUMX2+(OBS(L))**2
   70 CONTINUE
      CT=SUMX**2/XNSAMP
      SUMT2=0.0
      DO 80 I=1,3
      SUMT2=SUMT2+(ST(I))**2
   80 CONTINUE
      SUMB2=0.0
      DO 81 J=1,NBLK
      SUMB2=SUMB2+(SC(J))**2
   81 CONTINUE
```

```
      TOTSS=SUMXS-CT
      TRTSS=(SUMTS/XNBLK)-CT
      BLKSS=(SUMBS/3.0)-CT
      ERRSS=TOTSS-TRTSS-BLKSS
      TRTMS=TRTSS/(3.0-1.0)
      BLKMS=BLKSS/(XNBLK-1.0)
      ERRMS=ERRSS/(2.0*(XNBLK-1.0) )
      FT=TRTMS/ERRMS
      FB=BLKMS/ERRMS
      IF(FT.GT.F01) NR(1)=NR(1)+1
      IF(FT.GT.F05) NR(2)=NR(2)+1
      IF(FT.GT.F10) NR(3)=NR(3)+1
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE  MIS(X,NBLK,NSAMP,OBS,IMISS,JMISS,NEW,
     -OF01,OF05,OF10,FT)
      DIMENSION X(3,5),OBS(50),ST(3),SB(5),NEW(3),
     -SST(3),SSB(5)
      XNBLK=NBLK
      XNSAMP=NSAMP
      DO 76 I=1,3
      SST(I)=0.0
      DO 75 J=1,NBLK
      SST(I)=SST(I)+X(I,J)
C     WRITE(6,777) X(I,J)
C 777 FORMAT(2X,'DATA = ',F10.2)
   75 CONTINUE
   76 CONTINUE
      DO 78 J=1,NBLK
      SSB(J)=0.0
      DO 77 I=1,3
      SSB(J)=SSB(J)+X(I,J)
   77 CONTINUE
   78 CONTINUE
      SSUMX=0.0
C
      DO 79 K=1,NSAMP
      SSUMX=SSUMX+OBS(K)

   79 CONTINUE
C
      SMT=SST(IMISS)-X(IMISS,JMISS)
      SMB=SSB(JMISS)-X(IMISS,JMISS)
      SMSUMX=SSUMX-X(IMISS,JMISS)
      XT=(XNBLK*SMB)+(3.0*SMT)-SMSUMX
      XB=(XNBLK-1.0)*(3.0-1.0)
      XMISS=XT/XB
      X(IMISS,JMISS)=XMISS
      OBS(NSAMP)=XMISS
C
```

```
      DO 176 I=1,3
      ST(I)=0.0
      DO 175 J=1,NBLK
      ST(I)=ST(I)+X(I,J)
  175 CONTINUE
  176 CONTINUE
      DO 178 J=1,NBLK
      SB(J)=0.0
      DO 177 I=1,3
      SB(J)=SB(J)+X(I,J)
  177 CONTINUE
  178 CONTINUE
C
C
      SUMX=0.0
      SUMX2=0.0
      DO 179 K=1,NSAMP
      SUMX=SUMX+OBS(K)
      SUMX2=SUMX2+(OBS(K))**2
  179 CONTINUE
C
C
C
      CT=(SUMX**2)/XNSAMP
      SUMT2=0.0
      DO 1100 I=1,3
      SUMT2=SUMT2+(ST(I))**2
 1100 CONTINUE
      SUMB2=0.0
      DO 1101 J=1,NBLK
      SUMB2=SUMB2+(SB(J))**2
 1101 CONTINUE
      TOTSS=SUMX2-CT
      TRTSS=(SUMT2/XNBLK)-CT
      BLKSS=(SUMB2/3.0)-CT
      ERRSS=TOTSS-TRTSS-BLKSS
      RDT=SMP-(2.0*YMISS)
      RDT2=RDT**2
      DISS=RDT2/6.0
      ATRTSS=TRTSS-DISS
      ATRTMS=ATRTSS/2.0
      BLKMS=BLKSS/(XNBLK-1.0)
      ERRMS=ERRSS/(2.0*(XNBLK-1.0)-1.0)
      FF=BLKMS/ERRMS
      FT=ATRTMS/ERRMS
C
C
      IF(FT.GT.DF01) NRM(1)=NRM(1)+1
      IF(FT.GT.DF05) NRM(2)=NRM(2)+1
      IF(FT.GT.DF10) NRM(3)=NRM(3)+1
      RETURN
      END
```

```
C     ******************************************************
C           SORT DATA
C     ******************************************************
      SUBROUTINE SORT (NN,Z)
      DIMENSION Z(50)
      NL=NN-1
      DO 10 I=1,NL
      NF=I+1
      DO 10 J=NF,NN
      IF(Z(I).LT.Z(J)) GO TO 10
      STE=Z(I)
      Z(I)=Z(J)
      Z(J)=STE
   10 CONTINUE
      RETURN
      END
C     ******************************************************
C           OUTPUT
C     ******************************************************
      SUBROUTINE OUTPUT(NBLK,NSAMP,NB,NBN,NPFD,
     -CV,EX,STD,ISHAPE,C,P)
      DIMENSION NB(3),NBN(3),NPFD(3),SH(3)
      SH(1)='LOG'
      SH(2)='EXP'
      SH(3)='SCH'
      WRITE(6,200) NBLK,NSAMP,CV,EX,STD,ISHAPE,SH(ISHAPE),C,P
  200 FORMAT(1H ,25X, 'N OF BLK= ',I2,10X, 'SAMPLE SIZE=',I2, //,
     -5X,'C.V.= ',F10.2,30X, 'MEAN= ',F10.2,5X, 'SD= ',F10.2,5X,
     -'SHAPE CODE =  ',I1,2X,A2,2X,'C= ',F4.1,2X,'P= ',F4.2, ///,
     -2X,'ALPHA',8X, 'ACC',9X, 'MIS',9X, 'SMP')
      DO 220 I=1,3
      IF(I.EQ.1) ALPHA=0.01
      IF(I.EQ.2) ALPHA=0.05
      IF(I.EQ.3) ALPHA=0.10
      WRITE(6,201) ALPHA,NB(I),NBN(I),NPFD(I)
  201 FORMAT(2X,F4.2,9X,3(I4,8X))
  220 CONTINUE
      RETURN
      END
```

ภาคผนวก ข

ตัวสถิติทดสอบ Z

1. ตัวสถิติทดสอบ Z สำหรับทดสอบการเท่ากันระหว่างความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง และระดับนัยสำคัญที่กำหนด

กำหนดให้ τ แทน ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง

α แทน ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

n แทน จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

ค่าสถิติทดสอบ Z คือ Z โดยที่

$$z = \frac{\tau - \alpha}{\sqrt{\frac{\alpha(1-\alpha)}{n}}}$$

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ Z เท่ากับ .10 ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ถ้า $-1.645 = \leq 1.645$ และไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ถ้า $z < -1.645$ หรือ $z > 1.645$ นั่นคือ เมื่อ $n = 1,000$ จะได้ผลสรุปดังนี้

1.1 กรณีที่ $\alpha = .01$ ถ้า $0.005 \leq \tau \leq 0.015$ ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1.2 กรณีที่ $\alpha = .05$ ถ้า $0.039 \leq \tau \leq 0.061$ ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1.3 กรณีที่ $\alpha = .10$ ถ้า $0.85 \leq \tau \leq 0.115$ ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

2. ตัวสถิติทดสอบ Z สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ

กำหนดให้ P_A แทนค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองของตัวสถิติทดสอบ A

P_B แทนค่าอำนาจการทดสอบจากการทดลองของตัวสถิติทดสอบ B

q_A เท่ากับ $1 - p_A$

q_B เท่ากับ $1 - p_B$

n แทน จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

ค่าสถิติทดสอบ Z คือ z โดยที่

$$z = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{\frac{p_A q_A}{n} + \frac{p_B q_B}{n}}}$$

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ Z เท่ากับ .05 อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ A มากกว่าตัวสถิติทดสอบ B ถ้า $z > 1.645$ และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ A ไม่มากกว่าตัวสถิติทดสอบ B ถ้า $z \leq 1.645$

ตารางที่ 1 QUANTILES OF THE MANN-WHITNEY TEST STATISTIC*

n	p	m = 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	.001	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	.005	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	.01	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
	.025	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
	.05	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8
	.10	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11
3	.001	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
	.005	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9	10	10
	.01	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	12
	.025	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15
	.05	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18
	.10	7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17	17	18	19	20	21	22
4	.001	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	14
	.005	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17	17	18	19
	.01	10	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	20	21
	.025	10	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	25
	.05	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29
	.10	11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	33
5	.001	15	15	15	15	15	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	23	23
	.005	15	15	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29
	.01	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	.025	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	27	28	29	30	31	33	34	35	36
	.05	16	17	18	20	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	35	36	38	39	41
	.10	17	18	20	21	23	24	26	28	29	31	33	34	36	38	39	41	43	44	46

ตารางที่ 1 (ต่อ)

6	.001	21	21	21	21	21	21	23	24	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	.005	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	37	38	39	40
	.01	21	21	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41	42	44
	.025	21	23	24	25	27	28	30	32	33	35	36	38	39	41	43	44	46	47	49
	.05	22	24	25	27	29	30	32	34	36	38	39	41	43	45	47	48	50	52	54
	.10	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	56	58	60
7	.001	28	28	28	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45
	.005	28	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	48	50	51	53
	.01	28	29	30	32	33	35	36	38	40	41	43	45	46	48	50	52	53	55	57
	.025	28	30	32	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63
	.05	29	31	33	35	37	40	42	44	46	48	50	53	55	57	59	62	64	66	68
	.10	30	33	35	37	40	42	45	47	50	52	55	57	60	62	65	67	70	72	75
8	.001	36	36	36	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
	.005	36	36	38	39	41	43	44	46	48	50	52	54	55	57	59	61	63	65	67
	.01	36	37	39	41	43	44	46	48	50	52	54	56	59	61	63	65	67	69	71
	.025	37	39	41	43	45	47	50	52	54	56	59	61	63	66	68	71	73	75	78
	.05	38	40	42	45	47	50	52	55	57	60	63	65	68	70	73	76	78	81	84
	.10	39	42	44	47	50	53	56	59	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91
9	.001	45	45	45	47	48	49	51	53	54	56	58	60	61	63	65	67	69	71	72
	.005	45	46	47	49	51	53	55	57	59	62	64	66	68	70	73	75	77	79	82
	.01	45	47	49	51	53	55	57	60	62	64	67	69	72	74	77	79	82	84	86
	.025	46	48	50	53	56	58	61	63	66	69	72	74	77	80	83	85	88	91	94
	.05	47	50	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
	.10	48	51	55	58	61	64	68	71	74	77	81	84	87	91	94	98	101	104	108
10	.001	55	55	56	57	59	61	62	64	66	68	70	73	75	77	79	81	83	85	88
	.005	55	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	80	82	85	87	90	93	95	98
	.01	55	57	59	62	64	67	69	72	75	78	80	83	86	89	92	94	97	100	103
	.025	56	59	61	64	67	70	73	76	79	82	85	89	92	95	98	101	104	108	111
	.05	57	60	63	67	70	73	76	80	83	87	90	93	97	100	104	107	111	114	118
	.10	59	62	66	69	73	77	80	84	88	92	95	99	103	107	110	114	118	122	126

ตารางที่ 1 (ต่อ)

n	*p*	*m* = 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	.001	66	66	67	69	71	73	75	77	79	82	84	87	89	91	94	96	99	101	104
	.005	66	67	69	72	74	77	80	83	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115
	.01	66	68	71	74	76	79	82	85	89	92	95	98	101	104	108	111	114	117	120
	.025	67	70	73	76	80	83	86	90	93	97	100	104	107	111	114	118	122	125	129
	.05	68	72	75	79	83	86	90	94	98	101	105	109	113	117	121	124	128	132	136
	.10	70	74	78	82	86	90	94	98	103	107	111	115	119	124	128	132	136	140	145
12	.001	78	78	79	81	83	86	88	91	93	96	98	102	104	106	110	113	116	118	121
	.005	78	80	82	85	88	91	94	97	100	103	106	110	113	116	120	123	126	130	133
	.01	78	81	84	87	90	93	96	100	103	107	110	114	117	121	125	128	132	135	139
	.025	80	83	86	90	93	97	101	105	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148
	.05	81	84	88	92	96	100	105	109	111	117	121	126	130	134	139	143	147	151	156
	.10	83	87	91	96	100	105	109	114	118	123	128	132	137	142	146	151	156	160	165
13	.001	91	91	93	95	97	100	103	106	109	112	115	118	121	124	127	130	134	137	140
	.005	91	93	95	99	102	105	109	112	116	119	123	126	130	134	137	141	145	149	152
	.01	92	94	97	101	104	108	112	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159
	.025	93	96	100	104	108	112	116	120	125	129	133	137	142	146	151	155	159	164	168
	.05	94	98	102	107	111	116	120	125	129	134	139	143	148	153	157	162	167	172	176
	.10	96	101	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	166	171	176	181	186
14	.001	105	105	107	109	112	115	118	121	125	128	131	135	138	142	145	149	152	156	160
	.005	105	107	110	113	117	121	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	169	173
	.01	106	108	112	116	119	123	128	132	136	140	144	149	153	157	162	166	171	175	179
	.025	107	111	115	119	123	128	132	137	142	146	151	156	161	165	170	175	180	184	189
	.05	109	113	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	177	183	188	193	198
	.10	110	116	121	126	131	137	142	147	153	158	164	169	175	180	186	191	197	203	208

ตารางที่ 1 (ต่อ)

15	.001	120	120	122	125	128	133	135	138	142	145	149	153	157	161	164	168	172	176	180
	.005	120	123	126	129	133	137	141	145	150	154	158	163	167	172	176	181	185	190	194
	.01	121	124	128	132	136	140	145	149	154	158	163	168	172	177	182	187	191	196	201
	.025	122	126	131	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	191	196	201	206	211
	.05	124	128	133	139	144	149	154	160	165	171	176	182	187	193	198	204	209	215	221
	.10	126	131	137	143	148	154	160	166	172	178	184	189	195	201	207	213	219	225	231
16	.001	136	136	139	142	145	148	152	156	160	164	168	172	176	180	185	189	193	197	202
	.005	136	139	142	146	150	155	159	164	168	173	178	182	187	192	197	202	207	211	216
	.01	137	140	144	149	153	158	163	168	173	178	183	188	193	198	203	208	213	219	224
	.025	138	143	148	152	158	163	168	174	179	184	190	196	201	207	212	218	223	229	235
	.05	140	145	151	156	162	167	173	179	185	191	197	202	208	214	220	226	232	238	244
	.10	142	148	154	160	166	173	179	185	191	198	204	211	217	223	230	236	243	249	256
17	.001	153	154	156	159	163	167	171	175	179	183	188	192	197	201	206	211	215	220	224
	.005	153	156	160	164	169	173	178	183	188	193	198	203	208	214	219	224	229	235	240
	.01	154	158	162	167	172	177	182	187	192	198	203	209	214	220	225	231	236	242	247
	.025	156	160	165	171	176	182	188	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259
	.05	157	163	169	174	180	187	193	199	205	211	218	224	231	237	243	250	256	263	269
	.10	160	166	172	179	185	192	199	206	212	219	226	233	239	246	253	260	267	274	281
18	.001	171	172	175	178	182	186	190	195	199	204	209	214	218	223	228	233	238	243	248
	.005	171	174	178	183	188	193	198	203	209	214	219	225	230	236	242	247	253	259	264
	.01	172	176	181	186	191	196	202	208	213	219	225	231	237	242	248	254	260	266	272
	.025	174	179	184	190	196	202	208	214	220	227	233	239	246	252	258	265	271	278	284
	.05	176	181	188	194	200	207	213	220	227	233	240	247	254	260	267	274	281	288	295
	.10	178	185	192	199	206	213	220	227	234	241	249	256	263	270	278	285	292	300	307
19	.001	190	191	194	198	202	206	211	216	220	225	231	236	241	246	251	257	262	268	273
	.005	191	194	198	203	208	213	219	224	230	236	242	248	254	260	265	272	278	284	290
	.01	192	195	200	206	211	217	223	229	235	241	247	254	260	266	273	279	285	292	298
	.025	193	198	204	210	216	223	229	236	243	249	256	263	269	276	283	290	297	304	310
	.05	195	201	208	214	221	228	235	242	249	256	263	271	278	285	292	300	307	314	321
	.10	198	205	212	219	227	234	242	249	257	264	272	280	288	295	303	311	319	326	334

ตารางที่ 1 (ต่อ)

n	p	$m=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	210	211	214	218	223	227	232	237	243	248	253	259	265	270	276	281	287	293	299
	.005	211	214	219	224	229	235	241	247	253	259	265	271	278	284	290	297	303	310	316
	.01	212	216	221	227	233	239	245	251	258	264	271	278	284	291	298	304	311	318	325
20	.025	213	219	225	231	238	245	251	259	266	273	280	287	294	301	309	316	323	330	338
	.05	215	222	229	236	243	250	258	265	273	280	288	295	303	311	318	326	334	341	349
	.10	218	226	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313	321	330	338	346	354	362

For n or m greater than 20, the pth quantile w_p of the Mann–Whitney test statistic may be approximated by

$$w_p = n(N+1)/2 + x_p\sqrt{nm(N+1)/12}$$

where x_p is the pth quantile of a standard normal random variable, obtained from Table A1, and where $N = m + n$.

* The entries in this table are quantiles w_p of the Mann–Whitney test statistic T, given by Equation 5.1.1, for selected values of p. Note that $P(T < w_p) \leq p$. Upper quantiles may be found from the equation

$$w_p = n(n+m+1) - w_{1-p}$$

Critical regions correspond to values of T less than (or greater than) but not equal to the appropriate quantile.

ตารางที่ 2 QUANTILES OF THE KRUSKAL-WALLIS TEST STATISTIC FOR SMALL SAMPLE SIZES*

Sample Sizes	$w_{0.90}$	$w_{0.95}$	$w_{0.99}$
2, 2, 2	3.7143	4.5714	4.5714
3, 2, 1	3.8571	4.2857	4.2857
3, 2, 2	4.4643	4.5000	5.3571
3, 3, 1	4.0000	4.5714	5.1429
3, 3, 2	4.2500	5.1389	6.2500
3, 3, 3	4.6000	5.0667	6.4889
4, 2, 1	4.0179	4.8214	4.8214
4, 2, 2	4.1667	5.1250	6.0000
4, 3, 1	3.8889	5.0000	5.8333
4, 3, 2	4.4444	5.4000	6.3000
4, 3, 3	4.7000	5.7273	6.7091
4, 4, 1	4.0667	4.8667	6.1667
4, 4, 2	4.4455	5.2364	6.8727
4, 4, 3	4.773	5.5758	7.1364
4, 4, 4	4.5000	5.6538	7.5385
5, 2, 1	4.0500	4.4500	5.2500
5, 2, 2	4.2933	5.0400	6.1333
5, 3, 1	3.8400	4.8711	6.4000
5, 3, 2	4.4946	5.1055	6.8218
5, 3, 3	4.4121	5.5152	6.9818
5, 4, 1	3.9600	4.8600	6.8400
5, 4, 2	4.5182	5.2682	7.1182
5, 4, 3	4.5231	5.6308	7.3949
5, 4, 4	4.6187	5.6176	7.7440
5, 5, 1	4.0364	4.9091	6.8364
5, 5, 2	4.5077	5.2462	7.2692
5, 5, 3	4.5363	5.6264	7.5429
5, 5, 4	4.5200	5.6429	7.7914
5, 5, 5	4.5000	5.6600	7.9800

SOURCE. Adapted from Iman, Quade, and Alexander (1975), with permission from the American Mathematical Society.

* The null hypothesis may be rejected at the level α if the Kruskal-Wallis test statistic, given by Equation 5.2.5, exceeds the $1-\alpha$ quantile given in the table.

ตารางที่ 3

APPENDIX

TABLE E. TABLE OF CRITICAL VALUES OF D IN THE KOLMOGOROV-SMIRNOV ONE-SAMPLE TEST*

Sample size (N)	Level of significance for D = maximum $\lvert F_0(X) - S_N(X)\rvert$				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.21	.22	.24	.27	.32
30	.19	.20	.22	.24	.29
35	.18	.19	.21	.23	.27
Over 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

* Adapted from Massey, F. J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *J. Amer. Statist. Ass.*, 46, 70, with the kind permission of the author and publisher.

ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 1 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซ็นต์คอนทามิเนทด์ 1 สเกลแฟคเตอร์ 3

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3		NBLK = 4		NBLK = 5	
		ACC	MIS	ACC	MIS	ACC	MIS
10 %	.01	.028	.225+	.484	.626+	.874	.888+
	.05	.569	.648+	.923+	.912	.983	.985+
	.10	.837+	.822	.979+	.974	.991+	.989
20 %	.01	.016	.051+	.099	.116+	.238+	.222
	.05	.183	.210+	.406+	.369	.614+	.536
	.10	.401+	.360	.600+	.538	.777+	.685
30 %	.01	.013	.030+	.041+	.041+	.080+	.074
	.05	.102	.120+	.211+	.174	.285+	.233
	.10	.222+	.208	.354+	.286	.481+	.366

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งที่อำนาจการทดสอบของวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติด้วยการวิเคราะห์แบบพาราเมตริก มีค่าสูงสุด ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกเมื่อประชากรมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ

ระดับนัยสำคัญ	ACC	MIS
.01	3	7
.05	5	4
.10	9	0

ตารางที่ 3 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบโลจิสติค

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.034	.276+	.000	.521	.660+	.000	.884	.890+	.515
	.05	.596	.786+	.684	.924	.923	.943+	.992+	.988	.964
	.10	.853	.839	.960+	.985+	.969	.943	.998+	.995	.992
20 %	.01	.019	.070+	.000	.093	.155+	.000	.279	.285+	.080
	.05	.199	.256+	.241	.425	.402	.523+	.637+	.578	.567
	.10	.431	.399	.699+	.638+	.548	.523	.784+	.711	.783
30 %	.01	.010	.034+	.000	.036	.063+	.000	.084	.093+	.023
	.05	.114	.137+	.129	.219	.205	.298+	.339+	.288	.271
	.10	.244	.242	.486+	.356+	.327	.298	.498	.415	.504+

ตารางที่ 4 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.030	.316+	.000	.553	.693+	.000	.883	.886+	.539
	.05	.602	.685	.698+	.922	.913	.938+	.979+	.973	.954
	.10	.849	.831	.961+	.974+	.953	.938	.995+	.990	.991
20 %	.01	.014	.076+	.000	.146	.177+	.000	.326	.344+	.101
	.05	.211	.288+	.253	.482	.487	.583+	.654+	.627	.588
	.10	.448	.449	.706+	.649+	.623	.583	.810+	.744	.790
30 %	.01	.008	.032+	.000	.059	.079+	.000	.125	.129+	.025
	.05	.106	.146+	.121	.258	.233	.349+	.377+	.338	.337
	.10	.237	.267	.505+	.401+	.371	.349	.528	.477	.552+

ตารางที่ 5 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 5 สเกลแฟคเตอร์ 3

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.023	.198+	.000	.425	.569+	.000	.803	.815+	.430
	.05	.508	.597	.626+	.864	.854	.907+	.962+	.952	.943
	.10	.788	.775	.947+	.949+	.929	.907	.979	.974	.991+
20 %	.01	.013	.054+	.000	.075	.103+	.000	.187	.188+	.052
	.05	.154	.191+	.171	.367	.333	.464+	.541+	.476	.465
	.10	.363	.323	.614+	.536+	.493	.464	.705+	.630	.705+
30 %	.01	.011	.029+	.000	.036	.042+	.000	.061	.062+	.016
	.05	.090	.110+	.088	.188	.164	.252+	.262+	.207	.220
	.10	.204	.193	.421+	.321+	.269	.252	.425	.325	.436+

ตารางที่ 6 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 10 สเกลแฟคเตอร์ 3

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.019	.158+	.000	.343	.485+	.000	.684	.708+	.347
	.05	.451	.527	.551+	.796	.782	.847+	.914+	.895	.876
	.10	.720	.703	.915+	.899+	.880	.847	.950	.940	.960+
20 %	.01	.010	.053+	.000	.061	.081+	.000	.158	.164+	.050
	.05	.139	.164+	.149	.307	.280	.416+	.455+	.411	.395
	.10	.320	.292	.576+	.472+	.440	.416	.618	.567	.645+
30 %	.01	.009	.027+	.000	.032	.035+	.000	.055+	.055+	.016
	.05	.080	.097+	.084	.160	.145	.235+	.221+	.190	.199
	.10	.189	.176	.402+	.276+	.247	.235	.363+	.295	.405

ตารางที่ 7 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 25 สเกลแฟคเตอร์ 3

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
	.01	.019	.108+	.000	.212	.312+	.000	.463	.502+	.194
10 %	.05	.316	.381+	.381+	.619	.615	.703+	.784+	.754	.723
	.10	.552	.546	.801+	.775+	.742	.703	.874	.841	.888+
	.01	.008	.033+	.000	.036	.451	.000	.093	.101+	.029
20 %	.05	.095	.124+	.109	.213	.218	.299+	.307+	.292	.272
	.10	.246	.243	.471+	.347+	.330	.299	.453	.413	.517+
	.01	.008	.022+	.000	.016	.023+	.000	.037+	.036	.009
30 %	.05	.058	.073+	.063	.115	.106	.184+	.149+	.139	.142
	.10	.150	.152	.347+	.213+	.209	.184	.271	.242	.309+

ตารางที่ 8 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 1 สเกลแฟคเตอร์ 10

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.029	.221+	.000	.460	.611+	.000	.819	.856+	.492
	.05	.547	.641	.666+	.883	.894	.932+	.941	.956+	.950
	.10	.809	.809	.965+	.946	.953+	.932	.957	.965	.990+
20 %	.01	.016	.050+	.000	.096	.115+	.000	.223+	.218	.064
	.05	.176	.209+	.199	.390	.363	.492+	.578+	.524	.515
	.10	.382	.356	.645+	.576+	.530	.492	.739+	.671	.735
30 %	.01	.013	.029+	.000	.039	.041+	.000	.076+	.074	.019
	.05	.098	.118+	.095	.201	.173	.263+	.272+	.234	.243
	.10	.212	.202	.442+	.343+	.284	.363	.447	.360	.453+

ตารางที่ 9 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 5 สเกลแฟคเตอร์ 10

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.020	.187+	.000	.341	.507+	.000	.564	.678+	.375
	.05	.421	.554	.559+	.691	.771	.818+	.747	.810	.820+
	.10	.667	.709	.882+	.784	.839+	.818	.821	.853	.945+
20 %	.01	.011	.047+	.000	.055	.095+	.000	.141	.175+	.047
	.05	.134	.184+	.164	.296	.302	.431+	.391	.419	.428+
	.10	.304	.312	.585+	.454+	.454+	.431+	.542	.548	.661+
30 %	.01	.010	.024+	.000	.026	.037+	.000	.053	.064+	.013
	.05	.076	.104+	.084	.247	.148	.241+	.187	.193	.203+
	.10	.169	.180	.407+	.272+	.242	.241	.315	.299	.404+

ตารางที่ 10 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 10 สเกลแฟคเตอร์ 10

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.012	.133+	.000	.210	.365+	.000	.340	.475+	.252
	.05	.306	.448+	.441	.497	.594	.681+	.553	.636	.668+
	.10	.524	.585	.781+	.620	.675	.681+	.660	.725	.855+
20 %	.01	.005	.040+	.000	.039	.067+	.000	.089	.121+	.038
	.05	.091	.137+	.129	.192	.222	.365+	.259	.309	.338+
	.10	.223	.253	.523	.309	.353	.365+	.376	.418	.562+
30 %	.01	.006	.019+	.000	.017	.027+	.000	.035	.044+	.013
	.05	.051	.078+	.076	.099	.111	.216+	.121	.139	.174+
	.10	.128	.145	.379+	.176	.187	.216+	.222	.229	.359+

ตารางที่ 11 ค่าอำนาจการทดสอบของการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบสเกลคอนทามิเนทด์นอร์มอล ที่เปอร์เซนต์คอนทามิเนทด์ 25 สเกลแฟคเตอร์ 10

C.V.	ระดับนัยสำคัญ	NBLK = 3			NBLK = 4			NBLK = 5		
		ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN	ACC	MIS	FMN
10 %	.01	.002	.059+	.000	.059	.136+	.000	.096	.183+	.087
	.05	.127	.225+	.209	.224	.287	.423+	.262	.318	.378+
	.10	.242	.334	.550+	.343	.406	.423+	.374	.422	.616+
20 %	.01	.001	.019+	.000	.006	.026+	.000	.021	.036+	.014
	.05	.033	.072	.079+	.070	.107	.212+	.095	.124	.170+
	.10	.106	.148	.374+	.161	.190	.212+	.191	.204	.383+
30 %	.01	.002	.011+	.000	.004	.011+	.000	.010	.015+	.006
	.05	.022	.044	.054+	.034	.057	.146+	.043	.065	.104+
	.10	.067	.095	.302+	.108	.118	.146	.128	.125	.246+

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนครั้งที่อำนาจการทดสอบของวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลผิดปกติ มีค่าสูงที่สุด ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก เมื่อประชากรมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ

ระดับนัยสำคัญ	ACC	MIS	FMN
.01	4	78	0
.05	17	19	45
.10	26	3	54

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายสุรศักดิ์ จินตรัตน์ เกิดวันที่ 5 ตุลาคม 2499 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2521 ปัจจุบันปฏิบัติงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์ ฝ่ายบริการข้อมูล กองบริการ สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา