รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรัญ จันทลักขณา. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2534.

ชูใจ ดูหารัตนไชย. การวิเคราะห์ความถดถอยเมื่อความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีสหสัมพันธ์และความแปรปรวนไม่คงที่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ดาว คงศิริวัฒนา. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ สำหรับทดสอบความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ไพศาล หวังพาณิช. วิธีการวิจัย .กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2530.

นิภา ศรีไพโรจน์. สถิตินอนพาราเมตริก. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,2533

วีนัส พีชวณิชย์.ทฤษฎีความน่าจะเป็นและการประยุกต์.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประกายพรึก,พิมพ์ครั้งที่ 5 , 2535.

สมจิต วัฒนาชยากูล. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประกายพรึก, 2527.

สุพล ดุรงค์วัฒนา. การวิเคราะห์เชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน . กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สรชัย พิศาลบุตร. สถิติเพื่อการวิเคราะห์และการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

_____. รองคณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. สัมภาษณ์, 18 มีนาคม 2539.

ภาษาอังกฤษ

Kelton,WD,Law,A.M. , Simulation Modeling and Analysis . New York: McGraw -Hill Book Company, 1991.

Montgomery .DC Design And Analysis of Experiments (second editor).Wily: New York

Ghosh, M.,and Meeden,G.,Empirical Bayes Estimation in finite population sampling . Journal of Amer.Statist Assoc.81(1986): 1058-1062.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kleffe,J.,and Rao,J.N.K. . Estimation of the Mean Square Error of Empirical Best Linear Unbiased Predictios under a Random Error Varience Linear Model. Journal of Multivariate Analysis 43,(1992) : 1-15.

Prasad ,N.G.N. ,and Rao,JNK .The estimation of Mean Square Error of Small Area Estimators .Journal of Americaan Statist. Assoc. 55, (1990) : 163-171.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

การผลิตเลขสุ่มโดยการใช้โปรแกรม

ในการสร้างตัวแปรให้มีคุณสมบัติตามต้องการ วิธีหนึ่ง คือเทคนิคของการผลิตเลขสุ่ม โดยการใช้โปรแกรม คือ

1). การผลิตเลขสุ่มโดยการใช้โปรแกรม

เป็นการผลิตเลขสุ่มจากความสัมพันธ์ ที่ซ้ำ (Recurrence relative) โปรแกรมย่อยที่ใช้ คือ RAND(IX) ซึ่ง IX คือเลขสุ่มที่เป็นค่าเริ่มต้นที่เข้าไปในโปรแกรมย่อยต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ IX เป็นค่า SEED ซึ่งเลขสุ่มถัดไป ที่คำนวณได้จากเลขสุ่มตัวเริ่มต้น เลขสุ่มที่ได้มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0 , 1)

ซึ่งสร้างโปรแกรมย่อย RAND เขียนได้ดังนี้

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

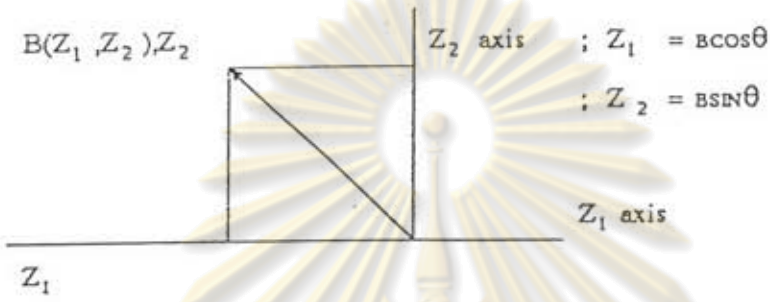
2). การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ

การแจกแจงปกติโดยเทคนิคแบบการแปลงโดยตรวจสอบ

$$f(\chi^2) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{2} \exp(-\chi^2/2)\, d\chi \qquad ; -\infty < x < \infty$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Boxและ Muller(1958) สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติสมมาตร ที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ MEความแปรปรวน เท่ากับVAพร้อมกัน 2 ค่า ดังนั้น



$B^2 = Z^2 + Z^2$ มีการแจกแจงไคสแควร์ ชั้นความเป็นอิสระ 2 เทียบกับการแจกแจงเอ็กโปเนนเชียล (Exponential distribution) ด้วยค่าเฉลี่ย 2 รัศมี B มีค่า

$$B = (-2 LN R)^{\frac{1}{2}}$$

โดยการสมมาตรของการแจกแจงปกติ (normal distribution) θ มีการแจกแจงสม่ำเสมอ (Uniformly distribution) ระหว่าง (0 , 2π) เรเดียน ค่า B และ θ เป็น Mutually independent

$$Z_1 = (-2LN R_1) *COS(2\pi R_2)$$

$$Z_2 = (-2LN R_1) *SIN(2\pi R_2)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฟังก์ชั่นสำหรับจำลองประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ จะเรียกใช้ NORM1 (ME,VA,EX) จะได้ค่า XX = ZONE*VA + ME หรือ NORMAL = ZTWO*VA + ME ในแต่ละครั้ง ดังนั้นคำสั่งในการสร้างตัวแปรให้มีการแจกแจงแบบปกติ

ซึ่งสร้างโปรแกรมย่อย NORM เขียนได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE  NORM ( ME,VA,EX)
      SD = SQRT(VA)
      PI = 3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GO TO 10
      RONE = RAND(IX)
      RTWO = RAND(IX)
      ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
      EX = ZONE*SD + ME
      KK = 1
      GO TO 15
   10 EX = ZTWO*SD + ME
      KK = 0
   15 RETURN
      END
```

3). <u>การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงไคสแควร์</u>

การแจกแจงไคสแควร์โดยเทคนิคการแปลงโดยตรวจสอบ

$$f(\chi^2) = \frac{2^{\frac{-B}{2}}}{L(B/2)} (\chi^2)^{\frac{(B-2)}{2}} \exp(-\frac{1}{2}\chi^2)$$

; $\chi^2 > 0$

; $\sigma_{i..} \sim \chi^2 \quad (\beta,\alpha)$

; $i = 1,2,...,m$

; β เป็นชั้นความเป็นอิสระ

; exp หรือ e เป็นจำนวนอตักยะ(irrational)มีค่าประมาณ 2.71828

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งสร้างโปรแกรมย่อย CHISQ เขียนได้ดังนี้

```
C-----------------------------------------------------------------------C
C                      CHI-SQUARE DISTRIBUTION                          C
C-----------------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE CHISQ( DF,CHI )
      COMMON/SEED/IX,KK
      CON1 = FLOAT( 1 )/SQRT( DF -1 )
      CON2 = DF/2 - ALOG( 4.)
      CON3 = DF/2 + 1/CON1
      CON4 = 1 +ALOG( 4.5 )
    1 U1 = RAND(IX)
      U2 = RAND(IX)
      CHI1 = CON1*ALOG(U1/(1 - U1))
      CHI2 = ( DF/2 )*EXP( CHI1 )
      CHI3 = ( U1**2 )*U2
      CHI4 = CON2 + CON3*CHI1 -CHI2
      IF ((CHI4 + CON4 - 4.5*CHI3).GE.0) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE IF(CHI4.GEALOG(CHI3)) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE
            GOTO 1
      END IF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
.1 (MAY 1985)          VS FORTRAN          DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:14

      C-------------------------------------------------------------C
      C                                                             C
      C                    MAIN PROGRAM                             C
      C                                                             C
      C-------------------------------------------------------------C

N EFFECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  NOTEST N
           NOSYM NORENT   SDUMP AUTODBL(NONE)    NOSXM   IL
           OPT(0) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)  NAME(MAIN  ) LINECOUNT(60)      CHAR
     *....*...1.........2.........3.........4.........5.........6.........7.*.......8
  1          DIMENSION VAR(100),PDF(100)
  2          REAL MEAN
  3          COMMON/SEED/IX,KK
  4          IX = 2601
  5          KK = 0
  6          BETA = 5
  7          M = 100
  8          DO 70 I = 1,M
  9          DF = BETA
 10          CALL CHI SQ(DF,CHI)
 11          VAR(I) = CHI
 12       70 CONTINUE
 13          CALL SHELL(VAR,M)
 14          DO 71 I = 1,M
 15            PDF(I) = ((0.5)**(DF/2.)/GAMMA(DF/2.))*EXP(-VAR(I)/2.)
           * *VAR(I)**(DF/2.-1.)
 16          WRITE (6,*)VAR(I),PDF(I)
 17       71 CONTINUE
 18          STOP
 19          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
MAY 1985)            VS FORTRAN              DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:15

      C-------------------------------------------------------C
      C                                                       C
      C                  FUNCTION RANDOM                      C
      C                                                       C
      C-------------------------------------------------------C

EECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  NOTI
       NOSYM NORENT   SDUMP AUTODBL(NONE)   NOSXM   IL
         OPT(0) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)  NAME(MAIN  )  LINECOUNT(60)

      *....*...1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.*.....

            FUNCTION RAND(IX)
            IX = IX*16807
            IF(IX.LT.0) IX = IX + 2147483647+1
            RAND = IX
            RAND = RAND*0.4656612E-9
            RETURN
            END

      SOURCE STATEMENTS = 7, PROGRAM SIZE = 661 BYTES, PROGRAM NAME = RAND        P

       NO DIAGNOSTICS GENERATED.

OF COMPILATION 2 ******
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
.1 (MAY 1985)            VS FORTRAN          DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:15

      C-------------------------------------------------C
      C                NORMAL DISTRIBUTION              C
      C-------------------------------------------------C

IN EFFECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  NOTEST
            NOSYM NORENT   SDUMP AUTODBL(NONE)   NOSXM   IL
              OPT(0) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)  NAME(MAIN  )  LINECOUNT(60)      CH.

      *....*...1.........2.........3.........4.........5.........6.........7.*.......

  1           SUBROUTINE NORM(ME,VA,EX)
  2           COMMON/SEED/IX,KK
  3           SD = SQRT(VA)
  4           PI = 3.1415926
  5           IF (KK.EQ.1) GO TO 10
  6           RONE = RAND(IX)
  7           RTWO = RAND(IX)
  8           ZONE = SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
  9           ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
 10           EX = ZONE*SD + ME
 11           KK = 1
 12           GOTO 15
 13        10 EX = ZTWO*SD + ME
 14           KK = 0
 15        15 RETURN
 16           END

CS*   SOURCE STATEMENTS = 16, PROGRAM SIZE = 1240 BYTES, PROGRAM NAME = NORM          PAGI

CS*      NO DIAGNOSTICS GENERATED.

END OF COMPILATION 5 ******
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
(MAY 1985)           VS FORTRAN          DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:15

      C-------------------------------------------------------C
      C                  CHI-SQUARE DISTRIBUTION              C
      C-------------------------------------------------------C

EFFECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  NOTEST
         NOSYM NORENT    SDUMP AUTODBL(NONE)    NOSXM    IL
           OPT(2) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)  NAME(MAIN  )  LINECOUNT(60)      CHA

     *....*...1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.*.....8

 1           SUBROUTINE CHISQ(DF,CHI)
 2           COMMON/SEED/IX,KK
 3           CON1 = FLOAT(1)/SQRT(DF-1)
 4           CON2 = DF/2 - ALOG(4.)
 5           CON3 = DF/2 + 1/CON1
 6           CON4 = 1 + ALOG(4.5)
 7         1 U1 = RAND(IX)
 8           U2 = RAND(IX)
 9           CHI1 = CON1*ALOG(U1/(1-U1))
10           CHI2 = (DF/2)*EXP(CHI1)
11           CHI3 = (U1**2)*U2
12           CHI4 = CON2 + CON3*CHI1 - CHI2
13           IF((CHI4 + CON4 - 4.5*CHI3).GE.0)THEN
14                CHI = 2*CHI2
15           ELSE IF(CHI4.GE.ALOG(CHI3))THEN
16                CHI = 2*CHI2
17           ELSE
18                GOTO 1
19           END IF
20           RETURN
21           END

S*    SOURCE STATEMENTS = 21, PROGRAM SIZE = 1420 BYTES, PROGRAM NAME = CHISQ      PA
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1 (MAY 1985)                VS FORTRAN          DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:1

      C*************************************************
      C                    SWAPC
      C*************************************************

 EFFECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  N
          NOSYM NORENT    SDUMP AUTODBL(NONE)   NOSXM   IL
            OPT(0) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)   NAME(MAIN   ) LINECOUNT(60)

      *....*...1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.*..

 1            SUBROUTINE SWAP(A,B)
 2            HOLD = A
 3            A = B
 4            B = HOLD
 5            RETURN
 6            END

CS*    SOURCE STATEMENTS = 6, PROGRAM SIZE = 584 BYTES, PROGRAM NAME = SWAP

CS*     NO DIAGNOSTICS GENERATED.

END-OF-COMPILATION 5*******
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1 (MAY 1985)            VS FORTRAN          DATE: APR 10, 1995    TIME: 13:28:15

      C*************************************C
      C              SHELL SORTCC           C
      C*************************************C

 EFFECT:  NOLIST NOMAP NOXREF NOGOSTMT NODECK   SOURCE NOTERM   OBJECT FIXED  NOTEST NO
          NOSYM NORENT   SDUMP AUTODBL(NONE)   NOSXM   IL
           OPT(0) LANGLVL(77) NOFIPS   FLAG(I)  NAME(MAIN  )  LINECOUNT(60)       CHARL

      *....*...1.........2.........3.........4.........5.........6.........7.*.......8

 1          SUBROUTINE SHELL(X,N)
 2          DIMENSION X(100)
 3          JUMP = N
 4       25 JUMP = JUMP/2
 5          IF (JUMP .EQ. 0) GOTO 99
 6             J2 = N - JUMP
 7          DO 40 J = 1,J2
 8             I = J
 9       30    J3 = I + JUMP
10             IF (X(I) .LE. X(J3)) GOTO 40
11                CALL SWAP(X(I),X(J3))
12             I = I - JUMP
13             IF (I .GT. 0) GOTO 30
14       40 CONTINUE
15          GOTO 25
16       99 RETURN
17          END

S*    SOURCE STATEMENTS = 17, PROGRAM SIZE = 1016 BYTES, PROGRAM NAME = SHELL      PA

S*     NO DIAGNOSTICS GENERATED.

END OF COMPILATION 6 ******
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

177

```
   LAST RETURN CODE WAS 0000
// ASSGN SYSC06,C0E
// EXEC
```

0.733613968	0.5790127015-01
1.02560997	0.8270925285-01
1.02755070	0.8286362395-01
1.08266830	0.8718335635-01
1.29144192	0.1023218045
1.33734989	0.1053791645
1.61730957	0.1218385105
1.64071369	0.1230444315
1.66684055	0.1243598465
1.71823978	0.1268538835
1.78586102	0.1299468075
1.84573746	0.1325095995
1.93210602	0.1359202275
1.97420406	0.1374624375
2.12777138	0.1424415715
2.16938972	0.1436211475
2.20281219	0.1445175415
2.24792480	0.1456568245
2.33068275	0.1475403675
2.34230614	0.1477846505
2.36846542	0.1483144765
2.42446709	0.1492642935
2.44077682	0.1496487865
2.49497032	0.1505253605

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.52801514	0.151010454
2.54554749	0.151252329
2.55243111	0.151344478
2.57653236	0.151654601
2.60316086	0.151974618
2.63188362	0.152294040
2.90215302	0.154054642
2.96245575	0.154162109
3.05639267	0.154140055
3.10236931	0.154048741
3.10426903	0.154043913
3.13702774	0.153946280
3.30976486	0.153030574
3.32669449	0.152906418
3.40396500	0.152266562
3.45176697	0.151813149
3.45889282	0.151741803
3.49873924	0.151226299
3.59818459	0.150168180
3.64750671	0.149532914
3.80455017	0.147263944
3.87046565	0.146076560
3.91508675	0.145462215
3.92161778	0.145347655
3.96016693	0.144683719
3.99849129	0.144002974
4.06330299	0.142814457
4.18486404	0.140460478

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.36999512	0.136640131
4.38342285	0.136351764
4.41651344	0.135635853
4.42872620	0.135369653
4.48281479	0.134178758
4.54240417	0.132845591
4.54862404	0.132705152
4.56467819	0.132341683
4.61899185	0.131101668
4.63612747	0.130707204
4.68664169	0.129535913
4.76002502	0.127813280
4.78618240	0.127193928
4.81446838	0.126521051
4.83833885	0.125950933
4.94677734	0.123336971
5.14704132	0.118429482
5.15731812	0.118175337
5.21279335	0.116802096
5.36454582	0.113029480
5.42149925	0.111610413
5.47876358	0.110182941
5.53050041	0.108893573
5.57209396	0.107857764
5.61568642	0.106773078
5.87483788	0.100263970

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.04277992	0.962654352E-01
6.08684540	0.951996446E-01
6.12693214	0.942337513E-01
6.40089417	0.877432227E-01
6.68117523	0.813335130E-01
6.81826591	0.782946348E-01
7.28101730	0.685526133E-01
7.29258919	0.683196783E-01
7.29447365	0.682817698E-01
7.32474327	0.676751733E-01
7.69409180	0.605722442E-01
8.04072380	0.544139668E-01
9.11622047	0.383662358E-01
9.21664238	0.370919257E-01
9.33959389	0.355806425E-01
9.42752792	0.345320776E-01
10.9638634	0.200091457E-01
11.9848576	0.137803145E-01
12.1029486	0.131777152E-01
13.2530452	0.849700719E-02
14.8181572	0.459470972E-02
15.4953289	0.350204832E-02

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

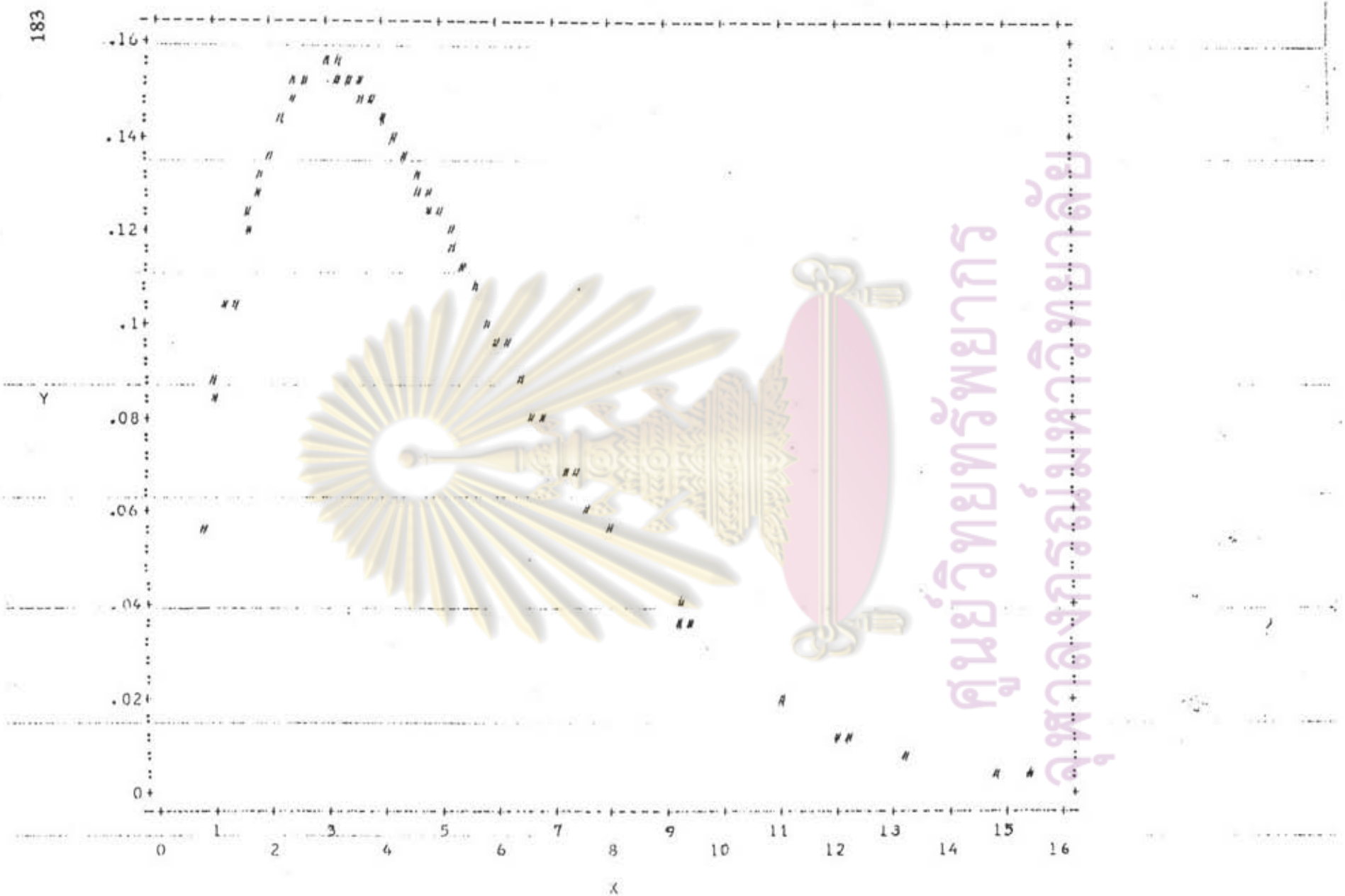
```
  1  0          *DATA LIST FREE RECORD=1/X Y
  2  0          DATA LIST FIXED RECORD=1/X 12-21 (7) Y 34-42 (8)

THE ABOVE DATA LIST STATEMENT WILL READ   1 RECORDS FROM FILE SYSIN   .

          VARIABLE   REC  START     END         FORMAT  WIDTH  DEC

          X            1     12      21          F         10    7
          Y            1     34      42          F          9    8

END OF DATALIST TABLE.


  3  0          LIST

THERE ARE   902680 BYTES OF MEMORY AVAILABLE.
THE LARGEST CONTIGUOUS AREA HAS   902680 BYTES.

       170 BYTES OF MEMORY REQUIRED FOR LIST PROCEDURE.
       104 BYTES HAVE ALREADY BEEN ACQUIRED.
        66 BYTES REMAIN TO BE ACQUIRED.


10 APR 95   SPSS-X RELEASE 2.1 FOR IBM DOS/VSE - 16 DEC 85
12:23:15    COMPUTER SERVICE CENTER, CHULA AMDAHL 5860-16M  DOS/VSE 3.1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
/ JOB EAB10003                                                    DATE 10/04/95,CLOCK 12/
/ EXEC PROC=SPSSX
/ LIBDEF *,SEARCH=(PRD2.SPSSX21)
/ OPTION NODUMP
/ DLBL SPSSERR,'SPSSX.ERRORS',,VSAM,CAT=VSESPUC
/ DLBL SPSSINF,'SPSSX.INFO',,VSAM,CAT=VSESPUC          UPLATE, LOCAL
/ DLBL  SYSUT1,'&LABELS.WORK',0,VSAM,RECSIZE=1016,RECORDS=(100,100)
/ EXTENT       ,SYSWK1
/ DLBL  SYSUT2,'&DATA.WORK1',0,VSAM,RECSIZE=1016,RECORDS=(800,800)
/ EXTENT       ,SYSWK1
/ DLBL  SYSUT3,'&DATA.WORK2',0,VSAM,RECSIZE=1016,RECORDS=(800,800)
/ EXTENT       ,SYSWK1
/ DLBL  SYSUT4,'&PROC.WORK',0,VSAM,RECSIZE=1016,RECORDS=(100,100)
/ EXTENT       ,SYSWK1
/ DLBL SORTWK1,'&DOS.WORKFILE.SYS.SORT.WORK',0,VSAM,RECSIZE=1016,RECORDS=(1000,1000)
/ EXTENT       ,SYSWK1
JP SPSSX
/ EXEC SPSSX
 SSSSSS   PPPPPPPP     SSSSSS     SSSSSS     XX    XX      2222222       1
 SSSSSSS  PPPPPPPPP   SSSSSSSS   SSSSSSSS   XX    XX     222222222     11
      SS  PP      PP  SS      SS  SS      SS  XX  XX      22     22    111
          PP      PP  SS          SS          XX XX             22     11
 SSSSSS   PPPPPPPPP   SSSSSSS    SSSSSSS  ===  XXX              22      11
 SSSSSSS  PPPPPPPP     SSSSSSS    SSSSSSS ===  XXX             22       11
      SS  PP                SS          SS    XX XX          22        11
      SS  PP          SS    SS  SS      SS    XX  XX        22         11
 SSSSSSS  PP          SSSSSSSS  SSSSSSSS     XX    XX     22222222 .. 1111
 SSSSSS   PP           SSSSSS    SSSSSS      XX    XX    222222222 .. 1111

 R DOS/VSE 3.1          COMPUTER SERVICE CENTER, CHULA     LICENSE NUMBER 61596

 E THE SPSS-X USER'S GUIDE, 2ND ED., FOR MORE INFORMATION ON:

 ALSCAL:  MULTIDIMENSIONAL SCALING     * UPDATE TRANSACTIONS TO SYSTEM FILES
 TIME AND DATE FORMATS AND FUNCTIONS   * EXPORT FOR DATA COMMUNICATIONS
 MULTIPUNCHED DATA AND BIT FIELDS      * SIMPLIFIED REGRESSION COMMAND
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PLOT OF Y WITH X



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยเพื่อจำลองสถานการณ์ที่กำหนด มี 4 โปรแกรม คือ

1). วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

```
C-------------------------------------------------------------C
C                      MAIN PROGRAM                           C
C-------------------------------------------------------------C
      DIMENSION VAR(300),AVAR(300),MEAN(300),YYY(300),ERROR(300),
     *A(300),Y(300),H(300),T(300),EE(300),EEE(300)
      REAL MEAN,MSE,RMEANL
      COMMON/SEED/IX,KK,N
      IX = 2601
      KK = 0
C-------------------------------------------------------------C
      BETA = 2,3,4,5,6   ; NUMBER OF TREATMENT (M) = 3,5,7,9,25,30,35
C-------------------------------------------------------------C
      BETA = 5
      M = 30
      RMEAN = 0.0
      SSE = 0.0
C-------------------------------------------------------------C
C     ORDINARY LEAST SQUARE METHOD ESTIMATE MSE UNDER        C
C     THE ASSUMTION OF UNEQUALLY ERROR VARIANCE              C
C-------------------------------------------------------------C
      DO 100 IKLM = 1,4979
      YY = 0.0
      TT = 0.0
      SUMV = 0.0
      N = 3
      DO 80 I = 1,M
      SUMY = 0.0
      SUMYY = 0.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      SUMT = 0.0
      DF = BETA
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      VAR( I ) = CHI
      MB = 1.
      VA = 1.
      CALL NORM( MB,VA,EX )
      MEAN( I ) = EX
      DF = N - 1
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      A( I ) = CHI
      AVAR( I ) = ( A( I )*VAR( I ) ) / DF
      DO 50 K = 1,N
      MB = 0.
      VA = AVAR( I )
      CALL NORM( MB,VA,EX )
      ERROR( K ) = EX
      Y( K ) = MEAN( I ) + ERROR( K )
      H( K ) = Y( K )
      T( K ) = MEAN( I )
      SUMY = SUMY + H( K )
      SUMT = SUMY + T( K )
   50 CONTINUE
      EE( I ) = SUMY / N
      SUMZA( I ) = SUMT / N
      YY = YY + EE( I ) / M
      TT = TT + SUMZA( I ) / M
      DO 70 J = 1, N
      SUMYY = SUMYY + ( ( H( J ) - EE( I ) ) ** 2 )
   70 CONTINUE
      N = 10
      EEE(I) = SUMYY/((N-1)*N)
   80 CONTINUE
      SUMV = SUMV + SUMYY
      RMEAN = RMEAN + EE( I )
      SSE = EEE(I)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
100 CONTINUE
    WRITE( 6,* ) 'MEAN'
    RMEANL = RMEAN / 4979
    WRITE( 6,* ) RMEANL
    MSE = SSE/4979
    WRITE( 6,19 ) MSE
19  FORMAT(' MSE = ',F20.10 )
    STOP
    END
C-------------------------------------------------------------C
C                    FUNCTION    RANDOM                       C
C-------------------------------------------------------------C
    FUNCTION RAND (IX )
    IX = IX*16807
    IF ( IX.LT. 0.) IX = IX +2147483647+1
    RAND = IX
    RAND = RAND*( 0.465661E-9 )
    RETURN
    END
C-------------------------------------------------------------C
C                    NORMAL    DISTRIBUTION                   C
C-------------------------------------------------------------C
    SUBROUTINE NORM( ME,VA,EX )
    COMMON/SEED/IX,KK
    SD = SQRT( VA )
    PI = 3.1415926
    IF ( KK .EQ.1 ) GO TO 10
    RONE = RAND( IX )
    RTWO = RAND( IX )
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      ZONE= SQRT(-2*ALOG( RONE )*COS( 2*PI*RTWO )
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG( RONE )*SIN( 2*PI*RTWO )
      EX =ZONE*SD +MB
      KK =1
      GOTO 15
   10 EX = ZTWO*SD + MB
      KK = 0
   15 RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------------------C
C                      CHI-SQUARE   DISTRIBUTION                          C
C-------------------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE CHISQ( DF,CH1 )
      COMMON/SEED/IX,KK
      CON1 = FLOAT(.1 )/SQRT( DF-1 )
      CON2 = DF/2 - ALOG( 4.)
      CON3 = DF/2 +1/CON1
      CON4 = 1+ALOG( 4.5 )
    1 U1 = RAND(IX)
      U2 = RAND(IX)
      CH11 = CON1*ALOG(U1/(1 - U1))
      CH12 = ( DF/2 )*EXP( CH11 )
      CH13 = ( U1**2 )*U2
      CH14 = CON2 + CON3*CH11 -CH12
      IF (( CH14 + CON4 - 4.5*CH13).GE.0 ) THEN
            CH1 = 2*CH12
      ELSE IF( CH14.GE.ALOG(CH13)) THEN
            CH1 = 2*CH12
      ELSE
            GOTO 1
      END IF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2). วิธีประมาณอันดับที่สอง (ตัวประมาณ EBLUE)

โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

```
C-------------------------------------------------------------C
C                      MAIN  PROGRAM                          C
C-------------------------------------------------------------C
      DIMENSION  VAR (300),AVAR(300),MEAN(300),AMEAN(300),ERROR(300),
     *A(300),Y(300),YYY(300)
      REAL MEAN,MSE,RMEANL
      COMMON/SEED/IX,KK,N
      IX = 2601
      KK = 0
C-------------------------------------------------------------C
C     BETA = 2,3,4,5,6   ; NUMBER OF TREATMENT(M) = 3,5,7,9,25,30,35 ; T = 0.5,1.0,1.5
C-------------------------------------------------------------C
      BETA = 5
      M = 30
      RMEAN = 0.0
      SSE =  0.0
C-------------------------------------------------------------C
C                 KLEFFE  AND RAO'S METHOD                    C
C-------------------------------------------------------------C
      DO 100 IKLM = 1,4979
      SUMV = 0.0
      YY = 0.0
      N = 3
      DO 80 I = 1 ,M
      SUMY = 0.0
      DF = BETA
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      VAR( I ) = CHI
      ME = 1.
      VA = 1.
      CALL NORM( ME,VA,EX )
      MEAN( I ) = EX
      DF = N - 1
      CALL  CHISQ( DF,CHI )
      A( I ) = CHI
      AVAR( I ) = ( A( I )*VAR( I ) ) / DF
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DO 50 K=1,N
      MB = 0.
      VA = AVAR( I )
      CALL NORM( MB,VA,EX )
      ERROR( K ) = EX
      Y( K ) = MEAN( I ) + ERROR( K )
      SUMY = SUMY + Y( K )
   50 CONTINUE
      SUMV = SUMV + AVAR( I )
      YYY( I ) = SUMY / N
      YY = YY + YYY( I )/ M
      N = 10
   80 CONTINUE
      ABATA = SUMV/ M
      DO 90 J = 1, M
      SUMYY = SUMYY + (YYY( J ) - YY) **2
   90 CONTINUE
C-----------------------------------------------------------------C
C                     AC = ABETA / 3 * ADELTA                     C
C       WHILE         N(I) = 3   , AC = ABETA /3 * ADELTA         C
C                     AC = ABETA / 10 * ADELTA                    C
C       WHILE         N(I) = 10  , AC = ABETA /10 * ADELTA        C
C-----------------------------------------------------------------C
      ADELTA = SUMYY/( M - 1 )
      AC = ABETA/( 3* ADELTA )
C-----------------------------------------------------------------C
C            CALCULATING MEAN OF EBLUE                            C
C-----------------------------------------------------------------C
      AMEAN( I ) = YYY( I ) - AC*( YYY( I ) - YY )
      RMEAN = RMEAN + AMEAN( I )
      SSE = SSE + ( AMEAN( I ) - MEAN( I ))**2
  100 CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      WRITE(6,*) ' MEAN'
      RMEANL = RMEAN / 4979
      WRITE(6,*) RMEANL
      MSE = SSE/4979
      WRITE(6,19) MSE
   19 FORMAT( ' MSE OF BBLUE = ',F20.10 )
      STOP
      END
C-------------------------------------------------------C
C                   FUNCTION RANDOM                     C
C-------------------------------------------------------C
      FUNCTION RAND (IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX.LT.0) IX = IX + 2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*(0.465661E-9)
      RETURN
      END
C-------------------------------------------------------C
C                  NORMAL  DISTRIBUTION                 C
C-------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE NORM(ME,VA,EX)
      COMMON/SEED/IX,KK
      SD = SQRT(VA)
      PI = 3.1415926
      IF ( KK.EQ.1 ) GO TO 10
      RONE = RAND( IX )
      RTWO = RAND( IX )
      ZONE = SQRT(-2*ALOG( RONE )*COS( 2*PI*RTWO )
      ZTWO = SQRT(-2*ALOG(RONE )*SIN( 2*PI*RTWO )
      EX = ZONE*SD + ME
      KK = 1
      GOTO 15
   10 EX = ZTWO*SD + ME
      KK = 0
   15 RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C------------------------------------------------------------C
C                    CHI-SQUARE DISTRIBUTION                 C
C------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE CHISQ( DF,CHI )
      COMMON/SEED/IX,KK
      CON1 = FLOAT( 1 )/SQRT( DF -1 )
      CON2 = DF/2 - ALOG( 4.)
      CON3 = DF/2 + 1/CON1
      CON4 = 1 +ALOG( 4.5 )
    1 U1 = RAND(IX)
      U2 = RAND(IX)
      CHI1 = CON1*ALOG(U1/(1 - U1))
      CHI2 = ( DF/2 )*EXP(-CHI1 )
      CHI3 = ( U1**2 )*U2
      CHI4 = CON2 +CON3*CHI1 -CHI2
      IF ((CHI4 +CON4 - 4.5*CHI3).GE.0) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE IF(CHI4.GE.ALOG(CHI3)) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE
            GOTO 1
      END IF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3). วิธีประมาณอันดับที่สอง (ตัวประมาณอย่างง่าย (NAIVE ESTIMATOR)) โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

```
C-------------------------------------------------------------C
C                      MAIN  PROGRAM                          C
C-------------------------------------------------------------C
      DIMENSION  VAR (300),AVAR(300),MEAN(300),ERROR(300),A(300),Y(300),
     *YYY(300)
      REAL MEAN,MSB
      COMMON/SEED/IX,KK,N
      IX = 2601
      KK = 0
C-------------------------------------------------------------C
C     BETA= 2,3,4,5,6 ; NUMBER  OF  TREATMENT (M) = 3,5,7,9,25,30,35 ; T =0.5, 1.0 ,1.5
C-------------------------------------------------------------C
      BETA = 5
      M = 30
      SSE =  0.0
C-------------------------------------------------------------C
C       KLEFFEE  AND RAO'S METHOD  ( NAIVE ESTIMATOR )        C
C-------------------------------------------------------------C
      DO 100 UKLM = 1,4979
      SUMYY = 0.0
      SUMV = 0.0
      YY = 0.0
      N = 3
      DO 80 I = 1 ,M
      SUMY = 0.0
      DF = BETA
      CALL CHISQ( DF,CHI)
      VAR(I) = CHI
      ME = 1.
      VA = 1.
      CALL NORM( ME,VA,EX )
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      MEAN(I) = EX
      DF = N - 1
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      A(I) = CHI
      AVAR(I) = ( A(I)*VAR(I) ) / DF
      DO 50 K=1,N
      ME = 0.
      VA = AVAR(I)
      CALL NORM( ME,VA,EX )
      ERROR(K) = EX
      Y(K) = MEAN(I) + ERROR(K)
      SUMY = SUMY + Y(K)
   50 CONTINUE
      SUMV = SUMV + AVAR(I)
      YYY(I) = SUMY / N
      YY = YY + YYY(I) / M
      N = 10
   80 CONTINUE
      ABATA = SUMV/ M
      DO 90 J = 1, M
      SUMYY = SUMYY + (YYY(J) - YY) ** 2
   90 CONTINUE
C-----------------------------------------------------------------C
C                                                                 C
C                C = β / N (I) * DELTA                            C
C                                                                 C
C        WHILE  β = ABETA , N(I) = 3 OR 10 , DELTA = ADELTA       C
C                                                                 C
C                AC = ABETA / N( I ) * ADELTA                     C
C                                                                 C
C   VAR( MEAN( I) ) = AD = ABS ( ADELTA - ABETA / N( I ) )        C
C                                                                 C
C-----------------------------------------------------------------C
      ADELTA = SUMYY/(M - 1)
      AC = ABETA/( 3* ADELTA )
      AD = ABS( ADELTA - ABETA / 3 )
      SSE = SSE + ( AC*(AD + ABETA / (M*3) ) )
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  100 CONTINUE
      MSE = SSE/4979
      WRITE(6,19) MSE
   19 FORMAT( ' RMSE = ',F20.10 )
      STOP
      END
C-------------------------------------------------------------C
C                    FUNCTION   RANDOM                        C
C-------------------------------------------------------------C
      FUNCTION RAND (IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX.LT.0) IX = IX + 2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*(0.465661E-9)
      RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------C
C                  NORMAL   DISTRIBUTION                      C
C-------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE NORM( ME,VA,EX )
      COMMON/SEED/IX,KK
      SD = SQRT(VA)
      PI = 3.1415926
      IF ( KK .EQ.1 ) GO TO 10
      RONE = RAND( IX )
      RTWO = RAND( IX )
      ZONE = SQRT( -2*ALOG( RONE )*COS( 2*PI*RTWO )
      ZTWO = SQRT( -2*ALOG( RONE )*SIN( 2*PI*RTWO )
      EX = ZONE*SD + ME
      KK = 1
      GOTO 15
   10 EX = ZTWO*SD + ME
      KK = 0
   15 RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C------------------------------------------------------------C
C                    CHI-SQUARE DISTRIBUTION                 C
C------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE CHISQ( DF,CHI )
      COMMON/SEED/IX,KK
      CON1 = FLOAT( 1 )/SQRT( DF - 1 )
      CON2 = DF/2 - ALOG( 4. )
      CON3 = DF/2 + 1/CON1
      CON4 = 1 +ALOG( 4.5 )
    1 U1 = RAND(IX)
      U2 = RAND(IX)
      CHI1 = CON1*ALOG(U1/(1 - U1))
      CHI2 = ( DF/2 )*EXP( CHI1 )
      CHI3 = ( U1**2 )*U2
      CHI4 = CON2 + CON3*CHI1 -CHI2
      IF ((CHI4 + CON4 - 4.5*CHI3).GE.0) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE IF(CHI4.GE.ALOG(CHI3)) THEN
            CHI= 2*CHI2
      ELSE
            GOTO 1
      END IF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4). วิธีปรับปรุงจากวิธีขององคเลฟฟีและราว

โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```
C-------------------------------------------------------------C
C                      MAIN  PROGRAM                          C
C-------------------------------------------------------------C
      DIMENSION VAR(300),AVAR(300),MEAN(300),ABAR(300),ERROR(300),
     *A(300),Y(300),YYY(300),SUMB(300)
      REAL MEAN,MSB,RBARL
      COMMON/SEED/IX,KK,N
      IX = 2601
      KK = 0
C-------------------------------------------------------------C
C     BETA = 2,3,4,5,6  ; NUMBER OF TREATMENT (M) = 3,5,7,9,25,30,35 ; T = 0.5,1.0,1.5
C-------------------------------------------------------------C
      BETA = 5
      M = 30
      RBAR = 0.0
      SSB = 0.0
C-------------------------------------------------------------C
C          ADAPTIVE KLEFFES AND RAO'S METHOD                  C
C     UNDER THE ASSUMTION OF EQUALLY ERROR VARIANCE           C
C          SIGMA = BETA SUM SQUARE WITHEIN GROUP              C
C-------------------------------------------------------------C
      DO 100 UKLM = 1,4979
      YY = 0.0
      N = 3
      DO 80 I = 1,M
      SUMY = 0.0
      DF = BETA
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      VAR(I) = CHI
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      ME = 1.
      VA = 1.
      CALL NORM( ME,VA,EX )
      MEAN(I) = EX
      DF = N - 1
      CALL CHISQ( DF,CHI )
      A(I) = CHI
      AVAR(I) = ( A(I)*VAR(I) ) / DF
      DO 50 K=1,N
      ME = 0.
      VA = AVAR(I)
      CALL NORM( ME,VA,EX )
      ERROR( K ) = EX
      Y( K ) = MEAN(I) + ERROR( K )
      SUMY = SUMY + Y( K )
   50 CONTINUE
      YYY(I) = SUMY / N
      SB = 0.0
      DO 60 K = 1, N
      SB = SB + ((Y(K) - YYY(I))**2)
   60 CONTINUE
      YY = YY + YYY(I) / M
      SUMB (I) = SB / (N - 1)
      N = 10
   80 CONTINUE
      BB = SUMB( I )
      DO 90 J = 1, M
      SUMYY = SUMYY + (YYY(J) - YY) ** 2
   90 CONTINUE
C-----------------------------------------------------------------------C
C                    C = β / N (I) * DELTA                              C
C      WHILE         β = SUM SQUARE WITHIN GROUP ( I )                  C
C                    N(I)  = 3 OR 10 , DELTA = ADELTA,                  C
C                    ACC   = BB / (N(I) * ADELTA )                      C
C                    VAR( MEAN ( I )) = ABS ( ADELTA - BB/ 3 )          C
C          WHILE     N(I)  = 10 , ACC  = BB / ( 10 * ADELTA )           C
C                    VAR( MEAN ( I )) = ABS ( ADELTA - BB/ 10 )         C
C-----------------------------------------------------------------------C
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      ADELTA = SUMYY/( M - 1 )
      ACC = BB / ( 3* ADELTA )
      AE = ABS ( ADELTA - BB/ 3 )
C-------------------------------------------------------------C
C   CALCULATING MEAN SQUARE ERROR FOR ITH TREAMENT  C
C-------------------------------------------------------------C
      ABAR( 1 ) = YYY( 1 ) - ACC*( YYY( 1 ) - YY )
      RBAR = RBAR + ABAR( 1 )
      SSE = SSE +  (ACC *(AE+BB/(M *10)))
  100 CONTINUE
      WRITE( 6,* ) ' MEAN'
      RBARL = RBAR / 4979
      WRITE( 6,* ) RBARL
      MSE = SSE/4979
      WRITE( 6,19 ) MSE
   19 FORMAT( ' RMSE = ',F20.10 )
      STOP
      END
C-------------------------------------------------------------C
C                  FUNCTION RANDOM                C
C-------------------------------------------------------------C
      FUNCTION RAND (IX)
      IX = IX*16807
      IF (IX.LT.0) IX = IX + 2147483647+1
      RAND = IX
      RAND = RAND*(0.465661E-9)
      RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------C
C                NORMAL DISTRIBUTION              C
C-------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE NORM(ME,VA,EX )
      COMMON/SEED/IX,KK
      SD = SQRT(VA)
      PI = 3.1415926
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      IF ( KK .EQ.1 ) GO TO 10
      RONE = RAND( IX )
      RTWO = RAND( IX )
      ZONE = SQRT( -2*ALOG( RONE )*COS( 2*PI*RTWO )
      ZTWO = SQRT( -2*ALOG( RONE )*SIN( 2*PI*RTWO )
      EX = ZONE*SD + ME
      KK = 1
      GOTO 15
   10 EX = ZTWO*SD + ME
      KK = 0
   15 RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------C
C                  CHI-SQUARE DISTRIBUTION                    C
C-------------------------------------------------------------C
      SUBROUTINE CHISQ( DF,CHI )
      COMMON/SEED/IX,KK
      CON1 = FLOAT( 1 )/SQRT( DF-1 )
      CON2 = DF/2 - ALOG( 4.)
      CON3 = DF/2 + 1/CON1
      CON4 = 1 +ALOG( 4.5 )
    1 U1 = RAND(IX)
      U2 = RAND(IX)
      CHI1 = CON1*ALOG(U1/(1 - U1))
      CHI2 = ( DF/2 )*EXP( CHI1 )
      CHI3 = ( U1**2 )*U2
      CHI4 = CON2 + CON3*CHI1 -CHI2
      IF ((CHI4 + CON4 - 4.5*CHI3).GE.0) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE IF(CHI4.GE.ALOG(CHI3)) THEN
            CHI = 2*CHI2
      ELSE
            GOTO 1
      END IF
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนุชรี วีรพจน์ เกิดเมื่อวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และการเมือง ปีการศึกษา 2533 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2536

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย