รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธันยากร ต้นชลขันธ์. การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ ในกรณีที่เกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ธีระพร วีระถาวร. ตัวแบบเชิงเส้น ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2541.

สมพล จารุธนศักดิ์กูร. การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชันที่ใช้ข้อสนเทศโดยหลักเกณฑ์ และวิธีลิวคีเจียนทั่วไป เมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อัชฌา อระวีพร. การเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ภาษาอังกฤษ

E. Hoerl and Robert W. Kennard. Ridge Regression : Biased Estimation for Nonorthogonal Problem. Technometrics 42 (2000): 80-86.

Kaciranlar, S., Sakallioglu, S. and Akdeniz, F. A New Biased Estimator in Linear Regression and Detialed Analysis of the Widely-Analysed Dataset on Portland Cement. Sankhya Series B 61 (1999): 443-459.

Kaciranlar, S. and Akdeniz, F. More on the Biased Estimator in Linear Regression. Sankhya Series B 63 (2001): 321-325.

Judge, G.G., Griffiths, W.E., Hill R.C. and Lee T.C. The Theory and Practice of Econometrics. New York : John Wiley, 1980.

Rao, C.R. Linear Statistical Inference and Its Applications. New York : Wiley, 1973.

Sarkar, N. A New Estimator Combining the Ridge Regression and the Restricted Least Squares Methods of Estimation. Communications in Statistics and Theory Methods Series A 21 (1992): 1987-2000.

Searle, S.R. Linear Models. New York : John Wiley, 1971.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
โปรแกรมหลัก1	MAIN1	-อ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด -คำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี OLS,RLS,RRR และ RL ในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง -คำนวณและเปรียบเทียบค่า AMSEของทั้ง 4 วิธี	NORMAL,C_MATRIX, MULTI,BUILDY,EIGEN, XTRAN,OLS,RLS,PAP, RRRSEQT,RRR, DOPTRLS,RL,MSE
โปรแกรมหลัก2	MAIN2	-อ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด -คำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยของวิธี OLS,RLS,RRR และ RL ในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง -คำนวณและเปรียบเทียบค่า AMSEของทั้ง 4 วิธี	NORMAL,C_MATRIX, MULTI,BUILDY,EIGEN, XTRAN,OLS,RLS,PAP, RRRSEQF,RRR, RLFSEQ,RL,MSE
SUBROUTINE และ FUNCTION			
1	NORMAL	-สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน	RANDOM
2	RANDOM	-สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)	-
3	C_MATRIX	-คำนวณหาเมทริกซ์ C ที่ใช้ในการสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร	-
4	MULTI	-สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร	-
5	BUILDY	-คำนวณหาค่าตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}$	NORMAL
6	EIGEN	-หาค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ $X'X$	SVD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
7	XTRAN	-คำนวณหาค่า $X'X$	-
8	INVM	-หาอินเวอร์สของเมทริกซ์ $X'X$	-
9	OLS	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีกำลังสองน้อยสุด	INVM
10	RLS	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณและค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณวิธีกำลังสองน้อยสุดที่ถูกจำกัด	INVM
11	RRR	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัด	INVM
12	PAP	-คำนวณหาค่า b_{ii}	INVM
13		-หาค่า k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	VBRRR
14	VBRRR	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_R^*(k))$ โดยวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	-
15	RRRSEQF	-หาค่า k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	VBRRRF
16	VBRRRF	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_R^*(k))$ โดยวิธีริดจ์รีเกรสชันที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	STAR
17	RL	-คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของวิธีลิวที่ถูกจำกัด	INVM
18	DOPTRL	-คำนวณหาค่า d ที่เหมาะสมในกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	การทำงานของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
19	RLFSEQ	-หาค่า d โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	VBRLF
20	VBRLF	-คำนวณหาค่า $MSE(\beta_d^*(d))$ โดยวิธีลิวที่ถูกจำกัดในกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง	STAR
21	MSE	-คำนวณหาค่า MSE ของทั้ง 4 วิธี	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมหลัก 1 สำหรับกรณีที่ข้อจำกัดเป็นจริง

```
!*************************************************************************************************!
!          A COMPARISON ON PARAMETER - ESTIMATION METHODS IN                                      !
!          MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS WITH EXISTENCE OF                                         !
!          MULTICOLLINEARITY AMONG INDEPENDENT VARIABLES                                          !
!*************************************************************************************************!
      DOUBLE PRECISION  LAMDA(100),EIG(100,100)
      REAL  NORMAL,XA(100,5),SIG2,KOPT,SK,D,DOPT,OLST(6),RLST(6),RRRT(6),
            RLT(6),OLSM(5000,6),RLSM(5000,6),RRRM(5000,6),RLM(5000,6),
            MSEOLS(6),MSERLS(6),MSERRR(6),MSERL(6),SQROLS,SQRRLS,SQRRRR,
            SQRRL,SDOLS,SDRLS,SDRRR,SDRL,AMSEOLS,AMSERLS,AMSERRR,
            AMSERL
      DIMENSION  C(5,5),X(100,6),XTX(6,6),Y(100),BOLS(6),BRLS(6),BRRR(6),BRL(6),
                 BII(6,6),AA(6,6),SQOLS(6),SQRLS(6),SQRRR(6),SQRL(6)
      COMMON/SEED/IX,KK
      OPEN(1,FILE='C:\XA.DOC')
      OPEN(2,FILE='C:\C.DOC')
      OPEN(3,FILE='C:\X.DOC')
      OPEN(5,FILE='C:\Y.DOC')
      OPEN(6,FILE='C:\XTX.DOC')
      OPEN(9,FILE='C:\BOLS.DOC')
      OPEN(10,FILE='C:\BRLS.DOC')
      OPEN(11,FILE='C:\BRL.DOC')
      OPEN(12,FILE='C:\V.DOC')
      OPEN(13,FILE='C:\W.DOC')

      PRINT*,'NUMBER OF ROW='
      READ*,N
      PRINT*,'NUMBER OF COL='
      READ*,M2
      PRINT*,'NUMBER OF COL2='
```

```
      READ*,M
      PRINT*,'NUMBER OF ITERATION='
      READ*,COUNT
      IX=65539
      KK=0

      DO 5 I=1,N
      DMEAN=0.0
      SIGMA=1.0
      DO 5 J=1,M2
            XA(I,J)=NORMAL(DMEAN,SIGMA)
            WRITE(1,*)I,J,XA(I,J)
5     CONTINUE

!*************************************************!
!          START FOR ITERATION                    !
!*************************************************!
      DO 98 ROUND=1,COUNT

            CALL C_MATRIX(M2,C)
      DO 10  I=1,M2
      DO 10 J=1,M2
            WRITE(2,*)I,J,C(I,J)
10    CONTINUE

            CALL MULTI(C,M2,M,N,XA,X)
      DO 15  I=1,N
      DO 15 J=1,M
            WRITE(3,*)X(I,J)
15    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      CALL BUILDY(X,M,N,Y)
    DO 25 I=1,N
      WRITE(5,*)Y(I)
25  CONTINUE

      CALL EIGEN(X,M,N,LAMDA,EIG)
    DO 17  I=1,M
    DO 17 J=1,M
      WRITE(12,*)I,J,EIG(I,J)
17  CONTINUE
    DO 18 I=1,M
      WRITE(13,*)I,LAMDA(I)
18  CONTINUE

      CALL XTRAN(X,M,N,XTX)
    DO 30  I=1,M
    DO 30 J=1,M
      WRITE(6,*)I,J,XTX(I,J)
30  CONTINUE

      CALL OLS(X,Y,XTX,M,N,BOLS)
    DO 45 I=1,M
      WRITE(9,*)I,BOLS(I)
45  CONTINUE

      CALL RLS(X,Y,XTX,BOLS,M,N,BRLS,SIG2)
    DO 50 I=1,M
      WRITE(10,*)I,BRLS(I)
50  CONTINUE

      CALL PAP(XTX,EIG,M,AA,BII)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!PRINT*,BII

CALL RRRSEQT(BRLS,M,LAMDA,EIG,BII,SIG2,SK)
!PRINT*,SK
KOPT=SK
CALL RRR(BRLS,XTX,M,KOPT,BRRR)
!PRINT*,BRRR

CALL DOPTRLS(SIG2,M,BRLS,LAMDA,EIG,BII,D)
!PRINT*,D
DOPT=D
CALL RL(BRLS,XTX,M,DOPT,BRL)
!PRINT*,BRL

    DO 60 I=1,M
        WRITE(11,*)I,BRL(I)
60  CONTINUE

        CALL MSE(BOLS,BRLS,BRRR,BRL,M,SQOLS,SQRLS,SQRRR,SQRL)

    DO 82 J=1,M
        OLSM(ROUND,J)=SQOLS(J)
        RLSM(ROUND,J)=SQRLS(J)
        RRRM(ROUND,J)=SQRRR(J)
        RLM(ROUND,J) =SQRL(J)
82  CONTINUE
98  CONTINUE
    DO 85 J=1,M
        OLST(J)=0.0
        RLST(J)=0.0
```

```
            RRRT(J)=0.0
            RLT(J)=0.0
      DO 87  I=1,COUNT
            OLST(J)=OLST(J)+OLSM(I,J)
            RLST(J)=RLST(J)+RLSM(I,J)
            RRRT(J)=RRRT(J)+RRRM(I,J)
            RLT(J)=RLT(J)+RLM(I,J)
87    CONTINUE
85    CONTINUE
      DO 89 J=1,M
            MSEOLS(J)=OLST(J)/COUNT
            MSERLS(J)=RLST(J)/COUNT
            MSERRR(J)=RRRT(J)/COUNT
            MSERL(J)=RLT(J)/COUNT
89    CONTINUE
            AMSEOLS=0.0
            AMSERLS=0.0
            AMSERRR=0.0
            AMSERL=0.0
      DO 93 J=1,M
            AMSEOLS=AMSEOLS+MSEOLS(J)
            AMSERLS=AMSERLS+MSERLS(J)
            AMSERRR=AMSERRR+MSERRR(J)
            AMSERL=AMSERL+MSERL(J)
93    CONTINUE
            AMSEOLS=AMSEOLS/M
            AMSERLS=AMSERLS/M
            AMSERRR=AMSERRR/M
            AMSERL=AMSERL/M
            SQROLS=0.0
            SQRRLS=0.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            SQRRRR=0.0
            SQRRL=0.0
      DO 94 J=1,M
            SQROLS=SQROLS+(MSEOLS(J)-AMSEOLS)**2
            SQRRLS=SQRRLS+(MSERLS(J)-AMSERLS)**2
            SQRRRR=SQRRRR+(MSERRR(J)-AMSERRR)**2
            SQRRL=SQRRL+(MSERL(J)-AMSERL)**2
94    CONTINUE
            SDOLS=SQRT(SQROLS/(M-1))
            SDRLS=SQRT(SQRRLS/(M-1))
            SDRRR=SQRT(SQRRRR/(M-1))
            SDRL=SQRT(SQRRL/(M-1))
        PRINT*,AMSEOLS,AMSERLS,AMSERRR,AMSERL,SDOLS,SDRLS,SDRRR,SDRL
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมหลัก 2 สำหรับกรณีที่ข้อจำกัดไม่เป็นจริง

```
!*************************************************************************************************!
!          A COMPARISON ON PARAMETER - ESTIMATION METHODS IN                                      !
!          MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS WITH EXISTENCE OF                                         !
!          MULTICOLLINEARITY AMONG INDEPENDENT VARIABLES                                          !
!*************************************************************************************************!
      DOUBLE PRECISION  LAMDA(100),EIG(100,100)
      REAL  NORMAL,XA(100,5),SIG2,KOPT,SK,D,DOPT,OLST(6),RLST(6),RRRT(6),
           RLT(6),OLSM(5000,6),RLSM(5000,6),RRRM(5000,6),RLM(5000,6),
           MSEOLS(6),MSERLS(6),MSERRR(6),MSERL(6),SQROLS,SQRRLS,SQRRRR,
           SQRRL,SDOLS,SDRLS,SDRRR,SDRL,AMSEOLS,AMSERLS,AMSERRR,
           AMSERL
      DIMENSION  C(5,5),X(100,6),XTX(6,6),Y(100),BOLS(6),BRLS(6),BRRR(6),BRL(6),
                 BII(6,6),AA(6,6),SQOLS(6),SQRLS(6),SQRRR(6),SQRL(6)
      COMMON/SEED/IX,KK
      OPEN(1,FILE='C:\XA.DOC')
      OPEN(2,FILE='C:\C.DOC')
      OPEN(3,FILE='C:\X.DOC')
      OPEN(5,FILE='C:\Y.DOC')
      OPEN(6,FILE='C:\XTX.DOC')
      OPEN(9,FILE='C:\BOLS.DOC')
      OPEN(10,FILE='C:\BRLS.DOC')
      OPEN(11,FILE='C:\BRL.DOC')
      OPEN(12,FILE='C:\V.DOC')
      OPEN(13,FILE='C:\W.DOC')

      PRINT*,'NUMBER OF ROW='
      READ*,N
      PRINT*,'NUMBER OF COL='
      READ*,M2
      PRINT*,'NUMBER OF COL2='
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      READ*,M
      PRINT*,'NUMBER OF ITERATION='
      READ*,COUNT
      IX=65539
      KK=0

      DO 5 I=1,N
      DMEAN=0.0
      SIGMA=1.0
      DO 5 J=1,M2
            XA(I,J)=NORMAL(DMEAN,SIGMA)
            WRITE(1,*)I,J,XA(I,J)
5     CONTINUE

!*************************************************!
!          START FOR ITERATION                    !
!*************************************************!
      DO 98 ROUND=1,COUNT

            CALL C_MATRIX(M2,C)
      DO 10  I=1,M2
      DO 10 J=1,M2
            WRITE(2,*)I,J,C(I,J)
10    CONTINUE

            CALL MULTI(C,M2,M,N,XA,X)
      DO 15  I=1,N
      DO 15 J=1,M
            WRITE(3,*)X(I,J)
15    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      CALL BUILDY(X,M,N,Y)
    DO 25 I=1,N
      WRITE(5,*)Y(I)
25  CONTINUE

      CALL EIGEN(X,M,N,LAMDA,EIG)
    DO 17  I=1,M
    DO 17 J=1,M
      WRITE(12,*)I,J,EIG(I,J)
17  CONTINUE
    DO 18 I=1,M
      WRITE(13,*)I,LAMDA(I)
18  CONTINUE

      CALL XTRAN(X,M,N,XTX)
    DO 30  I=1,M
    DO 30 J=1,M
      WRITE(6,*)I,J,XTX(I,J)
30  CONTINUE

      CALL OLS(X,Y,XTX,M,N,BOLS)
    DO 45 I=1,M
      WRITE(9,*)I,BOLS(I)
45  CONTINUE

      CALL RLS(X,Y,XTX,BOLS,M,N,BRLS,SIG2)
    DO 50 I=1,M
      WRITE(10,*)I,BRLS(I)
50  CONTINUE

      CALL PAP(XTX,EIG,M,AA,BII)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            !PRINT*,BII

            CALL RRRSEQF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,BII,SIG2,SK)
            !PRINT*,SK
            KOPT=SK
            CALL RRR(BRLS,XTX,M,KOPT,BRRR)
            !PRINT*,BRRR

            CALL RLFSEQ(BRLS,XTX,M ,LAMDA,EIG,SIG2,BII,D)
            !PRINT*,D
            DOPT=D
            CALL RL(BRLS,XTX,M,DOPT,BRL)
            !PRINT*,BRL

      DO 60 I=1,M
            WRITE(11,*)I,BRL(I)
60    CONTINUE

            CALL MSE(BOLS,BRLS,BRRR,BRL,M,SQOLS,SQRLS,SQRRR,SQRL)

      DO 82 J=1,M
            OLSM(ROUND,J)=SQOLS(J)
            RLSM(ROUND,J)=SQRLS(J)
            RRRM(ROUND,J)=SQRRR(J)
            RLM(ROUND,J) =SQRL(J)
82    CONTINUE
98    CONTINUE
      DO 85 J=1,M
            OLST(J)=0.0
            RLST(J)=0.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            RRRT(J)=0.0
            RLT(J)=0.0
      DO 87  I=1,COUNT
            OLST(J)=OLST(J)+OLSM(I,J)
            RLST(J)=RLST(J)+RLSM(I,J)
            RRRT(J)=RRRT(J)+RRRM(I,J)
            RLT(J)=RLT(J)+RLM(I,J)
87    CONTINUE
85    CONTINUE
      DO 89 J=1,M
            MSEOLS(J)=OLST(J)/COUNT
            MSERLS(J)=RLST(J)/COUNT
            MSERRR(J)=RRRT(J)/COUNT
            MSERL(J)=RLT(J)/COUNT
89    CONTINUE
            AMSEOLS=0.0
            AMSERLS=0.0
            AMSERRR=0.0
            AMSERL=0.0
      DO 93 J=1,M
            AMSEOLS=AMSEOLS+MSEOLS(J)
            AMSERLS=AMSERLS+MSERLS(J)
            AMSERRR=AMSERRR+MSERRR(J)
            AMSERL=AMSERL+MSERL(J)
93    CONTINUE
            AMSEOLS=AMSEOLS/M
            AMSERLS=AMSERLS/M
            AMSERRR=AMSERRR/M
            AMSERL=AMSERL/M
            SQROLS=0.0
            SQRRLS=0.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            SQRRRR=0.0
            SQRRL=0.0
      DO 94 J=1,M
            SQROLS=SQROLS+(MSEOLS(J)-AMSEOLS)**2
            SQRRLS=SQRRLS+(MSERLS(J)-AMSERLS)**2
            SQRRRR=SQRRRR+(MSERRR(J)-AMSERRR)**2
            SQRRL=SQRRL+(MSERL(J)-AMSERL)**2
94    CONTINUE
            SDOLS=SQRT(SQROLS/(M-1))
            SDRLS=SQRT(SQRRLS/(M-1))
            SDRRR=SQRT(SQRRRR/(M-1))
            SDRL=SQRT(SQRRL/(M-1))
         PRINT*,AMSEOLS,AMSERLS,AMSERRR,AMSERL,SDOLS,SDRLS,SDRRR,SDRL
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!*************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE NORMAL      !
!*************************************************!
      FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA)
      REAL NORMAL
      COMMON/SEED/IX,KK
      PI=3.1415926
      IF (KK.EQ.1) GOTO 10
            CALL RANDOM(IX,IY,YFL)
            R1=YFL
            CALL RANDOM(IX,IY,YFL)
            R2=YFL
            Z1=SQRT(-2*ALOG(R1))*COS(2*PI*R2)
            Z2=SQRT(-2*ALOG(R1))*SIN(2*PI*R2)
            NORMAL=(Z1*SIGMA)+DMEAN
            KK=1
      RETURN
10          NORMAL=(Z2*SIGMA)+DMEAN
            KK=0
      RETURN
      END
!*************************************************!
!    CALCULATE FUNCTION RANDOM    !
!*************************************************!
      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,YFL)
      IY=IX*16807
      IF(IY) 5,6,6
5     IY=IY+2147483647+1
6     YFL=IY
      YFL=YFL/2147483647
      IX=IY
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      RETURN
      END
!*************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE C_MATRIX    !
!*************************************************!
      SUBROUTINE C_MATRIX(M2,C)
      REAL SUMCIJ,SUMCII,COV(M2,M2),C(5,5)
      COV(1,1)=1.0
      COV(1,2)=0.7
      COV(1,3)=0.8
      !COV(1,4)=0.0
      !COV(1,5)=0.0
      COV(2,1)=0.7
      COV(2,2)=1.0
      COV(2,3)=0.9
      !COV(2,4)=0.0
      !COV(2,5)=0.0
      COV(3,1)=0.8
      COV(3,2)=0.9
      COV(3,3)=1.0
      !COV(3,4)=0.0
      !COV(3,5)=0.0
      !COV(4,1)=0.0
      !COV(4,2)=0.0
      !COV(4,3)=0.0
      !COV(4,4)=1.0
      !COV(4,5)=0.6
      !COV(5,1)=0.0
      !COV(5,2)=0.0
      !COV(5,3)=0.0
      !COV(5,4)=0.6
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      !COV(5,5)=1.0
      C(1,1)=SQRT(COV(1,1))
      DO 10 I=2,M2
      A1=I-1
      DO 15 J=1,A1
      A2=J-1
      SUMCIJ=0.0
            IF (A2.EQ.0) GOTO 5
      DO 20 K=1,A2
20    SUMCIJ=SUMCIJ+C(I,K)*C(J,K)
5     C(I,J)=(COV(I,J)-SUMCIJ)/C(J,J)
      C(J,I)=0.0
15    CONTINUE
      SUMCII=0.0
      DO 25 K=1,A1
25    SUMCII=SUMCII+C(I,K)**2
      C(I,I)=SQRT(COV(I,I)-SUMCII)
10    CONTINUE
      RETURN
      END
!*************************************************************************!
!    SUBROUTINE MULTIVARIATE NORMAL DISTRIBUTION    !
!*************************************************************************!
      SUBROUTINE MULTI(C,M2,M,N,XA,X)
      REAL X(100,6),XA(100,5),XB(100,5),MUE(5),C(5,5)
      MUE(1)=0.0
      MUE(2)=0.0
      MUE(3)=0.0
      MUE(4)=0.0
      MUE(5)=0.0
      DO 10 I=1,N
```

```
      DO 10 J=1,M2
      SUM=0.0
      DO 15 K=1,M2
            SUM=SUM+C(J,K)*XA(I,K)
15    CONTINUE
            XB(I,J)=MUE(J)+SUM
10    CONTINUE
      DO 20 I=1,N
      DO 25 J=1,M
         IF (J.EQ.1) THEN
            X(I,J)=1.0
         ELSE IF (J.GE.2) THEN
            X(I,J)=XB(I,J-1)
         ENDIF
25    CONTINUE
20    CONTINUE
      RETURN
      END
!*****************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE DATA Y       !
!*****************************************************!
      SUBROUTINE BUILDY(X,M,N,Y)
      REAL NORMAL,X(100,6),Y(100),SUMY(100),E(100),B(6)
      !DO 10 J=1,M
         !  B(J)=1.0        ! FOR RESTRICTION IS TRUE !
!10 CONTINUE
      B(1)=1.0
      B(2)=1.0
      B(3)=1.0
      B(4)=1.45
      B(5)=1.0
```

```
      B(6)=1.0
      DMEAN=0.0
      SIGMA=1.0
      DO 20 I=1,N
            E(I)=NORMAL(DMEAN,SIGMA)
            !PRINT*,E(I)
20    CONTINUE
      DO 30 I=1,N
            SUMY(I)=0.0
      DO 40 J=1,M
            SUMY(I)=SUMY(I)+X(I,J)*B(J)
40    CONTINUE
            Y(I)=SUMY(I)+E(I)
30    CONTINUE
      RETURN
      END
!**********************************************************************!
!   SUBROUTINE CALCULATE EIGEN VALUE&VECTOR    !
!**********************************************************************!
      SUBROUTINE EIGEN(A,M,N,W,V)
      IMPLICIT REAL*8 (B-H,O-Z)
      LOGICAL MATU,MATV
      DIMENSION A(100,100),W(100),U(100,100),V(100,100),RV1(100)
      DIMENSION CN(100)
      DATA TOL/0.0001/
      NDIM=100
      MATU=.TRUE.
      MATV=.TRUE.

            CALL SVD(NDIM,N,M,A,W,MATU,U,MATV,V,IERR,RV1)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      IRANK=N
      DO 19 I=1,N
      CN(I)=W(I)/W(1)
      IF (CN(I).LT.TOL) IRANK=IRANK-1
19    CONTINUE
      RETURN
      END
!*******************************!
!     SUBROUTINE SVD     !
!*******************************!
      SUBROUTINE SVD(NM,N,M,A,W,MATU,U,MATV,V,IERR,RV1)
      IMPLICIT REAL*8(B-H,O-Z)
      DIMENSION A(NM,M),W(M),U(NM,M),V(NM,M),RV1(M)
      LOGICAL MATU,MATV
      IERR=0
      DO 100  I=1,N
      DO 100 J=1,M
            U(I,J)=A(I,J)
100 CONTINUE
  ! .....HOUSEHOLDER REDUCTION TO BIDIAGONAL FORM .....
            G=0.0D0
               SCALE=0.0D0
               X=0.0D0
        DO 300 I=1,M
          L=I+1
               RV1(I)=SCALE*G
               G=0.0D0
               S=0.0D0
               SCALE=0.0D0
          IF (I.GT.N) GOTO 210
        DO 120 K=I,N
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
120   SCALE=SCALE+DABS(U(K,I))
      IF (SCALE.EQ.0.0D0) GOTO 210
        DO 130 K=I,N
          U(K,I)=U(K,I)/SCALE
              S=S+U(K,I)**2
130   CONTINUE
      F=U(I,I)
              G=-DSIGN(DSQRT(S),F)
              H=F*G-S
              U(I,I)=F-G
              IF(I.EQ.M) GOTO 190
        DO 150 J=L,M
          S=0.0D0
        DO 140 K=I,N
140   S=S+U(K,I)*U(K,J)
      F=S/H
        DO 150 K=I,N
          U(K,J)=U(K,J)+F*U(K,I)
150 CONTINUE
190 DO 200 K=I,N
200 U(K,I)=SCALE*U(K,I)
210 W(I)=SCALE*G
    G=0.0D0
        S=0.0D0
        SCALE=0.0D0
        IF (I.GT.N .OR. I.EQ.M) GOTO 290
        DO 220 K=L,M
220 SCALE=SCALE+DABS(U(I,K))
    IF (SCALE.EQ.0.0D0) GOTO 290
        DO 230 K=L,M
          U(I,K)=U(I,K)/SCALE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
          S=S+U(I,K)**2
230 CONTINUE
          F=U(I,L)
          G=-DSIGN(DSQRT(S),F)
          H=F*G-S
          U(I,L)=F-G
          DO 240 K=L,M
240 RV1(K)=U(I,K)/H
   IF (I.EQ.N) GOTO 270              !200
          DO 260 J=L,N
          S=0.0D0
          DO 250 K=L,M
250 S=S+U(J,K)*U(I,K)
      DO 260 K=L,M
          U(J,K)=U(J,K)+S*RV1(K)
260 CONTINUE
270 DO 280 K=L,M
280 U(I,K)=SCALE*U(I,K)
290 X=DMAX1(X,DABS(W(I))+DABS(RV1(I)))   !227
300 CONTINUE
   ! ..... ACCUMALATION OF RIGHT-HAND TRANSFORMATIONS .....
          IF (.NOT.MATV) GOTO 410
          ! ..... FOR I=N STEP -1 UNTIL 1 DO -- .....
          DO 400 II=1,M
          I=M+1-II
          IF (I.EQ.M) GOTO 390
          IF (G.EQ.0.0D0) GOTO 360
          DO 320 J=L,M
          ! ..... DOUBLE DIVISION AVOIDS POSSIBLE UNDERFLOW .....
320 V(J,I)=(U(I,J)/U(I,L))/G
      DO 350 J=L,M
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            S=0.0D0
            DO 340 K=L,M
340 S=S+U(I,K)*V(K,J)
        DO 350 K=L,M
            V(K,J)=V(K,J)+S*V(K,I)
350 CONTINUE
360 DO 380 J=L,M
            V(I,J)=0.0D0
            V(J,I)=0.0D0
380 CONTINUE
390 V(I,I)=1.0D0
            G=RV1(I)
            L=I
400 CONTINUE
   ! ..... ACCUMALATION OF LEFT-HAND TRANSFORMATIONS .....
410 IF (.NOT.MATU) GOTO 510
   ! ..... FOR I=MIN(M,N) STEP -1 UNTIL - DO -- .....
            MN=M
            IF (N.LT.M) MN=N
            DO 500 II=1,MN
            I=MN+1-II
            L=I+1
            G=W(I)
            IF (I.EQ.M) GOTO 430
            DO 420 J=L,M
420 U(I,J)=0.0D0
430 IF (G.EQ.0.0D0) GOTO 475
        IF (I.EQ.MN) GOTO 460
            DO 450 J=L,M
            S=0.0D0
            DO 440 K=L,N
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
440 S=S+U(K,I)*U(K,J)
   ! ..... DOUBLE DIVISION AVOIDS POSSIBLE UNDERFLOW .....
         F=(S/U(I,I))/G
         DO 450 K=I,N
         U(K,J)=U(K,J)+F*U(K,I)
450 CONTINUE
460 DO 470 J=I,N
470 U(J,I)=U(I,J)/G
      GOTO 490
475 DO 480 J=I,N
480 U(J,I)=0.0D0
490 U(I,I)=U(I,I)+1.0D0
500 CONTINUE
   ! .....DIAGONALIZATION OF THE BIDIAGONAL FORM .....
510 TST1=X
   ! .....FOR K=N STEP -1 UNTIL 1 DO -- .....
         DO 700 KK=1,M
         K1=M-KK
         K=K1+1
         ITS=0
         ! .....TEST FOR SPLITTING
         ! FOR L=K STEP -1 UNTIL 1 DO -- .....
520 DO 530 LL=1,K
         L1=K-LL
         L=L1+1
         TST2=TST1+DABS(RV1(L))
         IF (TST2.EQ.TST1) GOTO 565
         ! ..... RV1(1) IS ALWAYS ZERO,SO THERE IS NO EXIT
         ! THROUGH THE BOTTOM OF THE LOOP .....
         TST2=TST1+DABS(W(L1))
         IF (TST2.EQ.TST1) GOTO 540
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
530 CONTINUE
   ! ..... CANCELLATION OF RV1(L) IF L GREATER THAN 1 .....
540 C=0.0D0
      S=1.0D0
         DO 560 I=L,K
         F=S*RV1(I)
         RV1(I)=C*RV1(I)
         TST2=TST1+DABS(F)
         IF (TST2.EQ.TST1) GOTO 565
         G=W(I)
         H=PYTHAG(F,G)
         W(I)=H
         C=G/H
         S=-F/H
         IF (.NOT.MATU) GOTO 560
         DO 550 J=1,N
         Y=U(J,L1)
         Z=U(J,I)
         U(J,L1)=Y*C+Z*S
         U(J,I)=-Y*S+Z*C
550 CONTINUE
560 CONTINUE
   ! ..... TEST FOR CONVERGENCE .....
565 Z=W(K)
      IF (L.EQ.K) GOTO 650
         ! ..... SHIFT FROM BOTTOM 2 BY 2 MINOR .....
         IF (ITS.EQ.30) GOTO 1000
         ITS=ITS+1
         X=W(L)
         Y=W(K1)
         G=RV1(K1)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      H=RV1(K)
      F=0.5D0*(((G+Z)/H)*((G-Z)/Y)+Y/H-H/Y)
      G=PYTHAG(F,1.0D0)
      F=X-(Z/X)*Z+(H/X)*(Y/(F+DSIGN(G,F))-H) !353
      ! ..... NEXT QR TRANSFORMATION .....
      C=1.0D0
      S=1.0D0
      DO 600 I1=L,K1
      I=I1+1
      G=RV1(I)
      Y=W(I)
      H=S*G
      G=C*G
      Z=PYTHAG(F,H)
      RV1(I1)=Z
      C=F/Z
      S=H/Z
      F=X*C+G*S
      G=-X*S+G*C
      H=Y*S
      Y=Y*C
      IF (.NOT.MATV) GOTO 575
      DO 570 J=1,M
      X=V(J,I1)
      Z=V(J,I)
      V(J,I1)=X*C+Z*S
      V(J,I)=-X*S+Z*C
570 CONTINUE
575 Z=PYTHAG(F,H)
  W(I1)=Z
      ! ..... ROTATION CAN BE ARBITRARY IF Z IS ZERO .....
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            IF (Z.EQ.0.0D0) GOTO 580
            C=F/Z
            S=H/Z
580 F=C*G+S*Y
      X=-S*G+C*Y
            IF (.NOT.MATU) GOTO 600
            DO 590 J=1,N
            Y=U(J,I1)
            Z=U(J,I)
            U(J,I1)=Y*C+Z*S
            U(J,I)=-Y*S+Z*C
590 CONTINUE
600 CONTINUE
           RV1(L)=0.0D0
            RV1(K)=F
            W(K)=X
            GOTO 520
            ! .....CONVERGENCE .....
650 IF (Z.GE.0.0D0) GOTO 700
   ! ..... W(K) IS MADE NON-NEGATIVE .....
            W(K)=-Z
            IF (.NOT.MATV) GOTO 700
            DO 690 J=1,M
690 V(J,K)=-V(J,K)
700 CONTINUE
      GOTO 1001
            ! ..... SET ERROR -- NO CONVERGENCE TO A
            ! SINGULAR VALUE AFTER 30 ITERATIONS .....
1000 IERR=K
1001 RETURN
        END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DOUBLE PRECISION FUNCTION PYTHAG(A,B)
      DOUBLE PRECISION A,B
! FINDS DSQRT(A**2+B**2) WITHOUT OVERFLOW OR DESTRUCTIVE UNDERFLOW
      DOUBLE PRECISION P,R,S,T,U
      P=DMAX1(DABS(A),DABS(B))
      IF (P.EQ.0.0D0) GOTO 20
      R=(DMIN1(DABS(A),DABS(B))/P)**2
10  CONTINUE
    T=4.0D0+R
      IF (T.EQ.4.0D0) GOTO 20
      S=R/T
      U=1.0D0+2.0D0*S
      P=U*P
      R=(S/U)**2*R
      GOTO 10
20  PYTHAG=P
    RETURN
    END
!*********************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE XTX      !
!*********************************************!
    SUBROUTINE XTRAN(X,M,N,TRAN)
    REAL X(100,6),XT(6,100),TRAN(6,6)
    DO 10  I=1,N
    DO 10 J=1,M
        XT(J,I)=X(I,J)
10  CONTINUE
    DO 15 I=1,M
    DO 15 J=1,M
        TRAN(I,J)=0.0
    DO 15 K=1,N
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            TRAN(I,J)=TRAN(I,J)+XT(I,K)*X(K,J)
15  CONTINUE
    RETURN
    END
!*****************************************************!
!   SUBROUTINE CALCULATE XTX INVERSE   !
!*****************************************************!
    SUBROUTINE INVM(X,M,INV)
    REAL X(6,6),SIGV(12,12)
    DOUBLE PRECISION INV(6,6)
    DO 5 I=1,M
    DO 5 J=1,M
    SIGV(I,J)=X(I,J)
5   CONTINUE
    N=2*M
    N1=M+1
    M1=M-1
    DO 20 I=1,M
        M1=M1+1
    DO 20 J=N1,N
        M2=J-M1
            IF (M2.EQ.1) SIGV(I,J)=1.0
            IF (M2.NE.1) SIGV(I,J)=0.0
20  CONTINUE
    DO 60 I=1,M
    DO 25 K=I,M
            IF (SIGV(K,I).EQ.0.0) GOTO 25
                I1=K
            GOTO 30
25  CONTINUE
    PRINT*,'THE MATRIX IS SINGULAR'
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      STOP
30    IF (I1.EQ.I) GOTO 40
      DO 35 J=1,N
           E=SIGV(I1,J)
           F=SIGV(I,J)
           SIGV(I,J)=E
           SIGV(I1,J)=F
35    CONTINUE
40    D=SIGV(I,I)
      DO 45 J=I,N
           SIGV(I,J)=SIGV(I,J)/D
45    CONTINUE
      DO 55 K=1,M
          IF (K.EQ.I) GOTO 55
              IF (SIGV(K,I).EQ.0.0) GOTO 55
              C=SIGV(K,I)
      DO 50 J=1,N
              SIGV(K,J)=SIGV(K,J)-(C*SIGV(I,J))
50    CONTINUE
55    CONTINUE
60    CONTINUE
      DO 65 I=1,M
      DO 65 J=N1,N
           K=J-M
           INV(I,K)=SIGV(I,J)
65    CONTINUE
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!*********************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE OLS METHOD    !
!*********************************************************!
     SUBROUTINE OLS(X,Y,XTX,M,N,BOLS)
     REAL X(100,6),XT(6,100),Y(100),XTY(6),BOLS(6),XTX(6,6)
     DOUBLE PRECISION INV(6,6)
     DO 10 I=1,N
     DO 10 J=1,M
          XT(J,I)=X(I,J)
10   CONTINUE
     DO 25 I=1,M
          XTY(I)=0.0
     DO 25 K=1,N
          XTY(I)=XTY(I)+XT(I,K)*Y(K)
25   CONTINUE
          CALL INVM(XTX,M,INV)
     DO 20 I=1,M
          BOLS(I)=0.0
     DO 20 K=1,M
          BOLS(I)=BOLS(I)+INV(I,K)*XTY(K)
          !PRINT*,BOLS(I)
20   CONTINUE
     RETURN
     END
!*********************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE RLS METHOD    !
!*********************************************************!
     SUBROUTINE   RLS(X,Y,XTX,BOLS,M,N,BRLS,SIG2)
     REAL   X(100,6),Y(100),XTX(6,6),R(6),T,BOLS(6),RBOLS,REST,RINV(6), RINVRT,
          INVRT(6),URLS(6),VRLS(6),BRLS(6),XBRLS(100),ERROR(100),SQERR,SIG2
     DOUBLE PRECISION  INV(6,6)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      T=3.0
      R(1)=0.0
      R(2)=1.0
      R(3)=1.0
      R(4)=1.0
      R(5)=0.0
      R(6)=0.0
      RBOLS=0.0
      DO 10 I=1,M
            RBOLS=RBOLS+R(I)*BOLS(I)
10    CONTINUE
      REST=T-RBOLS
            CALL INVM(XTX,M,INV)
      DO 20 I=1,M
            RINV(I)=0.0
      DO 20 K=1,M
            RINV(I)=RINV(I)+R(K)*INV(K,I)
20    CONTINUE
            RINVRT=0.0
      DO 25 I=1,M
            RINVRT=RINVRT+RINV(I)*R(I)
25    CONTINUE
      DO 30 I=1,M
            INVRT(I)=0.0
      DO 30 K=1,M
            INVRT(I)=INVRT(I)+INV(I,K)*R(K)
30    CONTINUE
      DO 35 I=1,M
            URLS(I)=INVRT(I)*(1/RINVRT)
35    CONTINUE
      DO 40 I=1,M
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            VRLS(I)=URLS(I)*REST
40  CONTINUE
    DO 45 I=1,M
            BRLS(I)=BOLS(I)+VRLS(I)
            !PRINT*,BRLS(I)
45  CONTINUE
    DO 50 I=1,N
            XBRLS(I)=0.0
    DO 50 K=1,M
            XBRLS(I)=XBRLS(I)+X(I,K)*BRLS(K)
50  CONTINUE
    DO 55 I=1,N
            ERROR(I)=Y(I)-XBRLS(I)
55  CONTINUE
            SQERR=0.0
    DO 60 I=1,N
            SQERR=SQERR+ERROR(I)**2
60  CONTINUE
            SIG2=SQERR/(N-M)
            !PRINT*,SIG2
    RETURN
    END
!*********************************************************!
!   SUBROUTINE CALCULATE RRR METHOD     !
!*********************************************************!
    SUBROUTINE RRR(BRLS,XTX,M,KOPT,BRRR)
    REAL XTX(6,6),KOPT,BRRR(6),BRLS(6),XTXB(6),XTXRRR(6,6)
    DOUBLE PRECISION XTXINV(6,6)
    DO 10 I=1,M
    DO 10 J=1,M
        IF (I.EQ.J) THEN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            XTXRRR(I,J)=XTX(I,J)+KOPT
        ELSE
            XTXRRR(I,J)=XTX(I,J)
        ENDIF
10  CONTINUE
            CALL INVM(XTXRRR,M,XTXINV)
    DO 20 I=1,M
            XTXB(I)=0.0
    DO 20 K=1,M
            XTXB(I)=XTXB(I)+XTX(I,K)*BRLS(K)
20  CONTINUE
    DO 30 I=1,M
            BRRR(I)=0.0
    DO 30 K=1,M
            BRRR(I)=BRRR(I)+XTXINV(I,K)*XTXB(K)
30  CONTINUE
    RETURN
    END
!*********************************************!
!   SUBROUTINE CALCULATE BII    !
!*********************************************!
    SUBROUTINE PAP(XTX,EIG,M,AA,BII)
    REAL  XTX(6,6),R(6),SRT(6),RS(6),RSRT,RSRTINV,G1(6),G2(6,6),AA(6,6), PTA(6,6),
          PTAP(6,6),BII(6,6)
    DOUBLE PRECISION  INVA(6,6),EIG(100,100),EIGT(100,100)
    R(1)=0.0
    R(2)=1.0
    R(3)=1.0
    R(4)=1.0
    R(5)=0.0
    R(6)=0.0
```

```
      CALL INVM(XTX,M,INVA)
    DO 10 I=1,M
      SRT(I)=0.0
    DO 10 K=1,M
      SRT(I)=SRT(I)+INVA(I,K)*R(K)
10  CONTINUE
    DO 15 I=1,M
      RS(I)=0.0
    DO 15 K=1,M
      RS(I)=RS(I)+R(K)*INVA(K,I)
15  CONTINUE
      RSRT=0.0
    DO 20 I=1,M
      RSRT=RSRT+RS(I)*R(I)
20  CONTINUE
      RSRTINV=1/RSRT
    DO 25 I=1,M
      G1(I)=SRT(I)*RSRTINV
25  CONTINUE
    DO 30 I=1,M
    DO 30 J=1,M
      G2(I,J)=G1(I)*RS(J)
30  CONTINUE
    DO 35 I=1,M
    DO 35 J=1,M
      AA(I,J)=INVA(I,J)-G2(I,J)
35  CONTINUE
    DO 40 I=1,M
    DO 40 J=1,M
      EIGT(J,I)=EIG(I,J)
40  CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DO 45 I=1,M
      DO 45 J=1,M
            PTA(I,J)=0.0
      DO 45 K=1,M
            PTA(I,J)=PTA(I,J)+EIGT(I,K)*AA(K,J)
45    CONTINUE
      DO 50 I=1,M
      DO 50 J=1,M
            PTAP(I,J)=0.0
      DO 50 K=1,M
            PTAP(I,J)=PTAP(I,J)+PTA(I,K)*EIG(K,J)
50    CONTINUE
      DO 55 I=1,M
      DO 55 J=1,M
            BII(I,J)=PTAP(I,J)
55    CONTINUE
      RETURN
      END
!*************************************************************************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE ROLLSTAR (USE WHEN RESTRICTION IS FALSE)    !
!*************************************************************************************************!
      SUBROUTINE STAR(XTX,M,ROLL)
      REAL XTX(6,6),R(6),F,RS(6),RSRT,RSRTINV,F1(6),ROLL(6)
      DOUBLE PRECISION INVA(6,6)
      F=1.0
      R(1)=0.0
      R(2)=1.0
      R(3)=1.0
      R(4)=1.0
      R(5)=0.0
      R(6)=0.0
```

```
            CALL INVM(XTX,M,INVA)
      DO 10 I=1,M
            RS(I)=0.0
      DO 10 K=1,M
            RS(I)=RS(I)+R(K)*INVA(K,I)
10    CONTINUE
            RSRT=0.0
      DO 20 I=1,M
            RSRT=RSRT+RS(I)*R(I)
20    CONTINUE
            RSRTINV=1/RSRT
      DO 25 I=1,M
            F1(I)=R(I)*RSRTINV
25    CONTINUE
      DO 30 I=1,M
            ROLL(I)=F1(I)*(F)
30    CONTINUE
      RETURN
      END
!*****************************************************************************************!
!    SUBROUTINE FIND K BY SEQUENTIAL SEARCH (RESTRICTION IS TRUE)    !
!*****************************************************************************************!
      SUBROUTINE RRRSEQT(BRLS,M,LAMDA,EIG,BII,SIG2,SK)
      REAL   BRLS(6),SQMSE,TK,SK,QK,HK,SSMSE,SMSE(5000),QMSE(5000),SIG2,
            VAR,BIAS,BII(6,6)
      DOUBLE PRECISION   LAMDA(100),EIG(100,100)
      INTEGER IS,ISS,IIS,IIS1
      DO 15 IS=1,5000
            IF (IS.EQ.1) THEN
               TK=0.0
            ELSE
```

```
            TK=TK+0.01
          ENDIF
   CALL VBRRR(BRLS,M,LAMDA,EIG,TK,SIG2,BII,VAR,BIAS)
     SMSE(IS)=VAR+BIAS
          IF (IS.NE.1) THEN
            ISS=IS-1
          IF (SMSE(IS).GT.SMSE(ISS)) GOTO 16
          ENDIF
15  CONTINUE
16  SK=TK-0.01
    SQMSE=SMSE(ISS)
          IF (SK.EQ.0) GOTO 35

    ! SEARCH K AGAIN BY INTERVAL = 0.001
    ! BEFORE K VALUE

    IIS=1
    DO 30 QK=SK-0.01,SK,0.001
    CALL VBRRR(BRLS,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,VAR,BIAS)
    QMSE(IIS)=VAR+BIAS
          IF (IIS.EQ.1) THEN
             IIS=IIS+1
               GOTO 30
          ELSE
             IIS1=IIS-1
          IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 32
             IIS=IIS+1
          ENDIF
30  CONTINUE
    GOTO 35
32  SK=QK-0.001
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      SQMSE=QMSE(IIS1)
      GOTO 50

      ! AFTER K INTERVAL 0.001

35    IIS=1
      DO 40 QK=SK,SK+0.01,0.001
      CALL VBRRR(BRLS,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,VAR,BIAS)
      QMSE(IIS)=VAR+BIAS
            IF (IIS.EQ.1) THEN
                IIS=IIS+1
                  GOTO 40
            ELSE
                IIS1=IIS-1
            IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 42
                IIS=IIS+1
            ENDIF
40    CONTINUE
      GOTO 50
42    SK=QK-0.001
      SQMSE=QMSE(IIS1)
      DO 60 HK=0.0,1.0,0.1
      CALL VBRRR(BRLS,M,LAMDA,EIG,HK,SIG2,BII,VAR,BIAS)
      SSMSE=VAR+BIAS
          !PRINT*,HK,SSMSE
60    CONTINUE
50    RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!*************************************************************************************************!
!    SUBROUTINE FOR FIND VAR&BIAS BY RRR METHOD (RESTRICTION IS TRUE)    !
!*************************************************************************************************!
      SUBROUTINE VBRRR(BRLS,M,LAMDA,EIG,SK,SIG2,BII,VAR,BIAS)
      REAL  TRACE,SK,SIG2,BRLS(6),ALPRLS(6),BI,BIAS,BII(6,6)
      DOUBLE PRECISION  LAMDA(100),EIG(100,100),EIGT(100,100)
            TRACE=0.0
      DO 10 I=1,M
            TRACE=TRACE+((LAMDA(I)**2)*BII(I,I))/(((LAMDA(I))+SK)**2)
10    CONTINUE
            VAR=(SIG2)*TRACE
      DO 15 I=1,M
      DO 15 J=1,M
            EIGT(J,I)=EIG(I,J)
15    CONTINUE
      DO 20 I=1,M
            ALPRLS(I)=0.0
      DO 20 K=1,M
            ALPRLS(I)=ALPRLS(I)+EIGT(I,K)*BRLS(K)
20    CONTINUE
            BI=0.0
      DO 25 I=1,M
            BI=BI+(ALPRLS(I)**2)/(((LAMDA(I))+SK)**2)
25    CONTINUE
            BIAS=SK*SK*BI
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
!*****************************************************************************************!
!    SUBROUTINE FIND K BY SEQUENTIAL SEARCH (RESTRICTION IS FALSE)   !
!*****************************************************************************************!
      SUBROUTINE RRRSEQF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,BII,SIG2,SK)
      REAL   BRLS(6),XTX(6,6),SQMSE,TK,SK,QK,HK,SSMSE,SMSE(8000),QMSE(8000),
             SIG2,MSERRF,BII(6,6)
      DOUBLE PRECISION   LAMDA(100),EIG(100,100)
      INTEGER IS,ISS,IIS,IIS1
      DO 15 IS=1,5000
          IF (IS.EQ.1) THEN
              TK=0.0
          ELSE
              TK=TK+0.01
          ENDIF
       CALL VBRRRF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,TK,SIG2,BII,MSERRF)
       SMSE(IS)=MSERRF
           IF (IS.NE.1) THEN
             ISS=IS-1
           IF (SMSE(IS).GT.SMSE(ISS)) GOTO 16
           ENDIF
15    CONTINUE
16    SK=TK-0.01
      SQMSE=SMSE(ISS)
           IF (SK.EQ.0) GOTO 35

      ! SEARCH K AGAIN BY INTERVAL = 0.001
      ! BEFORE K VALUE

      IIS=1
      DO 30 QK=SK-0.01,SK,0.001
      CALL VBRRRF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,MSERRF)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      QMSE(IIS)=MSERRF
            IF (IIS.EQ.1) THEN
              IIS=IIS+1
                 GOTO 30
            ELSE
              IIS1=IIS-1
            IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 32
              IIS=IIS+1
            ENDIF
   30   CONTINUE
        GOTO 35
   32   SK=QK-0.001
        SQMSE=QMSE(IIS1)
        GOTO 50

        ! AFTER K INTERVAL 0.001

   35   IIS=1
        DO 40 QK=SK,SK+0.01,0.001
        CALL VBRRRF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,MSERRF)
        QMSE(IIS)=MSERRF
             IF (IIS.EQ.1) THEN
                 IIS=IIS+1
                 GOTO 40
             ELSE
                 IIS1=IIS-1
             IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 42
                IIS=IIS+1
             ENDIF
   40   CONTINUE
        GOTO 50
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
42  SK=QK-0.001
    SQMSE=QMSE(IIS1)
    DO 60 HK=0.0,1,0.1
    CALL VBRRRF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,HK,SIG2,BII,MSERRF)
    SSMSE=MSERRF
        !PRINT*,HK,SSMSE
60  CONTINUE
50  RETURN
    END

!*****************************************************************************************!
!   SUBROUTINE FOR FIND MSE BY RRR METHOD (RESTRICTION IS FALSE)   !
!*****************************************************************************************!
    SUBROUTINE VBRRRF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,SK,SIG2,BII,MSERRF)
    REAL   XTX(6,6),BII(6,6),ALPRLS(6),BRLS(6),SIG2,SK,ROLL(6),MSERRF
    DOUBLE PRECISION   LAMDA(100),EIG(100,100),EIGT(100,100)
    DO 10 I=1,M
    DO 10 J=1,M
        EIGT(J,I)=EIG(I,J)
10  CONTINUE
    DO 15 I=1,M
        ALPRLS(I)=0.0
    DO 15 K=1,M
        ALPRLS(I)=ALPRLS(I)+EIGT(I,K)*BRLS(K)
15  CONTINUE
        CALL STAR(XTX,M,ROLL)
        MSERRF=0.0
    DO 20 I=1,M
        MSERRF=MSERRF+(1/((LAMDA(I)+SK)**2))*(((SIG2)*(LAMDA(I)**2)*(BII(I,I)))+
        ((SK**2)*(ALPRLS(I)**2))+(ROLL(I)**2)-((2)*(SK)*(ALPRLS(I))*(ROLL(I))))
20  CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      RETURN
      END


!*****************************************************!
!     SUBROUTINE CALCULATE D OPTIMUN     !
!*****************************************************!
      SUBROUTINE DOPTRLS(SIG2,M,BRLS,LAMDA,EIG,BII,D)
      REAL W1,ALPRLS(6),W2,SIG2,D,BRLS(6),BII(6,6)
      DOUBLE PRECISION LAMDA(100),EIG(100,100),EIGT(100,100)
            W1=0.0
      DO 40 I=1,M
            W1=W1+(BII(I,I)/(LAMDA(I)+1))
40    CONTINUE
      DO 45 I=1,M
      DO 45 J=1,M
            EIGT(J,I)=EIG(I,J)
45    CONTINUE
      DO 50 I=1,M
            ALPRLS(I)=0.0
      DO 50 K=1,M
            ALPRLS(I)=ALPRLS(I)+EIGT(I,K)*BRLS(K)
50    CONTINUE
            W2=0.0
      DO 55 I=1,M
            W2=W2+(((BII(I,I)*SIG2)+(ALPRLS(I)**2))/((LAMDA(I)+1)**2))
55    CONTINUE
            D=1-(((SIG2)*(W1))/W2)
            !PRINT*,D
      RETURN
      END
```

```
!*******************************************************!
!   SUBROUTINE CALCULATE RL METHOD      !
!*******************************************************!
    SUBROUTINE RL(BRLS,XTX,M,DOPT,BRL)
    REAL XTXIDE(6,6),XTX(6,6),BRLS(6),BRL(6),DOPT,XTXB(6),DB(6),XTXDB(6)
    DOUBLE PRECISION XTXINV(6,6)
    DO 10 I=1,M
    DO 10 J=1,M
        IF (I.EQ.J) THEN
            XTXIDE(I,J)=XTX(I,J)+1
        ELSE
            XTXIDE(I,J)=XTX(I,J)
        ENDIF
10  CONTINUE
            CALL INVM(XTXIDE,M,XTXINV)
    DO 20 I=1,M
            XTXB(I)=0.0
    DO 20 K=1,M
            XTXB(I)=XTXB(I)+XTX(I,K)*BRLS(K)
20  CONTINUE
    DO 25 I=1,M
            DB(I)=DOPT*BRLS(I)
25  CONTINUE
    DO 30 I=1,M
            XTXDB(I)=XTXB(I)+DB(I)
30  CONTINUE
    DO 40 I=1,M
            BRL(I)=0.0
    DO 40 K=1,M
            BRL(I)=BRL(I)+XTXINV(I,K)*XTXDB(K)
40  CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      RETURN
      END
!*****************************************************************************************!
!    SUBROUTINE FIND D BY SEQUENTIAL SEARCH (RESTRICTION IS FALSE)    !
!*****************************************************************************************!
      SUBROUTINE RLFSEQ(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,SIG2,BII,DK)
      REAL   BRLS(6),XTX(6,6),SQMSE,TK,DK,QK,HK,SSMSE,SMSE(9000),QMSE(9000),
             SIG2,BII(6,6),MSERLF
      DOUBLE PRECISION   LAMDA(100),EIG(100,100)
      INTEGER IS,ISS,IIS,IIS1
      DO 15 IS=1,5000
           IF (IS.EQ.1) THEN
              TK=-5.0
           ELSE
              TK=TK+0.01
           ENDIF
      CALL VBRLF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,TK,SIG2,BII,MSERLF)
      SMSE(IS)=MSERLF
           IF (IS.NE.1) THEN
             ISS=IS-1
           IF (SMSE(IS).GT.SMSE(ISS)) GOTO 16
           ENDIF
15    CONTINUE
16    DK=TK-0.01
      SQMSE=SMSE(ISS)
           IF (DK.EQ.0) GOTO 35

      ! SEARCH D AGAIN BY INTERVAL = 0.001
      ! BEFORE D VALUE

      IIS=1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DO 30 QK=DK-0.01,DK,0.001
      CALL VBRLF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,MSERLF)
      QMSE(IIS)=MSERLF
            IF (IIS.EQ.1) THEN
               IIS=IIS+1
                  GOTO 30
            ELSE
               IIS1=IIS-1
            IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 32
              IIS=IIS+1
            ENDIF
30    CONTINUE
      GOTO 35
32    DK=QK-0.001
      SQMSE=QMSE(IIS1)
      GOTO 50

      ! AFTER D INTERVAL 0.001

35    IIS=1
      DO 40 QK=DK,DK+0.01,0.001
      CALL VBRLF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,QK,SIG2,BII,MSERLF)
      QMSE(IIS)=MSERLF
            IF (IIS.EQ.1) THEN
               IIS=IIS+1
                  GOTO 40
            ELSE
               IIS1=IIS-1
            IF (QMSE(IIS).GT.QMSE(IIS1)) GOTO 42
               IIS=IIS+1
            ENDIF
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
40  CONTINUE
    GOTO 50
42  DK=QK-0.001
    SQMSE=QMSE(IIS1)
    DO 60 HK=0.0,1,0.1
    CALL VBRLF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,HK,SIG2,BII,MSERLF)
    SSMSE=MSERLF
        !PRINT*,HK,SSMSE
60  CONTINUE
50  RETURN
    END

!*****************************************************************************************!
!    SUBROUTINE FOR FIND MSE BY RL METHOD (RESTRICTION IS FALSE)    !
!*****************************************************************************************!
    SUBROUTINE VBRLF(BRLS,XTX,M,LAMDA,EIG,DK,SIG2,BII,MSERLF)
    REAL  BRLS(6),XTX(6,6),ROLL(6),ROLLORT(6),BII(6,6),SIG2,DK,ALPRLS(6),
        MSERLF
    DOUBLE PRECISION  LAMDA(100),EIG(100,100),EIGT(100,100)
        CALL STAR(XTX,M,ROLL)
    DO 10 I=1,M
    DO 10 J=1,M
        EIGT(J,I)=EIG(I,J)
10  CONTINUE
    DO 15 I=1,M
        ROLLORT(I)=0.0
    DO 15 K=1,M
        ROLLORT(I)=ROLLORT(I)+EIGT(I,K)*ROLL(K)
15  CONTINUE
    DO 20 I=1,M
        ALPRLS(I)=0.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      DO 20 K=1,M
            ALPRLS(I)=ALPRLS(I)+EIGT(I,K)*BRLS(K)
20    CONTINUE
            MSERLF=0.0
      DO 25 I=1,M
            MSERLF=MSERLF+(((SIG2*BII(I,I))+((ROLLORT(I)**2)/(LAMDA(I)**2)))
            *((LAMDA(I)+DK)**2)+((DK-1)**2)*(ALPRLS(I)**2)+((2*(DK-1)*
            ALPRLS(I)*ROLLORT(I)*(LAMDA(I)+DK))/(LAMDA(I))))/((LAMDA(I)+1)**2)
25    CONTINUE
      RETURN
      END

!*********************************************!
!    SUBROUTINE CALCULATE MSE     !
!*********************************************!
      SUBROUTINE MSE(BOLS,BRLS,BRRR,BRL,M,SQOLS,SQRLS,SQRRR,SQRL)
      REAL  BOLS(6),BRLS(6),BRRR(6),B(6),BRL(6),SQOLS(6),SQRLS(6),SQRRR(6),
            SQRL(6)
      !DO 10 J=1,M
          !  B(J)=1.0        ! FOR  RESTRICTION  IS  TRUE !
      !10 CONTINUE
      B(1)=1.0
      B(2)=1.0
      B(3)=1.0
      B(4)=1.45
      B(5)=1.0
      B(6)=1.0
      DO 20 J=1,M
           SQOLS(J)=(BOLS(J)-B(J))**2
           SQRLS(J)=(BRLS(J)-B(J))**2
           SQRRR(J)=(BRRR(J)-B(J))**2
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
          SQRL(J) =(BRL(J)-B(J))**2
20  CONTINUE
    RETURN
    END
```


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอังคณา ฮึกหาญสู้ศัตรู เกิดวันอาทิตย์ที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2521 ที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย