รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เดือน สินธุพันธ์ประทุม. เทคนิคฟอร์แทรน 77. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ธีระพร วีระถาวร. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง: โครงสร้างและความหมาย. กรุงเทพมหานคร : พิทักษ์การพิมพ์, 2531.

นันทพร อารยะสกุลวงศ์. การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดสำหรับข้อมูลที่มีค่าถูกตัดทิ้งทางขวา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ภาษาอังกฤษ

A.W. Kimball, "Estimation of Mortality Intensities in Animal Experiments," Biometrics (1960) : 505 - 521.

Lawless J.F, Statistical Models and Methods for Lifetime Data. New York:John Wiley and Sons, 1982.

London, D., Survival Models and Their Estimation. Winsted; ACTEX Publications, Inc., 1988.

Rupert G. Miller, Jr., Survival Analysis. New York; John Wiley and Sons, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random number)

การสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องอาศัยตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Schmidt(1975) ซึ่งขั้นตอนในการสร้างจะแสดงรายละเอียดด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้

```
      SUBROUTINE RAND(IX,IY,YFL)
      INTEGER   IX,IY
      REAL   YFL
      IY = IX*16807
      IF (IY .LT. 0) IY = IY + 2147483647+1
      YFL = REAL(IY)
      YFL = YFL*0.465661E-9
C      WRITE(6,3) IX,IY,YFL
C  3   FORMAT('      IX = ',I12,'  IY = ',I12,'   YFL = ',F22.18)
      IX = IY
      RETURN
      END
```

ค่า IX จะเป็นค่า SEED หรือค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มที่เป็นเลขคี่ RAND จะเป็นค่าของตัวเลขที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

การสร้างการแจกแจงแบบไวบูลล์ :

ฟังก์ชันความหนาแน่นและฟังก์ชันการแจกแจงสะสมแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\alpha^{\beta}}\right)t^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad , t > 0, \alpha > 0, \beta > 0$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad , t > 0, \alpha > 0, \beta > 0$$

โดยที่ $t > 0$ และ α เป็นพารามิเตอร์กำหนดขนาด (Scale Parameter) และ β เป็นพารามิเตอร์กำหนดรูปร่าง (Shape Parameter) และ $\alpha, \beta > 0$

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 FT คือ ตัวเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอช่วง (0 ,1)

ขั้นที่ 2 หาค่าของ t ในเทอมของ FT ได้ดังนี้

$$t = -\alpha(ln(1- FT)^{1/\beta})$$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซโพเนนเชียล คือ SUBROUTINE WEIBUL(TT,ALPHA,BETA,IX,IY,YFL) ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE WEIBUL(TT,ALPHA,BETA,IX,IY,YFL)
      INTEGER   IX,IY
      REAL   YFL,TT
   10 CALL RAND(IX,IY,YFL)
         IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
           TT = ALPHA*(((-1.0*(ALOG(1.0 - YFL)))**(1.0/BETA))
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบเอกซโพเนนเชียล :

ฟังก์ชันความหนาแน่นและฟังก์ชันการแจกแจงสะสมแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$f(t) = \frac{1}{\theta}\exp\left(-\frac{t}{\theta}\right)$$

$$F(t) = 1 - exp\left(-\frac{t}{\theta}\right)$$

โดยที่ $t > 0$ และ θ เป็นพารามิเตอร์กำหนดขนาด (Scale Parameter) , $\theta > 0$

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซโพเนนเชียล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 FT คือ ตัวเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอช่วง (0 ,1)

ขั้นที่ 2 หาค่าของ t ในเทอมของ FT ได้ดังนี้

$$t = -\theta ln(1- FT)$$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซโพเนนเชียล คือ SUBROUTINE EXPO(TT,CETA,IX,IY,YFL) ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE EXPO(TT,CETA,IX,IY,YFL)
      INTEGER   IX,IY
      REAL   YFL,TT
   10 CALL RAND(IX,IY,YFL)
         IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
           TT = (-1.0)*(CETA*ALOG(1-YFL))
```

```
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบเรย์ลี :

ฟังก์ชันความหนาแน่นและฟังก์ชันการแจกแจงสะสมแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$f(t) = \frac{t}{\sigma^2}\exp\left[-\left(\frac{t^2}{2\sigma^2}\right)\right] \quad ; \quad 0 \le t < \infty, \quad \sigma > 0$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t^2}{2\sigma^2}\right)\right] \quad ; \quad 0 \le t < \infty, \quad \sigma > 0$$

โดยที่ $t > 0$ และ σ เป็นพารามิเตอร์กำหนดขนาด (Scale Parameter) , $\sigma > 0$

การสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเรย์ลี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 FT คือ ตัวเลขสุ่มแบบสม่ำเสมอช่วง (0 ,1)

ขั้นที่ 2 หาค่าของ t ในเทอมของ FT ได้ดังนี้

$$t = \sqrt{-2\sigma^2 \ln(1 - FT)}$$

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเรย์ลี คือ SUBROUTINE RAYLEI(TT,SIGMA,IX,IY,YFL) ซึ่งรายละเอียดของฟังก์ชันแสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE RAYLEI(TT,SIGMA,IX,IY,YFL)
      INTEGER   IX,IY
      REAL   YFL,TT
 10   CALL RAND(IX,IY,YFL)
        IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
          TT = SQRT((-2.0*SIGMA**2)*ALOG(1-YFL))
      RETURN
      END
```

การสร้างโปรแกรมย่อยเรียงลำดับข้อมูล

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการเรียงลำดับข้อมูล SUBROUTINE BSORT(X,NM)

```
      SUBROUTINE BSORT(X,NM)
      DIMENSION X(NM)
      REAL   X,S
      DO 50 I = 1,NM-1
        DO 50 J = 1,NM-1
```

```
            IF (X(J) .GT. X(J+1)) THEN
              S      =   X(J)
              X(J)   =   X(J+1)
              X(J+1) =   S
            END IF
50    CONTINUE
      RETURN
      END
```

ภาคผนวก ข

```
C*********************************************************************
C       THIS PROGRAM ESTIMATES HAZARD FUNCTION FROM WEIBULL
C       EXPONENTIAL AND RAYLEIGH  DISTRIBUTIONS
C*********************************************************************
C       MAIN PROGRAM
C*********************************************************************
        DIMENSION X(500),RT1(20),SRT1(20),RT4(20),SRT4(20),
     *            RT2(20),SRT2(20),RT(20),RT3(20),SRT3(20),
     *            ERRT1(20),ERRT2(20),ERRT3(20),ERRT4(20),
     *            ABRT1(20),ABRT2(20),ABRT3(20),ABRT4(20),
     *            PERT1(20),PERT2(20),PERT3(20),PERT4(20),Y(50)
        COMMON/PAR1/ALPHA,BETA,CETA,SIGMA
        COMMON/DTA1/IX,IY,YFL,TT
        INTEGER   IX,IY
        REAL   YFL,TT,X,Y,RT,RT1,SRT1,RT4,SRT4,RT2,SRT2,
     *         RT3,SRT3,PERT1,PERT2,PERT3,PERT4,
     *         ERRT1,ERRT2,ERRT3,ERRT4,
     *         ABRT1,ABRT2,ABRT3,ABRT4
        TINT = 0.25
        TEND = 1.00
        TSTEP = 0.25
        IX = 573
        IAGE = 1
        ALPHA = 71.958374
        BETA = 1.50
C        CETA = 65.0
C        SIGMA = 15.957691
        NM = 50
        LO = 12000
        WRITE(6,3)
   3    FORMAT('ESTIMATING HAZARD FUNCTION FROM WEIBULL
           DISTRIBUTION')
        WRITE(6,5) ALPHA,BETA
   5    FORMAT(5X,'PARAMETER IS ALFA = ',F8.6,5X,'BETA = ',F6.3)
C   3    FORMAT('ESTIMATING HAZARD FUNCTION BY EXPONENTIAL
           DISTRIBUTION')
C        WRITE(6,5) CETA
C   5    FORMAT(5X,'PARAMETER IS CETA = ',F6.3)
C   3    FORMAT('ESTIMATING HAZARD FUNCTION BY RAYLEIGH
           DISTRIBUTION')
C        WRITE(6,5) SIGMA
C   5    FORMAT(5X,'PARAMETER IS SIGMA = ',F9.6)
        WRITE(6,7) NM
   7    FORMAT(5X,'NUMBER OF COMPLETE DATA IS N = 'I4)
        WRITE(6,10) IX,LO
   10   FORMAT(5X,'SEED = ',I3,5X,'LOOP = ',I5)
        WRITE(6,15) IAGE,TSTEP
   15   FORMAT(5X,'INITIAL AGE IS',I3,5X,'STEP IS',F5.2)
        WRITE(6,*)
        NK = 0
        DO 220 TK = TINT,TEND,TSTEP
           NK = NK+1
           Y(NK) = TK
  220   CONTINUE
```

```
      DO 110 J = 1,NK
         SRT1(J) = 0.0
         SRT2(J) = 0.0
         SRT3(J) = 0.0
         SRT4(J) = 0.0
  110 CONTINUE
      DO 130 II = 1,LO
         DO 99 I = 1,NM
            CALL WEIBUL(TT,ALPHA,BETA,IX,IY,YFL)
C            CALL EXPO(TT,CETA,IX,IY,YFL)
C            CALL RAYLEI(TT,SIGMA,IX,IY,YFL)
            X(I) = TT
C            WRITE(6,11) I,TT,YFL
C   11       FORMAT(5X,'  I = ',I3,'    TT =',F8.4,' YFL = ',F8.4)
C            WRITE(6,*)
   99    CONTINUE
         CALL BSORT(X,NM)
         CALL CAL(X,Y,NK,NM,RT1,RT2,RT3,RT4)
         DO 120 J = 1,NK
            SRT1(J) = SRT1(J)+RT1(J)
            SRT2(J) = SRT2(J)+RT2(J)
            SRT3(J) = SRT3(J)+RT3(J)
            SRT4(J) = SRT4(J)+RT4(J)
  120    CONTINUE
  130 CONTINUE
      DO 140  J = 1,NK
         RT(J) = (BETA/ALPHA)*((Y(J)/ALPHA)**(BETA-1))
C          RT(J) = 1/CETA
C          RT(J) = Y(J)/SIGMA**2
         SRT1(J) = (SRT1(J)/LO)
         SRT2(J) = (SRT2(J)/LO)
         SRT3(J) = (SRT3(J)/LO)
         SRT4(J) = (SRT4(J)/LO)
         ERRT1(J) = (SRT1(J) - RT(J))/RT(J)
         ERRT2(J) = (SRT2(J) - RT(J))/RT(J)
         ERRT3(J) = (SRT3(J) - RT(J))/RT(J)
         ERRT4(J) = (SRT4(J) - RT(J))/RT(J)
         ABRT1(J) = ABS(ERRT1(J))
         ABRT2(J) = ABS(ERRT2(J))
         ABRT3(J) = ABS(ERRT3(J))
         ABRT4(J) = ABS(ERRT4(J))
         PERT1(J) = 100*ABRT1(J)
         PERT2(J) = 100*ABRT2(J)
         PERT3(J) = 100*ABRT3(J)
         PERT4(J) = 100*ABRT4(J)
         WRITE(6,37) Y(J),RT(J)
         WRITE(6,38) SRT1(J),SRT2(J),SRT3(J),SRT4(J)
  37     FORMAT(2X,' K = 'F5.2,7X,'   RT   = ',F8.6)
  38     FORMAT(2X,' SRT1 = ',F9.6,'   SRT2 = ',F9.6,
     *           '   SRT3 = ',F9.6,'   SRT4 = ',F9.6)
C          WRITE(6,40) ERRT1(J),ERRT2(J),ERRT3(J),ERRT4(J)
C  40      FORMAT(2X,' ERRT1 = ',F8.6,' ERRT2 = ',F8.6,
C     *            ' ERRT3 = ',F8.6,' ERRT4 = ',F8.6)
C          WRITE(6,45) ABRT1(J),ABRT2(J),ABRT3(J),ABRT4(J)
C  45      FORMAT(2X,' ABRT1 = ',F8.6,' ABRT2 = ',F8.6,
C     *            ' ABRT3 = ',F8.6,' ABRT4 = ',F8.6)
         WRITE(6,50) PERT1(J),PERT2(J),PERT3(J),PERT4(J)
  50     FORMAT(2X,' PERT1 = ',F10.6,' PERT2 = ',F10.6,
```

```
     *               ' PERT3 = ',F10.6,' PERT4 = ',F10.6)
          WRITE(6,*)
  140   CONTINUE
        STOP
        END
C  ***** FIND THE FUTURE LIFETIME UNDER WEIBULL DISTRIBUTION *****
        SUBROUTINE WEIBUL(TT,ALPHA,BETA,IX,IY,YFL)
        INTEGER   IX,IY
        REAL   YFL,TT
   10   CALL RAND(IX,IY,YFL)
             IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
                TT = ALPHA*(((-1.0*(ALOG(1.0 - YFL))))**(1.0/BETA))
        RETURN
        END
C  ***** FIND THE FUTURE LIFETIME UNDER EXPONENTIAL DISTRIBUTION
        SUBROUTINE EXPO(TT,CETA,IX,IY,YFL)
        INTEGER   IX,IY
        REAL   YFL,TT
   10   CALL RAND(IX,IY,YFL)
             IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
                TT = (-1.0)*(CETA*ALOG(1-YFL))
        RETURN
        END
C  ***** FIND THE FUTURE LIFETIME UNDER RAYLEIGH DISTRIBUTION *****
        SUBROUTINE RAYLEI(TT,SIGMA,IX,IY,YFL)
        INTEGER   IX,IY
        REAL   YFL,TT
   10   CALL RAND(IX,IY,YFL)
             IF ((YFL .EQ. 1.0) .OR. (YFL .EQ. 0.0)) GOTO 10
                TT = SQRT((-2.0*SIGMA**2)*ALOG(1-YFL))
        RETURN
        END
C ***** SUBROUTINE RANDOM NUMBER *****
        SUBROUTINE RAND(IX,IY,YFL)
        INTEGER   IX,IY
        REAL   YFL
        IY = IX*16807
        IF (IY .LT. 0) IY = IY + 2147483647+1
        YFL = REAL(IY)
        YFL = YFL*0.465661E-9
C       WRITE(6,3) IX,IY,YFL
C    3  FORMAT('      IX = ',I12,'  IY = ',I12,'   YFL = ',F22.18)
        IX = IY
        RETURN
        END
C ***** SUBROUTINE FOR SORTING DATA *****
        SUBROUTINE BSORT(X,NM)
        DIMENSION X(NM)
        REAL   X,S
        DO 50 I = 1,NM-1
           DO 50 J = 1,NM-1
              IF (X(J) .GT. X(J+1)) THEN
                 S      =   X(J)
                 X(J)   =   X(J+1)
                 X(J+1) =   S
              END IF
   50   CONTINUE
        RETURN
```

```
      END
C ***** SUBROUTINE FOR CALCULATING HAZARD FUNCTION *****
      SUBROUTINE CAL(X,Y,NK,NM,RT1,RT2,RT3,RT4)
      DIMENSION X(500),Y(50),RT1(20),RT2(20),RT3(20),RT4(20)
      REAL   X,Y,RT1,RT2,RT3,RT4
          CALL CM(X,Y,NK,NM,RT1)
          CALL PL(X,Y,NK,NM,RT2)
          CALL NA(X,Y,NK,NM,RT3)
          CALL SM(X,Y,NK,NM,RT4)
       RETURN
       END
C ********** SUBROUTINE FOR CALCULATING BY CLASSICAL METHOD ******
       SUBROUTINE CM(X,Y,NK,NM,RT1)
       DIMENSION X(500),Y(50),RT1(20)
       REAL   X,Y,RT1
       DO 60 I = 1,NK
          SUCC1 = 0.0
          SUCC2 = 0.0
          T  =  0.5
          DO 50 J = 1,NM
             IF (X(J) .GT. (Y(I)-0.25)) THEN
                SUCC1 = SUCC1 + 1
             END IF
             IF (X(J) .GT. (Y(I)+0.25)) THEN
                SUCC2 = SUCC2 + 1
             END IF
 50       CONTINUE
           RT1(I) = (2*(SUCC1-SUCC2))/(T*(SUCC1+SUCC2))
C          WRITE(6,5) I,SUCC1,SUCC2,RT1(I)
C  5       FORMAT('I = ',I3,'S1= ',F3.0,'S2= ',F3.0,'RT1= ',F8.4)
 60     CONTINUE
        RETURN
        END
C ********** SUBROUTINE FOR CALCULATING BY PRODUCT - LIMIT METHOD
        SUBROUTINE PL(X,Y,NK,NM,RT2)
        DIMENSION X(500),Y(50),RT2(20)
        REAL   X,Y,RT2
        DO 60 I = 1,NK
           ND = 0
           DO 50 J = 1,NM
              IF (X(J) .LE. Y(I)) THEN
                 ND = ND + 1
              END IF
 50        CONTINUE
              NL = NM - ND
              R1 = ALOG(NM)-ALOG(NL)
           ND = 0
           DO 70 J = 1,NM
              IF (X(J) .LE. (Y(I)-0.25)) THEN
                 ND = ND + 1
              END IF
 70        CONTINUE
              NL = NM - ND
              R2 = ALOG(NM)-ALOG(NL)
           RT2(I) = R1 - R2
C         WRITE(6,5) I,NM,NL,RT2(I)
C 5       FORMAT(' I = ',I3,' NM= ',F3.0,' NL= ',F3.0,' RT2= ',F8.4)
 60     CONTINUE
```

```
          RETURN
          END
C ********** SUBROUTINE FOR CALCULATING BY NELSON - AALEN METHOD
          SUBROUTINE NA(X,Y,NK,NM,RT3)
          DIMENSION X(500),Y(50),RT3(20)
          REAL   X,Y,RT3,SUM1,SUM2
          DO 60 I = 1,NK
             S1 = 0.0
             S2 = 0.0
             S3 = 0.0
             DO 50 J = 1,NM
                IF (X(J).GT.(Y(I)-0.25)) THEN
                   S1 = S1+1
                END IF
                IF (X(J).GT.Y(I)) THEN
                   S2 = S2+1
                END IF
                IF (X(J).GT.(Y(I)+0.25)) THEN
                   S3 = S3+1
                END IF
                SUM1 = 0.0
                SUM2 = 0.0
                L1 = S1-S2
                L2 = S1-S3
                IF ((L1.EQ.0).OR.(L2.EQ.0)) THEN
                   SUM1 = 0.0
                   SUM2 = 0.0
                ELSE
                   DO 70 JJ = 1,L1
                      SUM1 = SUM1+(1/(S1-JJ+1))
  70               CONTINUE
                   DO 80 JJ = 1,L2
                      SUM2 = SUM2+(1/(S1-JJ+1))
  80               CONTINUE
                 END IF
  50          CONTINUE
              IF (Y(I).EQ.0.25) THEN
                 RT3(I) = SUM1
              ELSE
                 RT3(I) = SUM2-SUM1
              END IF
C           WRITE(6,5) I,S1,S2,RT3(I)
C 5         FORMAT(' I = ',I3,' S1= ',F3.0,' S2= ',F3.0,' RT3= ',F8.4)
  60      CONTINUE
          RETURN
          END
C ********** SUBROUTINE FOR CALCULATING BY SACHER METHOD ******
          SUBROUTINE SM(X,Y,NK,NM,RT4)
          DIMENSION X(500),Y(50),RT4(20)
          REAL   X,Y,RT4
          DO 60 I = 1,NK
             SUCC1 = 0.0
             SUCC2 = 0.0
             T  =  0.5
             DO 50 J = 1,NM
                IF (X(J) .GT. (Y(I)-0.25)) THEN
                   SUCC1 = SUCC1 + 1
                END IF
```

```
                IF (X(J) .GT. (Y(I)+0.25)) THEN
                   SUCC2 = SUCC2 + 1
                END IF
  50          CONTINUE
              RT4(I) = (1/T)*(ALOG(SUCC1)-ALOG(SUCC2))
C           WRITE(6,5) I,SUCC1,SUCC2,RT4(I)
C 5         FORMAT(' I = ',I3,' S1= ',F3.0,' S2= ',F3.0,' RT4= ',F8.4)
  60      CONTINUE
          RETURN
          END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุษยมาส นันตสุคนธ์ เกิดเมื่อวันที่ 7 กันยายน 2513 ที่อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(วท.บ.) จากภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วท.ม.) ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537