รายการอ้างอิง

Aczel, A. D. (1993). **Complete Business Statistics.** 2nd Edition, Homewood,IL:Irwin.

Alan, A. and Brent, A. C. Approximate is Better than Exact for interval Estimation of Binomial Proportion. **The American Statistics.** (1998):119-126.

Anderson, T. W. and Burstein, H. Approximating the Upper Binomial Confidence Limits. **Journal of the American Statistical Association.** (1967):857-861.

Anderson, D. R., Sweeney, D. J. and Williams, T. A. (1994). **Introduction to Statistics: Comcepts and Application.** 3rd Edition, St.Paul, MN:West Publishing.

Blyth, C. R. Approximate Binomial Confidence Limits. **Journal of the American Statistical Association.** (1986):843-855.

Casella, G. Refining binomial confidence intervals. **Canadian Journal of Statistics.** (1986):113-129.

Chen, H. Accuracy of Approximate interval for Binomial Parameter. **Journal of the American Statistical Association.** (1990):514-518.

Clopper, C. J. and Pearson, E. S. The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of the binomial. **Biometrika.** (1934):404-413.

Creighton, J. H. C. (1994). **A First Course in Probability Models and Statistics Inference.** New York:Springer-Verlag.

Freund, J. E. (1992). **Mathmatical Statistics.** 5th Edition, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

Ghosh, B. K. A Comparison of Some Approximate Confidence Intervals for the Binomial Parameter. **Journal of the American Statistical Association.** (1979):894-900.

Hald, A. (1952). **Statistics Theory with Engineering Applications.** New York:Wiley.

Hogg, R. V. and Tanis, E. A. (1993). **Probability and Statistics Inference. 4th** Edition, New York:Macmillan.

Johnson, N. L. and Kotz, S. (1969). **Distribution in Statistics: Discrete Distribution.** New York:John Wiley.

Johnson, N. L. and Kotz, S. (1970). **Continuous Univariate Distributions 1-2.** New York : John Wiley.

Larson, H. J. (1982). **Introduction to probability theory and statistics inference.** 3rd Edition, Singapore:John Wiley & Sun.

Larson, H. J. (1995). **Introduction to Probability,Reading.** MA:Addison-Wesley.

Mason, R. D. (1982). **Statistical Technique in Business and Economics.** 5th Edition, Illinois :Inc Homewood.

Montgomery, D. C. and Peck, E. A. (1982). **Introduction to Linear Regression Analysis.** United States of America.:John Wiley & Sun.

Olkin, I., Gleser, L. J. and Derman, C. (1994). **Probability Models and Applications.** 2nd Edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Ross, S. (1994). **A First Course in Probability.** 4th Edition, New York:Macmillan.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่น และค่าความยาวเฉลี่ยของตัวประมาณแบบช่วงของค่าสัดส่วนประชากร ที่ประมาณโดยใช้วิธีต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. **วิธีปกติ** สูตรการประมาณคือ

$$p_L = \hat{p} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}\ (1-\hat{p})/n}$$

$$p_U = \hat{p} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\hat{p}\ (1-\hat{p})/n}$$

2. **วิธีแปลงแบบอาร์คไซน์** สูตรการประมาณคือ

$$\mathrm{p_L} = \sin^2\left[\arcsin\sqrt{\hat{\mathrm{p}}} - \mathrm{z}_{1-\alpha/2}/2\sqrt{\mathrm{n}}\right]$$

$$\mathrm{p_U} = \sin^2\left[\arcsin\sqrt{\hat{\mathrm{p}}} + \mathrm{z}_{1-\alpha/2}/2\sqrt{\mathrm{n}}\right]$$

3. **วิธีสคอร์** สูตรการประมาณคือ

$$p_L = \hat{p} + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n} - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\left[\hat{p}(1-\hat{p}) + Z^2_{1-\alpha/2}/4n\right]\Big/n}\ \Bigg/\ 1+\frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n}$$

$$p_U = \hat{p} + \frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{2n} + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{\left[\hat{p}(1-\hat{p}) + Z^2_{1-\alpha/2}/4n\right]\Big/n}\ \Bigg/\ 1+\frac{Z^2_{1-\alpha/2}}{n}$$

4. วิธีปัวส์ซอง สูตรการประมาณคือ

$$p_L = \chi^2_{2y,\alpha/2}/2n$$

$$p_U = \chi^2_{2(y+1),\alpha/2}/2n$$

5. วิธีเอฟ สูตรการประมาณคือ

$$p_L = y/y+(n-y+1)F_{2(n-y+1),2y,1-\alpha/2}$$

$$p_U = (y+1)F_{2(y+1),2(n-y),1-\alpha/2}/n-y+(y+1)F_{2(y+1),2(n-y),1-\alpha/2}$$

โดยที่

y คือจำนวนครั้งของผลสำเร็จ (ในตัวอย่าง)

n มีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 50

p มีค่า 0.01(0.01)0.09 และ 0.10(0.05)0.50

$\hat{p}$ มีค่าเท่ากับ Y/n

$Z_{1-\alpha/2}$ มีค่าเท่ากับ 1.282, 1.960 และ 2.576 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10, 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

$\chi^2_{2y,\alpha/2}$ และ $\chi^2_{2(y+1),1-\alpha/2}$ จะต้องประมาณค่า

$F_{2(n-y+1),2y,1-\alpha/2}$ และ $F_{2(y+1),2(n-y),1-\alpha/2}$ จะต้องประมาณค่า

การประมาณค่าตัวแปรสุ่มไค-สแควร์

เมื่อกำหนดค่า P ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรสุ่ม χ^2 ที่มีองศาความเป็นอิสระเท่ากับ ν ค่าของตัวแปรสุ่ม χ^2 คือค่าของ z ที่สอดคล้องกับสมการ (1)

$$P = \int_0^z \phi(u)du \qquad (1)$$

เมื่อ $\phi(u) = 2^{\frac{-\nu}{2}}\{\Gamma(\frac{\nu}{2})\}^{-1}\exp(\frac{-u}{2})u^{\frac{\nu}{2}-1}, \nu > 0$

Best and Roberts (1975) ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าของตัวแปรสุ่มไค-แสคว์โดยใช้อนุกรมของเทย์เลอร์ (Taylor series) ที่ได้อธิบายโดย Hill and Davis (1969) ดังนี้

$$z = z_0 + \sum_r c_r(z_0)\{E/\phi(z_0)\}^r (r!)^{-1}$$

โดยที่

$$E = P - \int_0^{z_0} \phi(u)du \;,\; \varphi = \tfrac{1}{2} - (\tfrac{\nu}{2} - 1)u^{-1}$$

$$c_1(u) = 1 \;,\; \mathrm{c}_{r+1}(u) = (r\varphi + d/du)c_r(u)$$

เมื่อ z_0 คือค่าเริ่มต้นของการประมาณค่า และได้จากการประมาณในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

(i) ในกรณีทั่ว ๆ ไป ให้ประมาณค่า z_0 โดยใช้วิธีการประมาณของ Wilson-Hilferty ซึ่งมีสูตรการประมาณดังนี้

$$z_{01} = \nu\left\{\mathrm{x}_{\mathrm{P}}(2/9\nu)^{\frac{1}{2}} + 1 - (2/9\nu)\right\}^3$$

เมื่อ x_P คือค่าของตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน ที่ให้ค่าความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับ $100P\%$

(ii) ถ้า $P \to 0$ (z มีค่าเล็ก) ให้ประมาณค่า z_0 ด้วย

$$z_{02} = \left\{\mathrm{P}\nu 2^{\frac{1}{2}\nu - 1}\Gamma(\tfrac{1}{2}\nu)\right\}^{2/\nu}$$

z_{02} จะประมาณได้ดีกว่า z_{01} ถ้า $\nu < -1.24 \ln \mathrm{P}$

(iii) ถ้า $P \to 1$ (z มีค่าใหญ่) ให้ประมาณค่า z_0 ด้วย

$$z_{03} = -2\left[\ln(1-\mathrm{P}) - (\tfrac{1}{2}\nu - 1)\ln(\tfrac{1}{2}z_0) + \ln\{\Gamma(\tfrac{1}{2}\nu)\}\right]$$

z_{03} จะประมาณได้ดีถ้า $z_{01} > 2.2\nu + 6$

การประมาณค่าตัวแปรสุ่มเอฟ

การประมาณค่าของตัวแปรสุ่มเอฟ จะต้องพิจารณาจากส่วนกลับของอัตราส่วนฟังก์ชันแบบบีตาที่ไม่สมบูรณ์ (inverse of the incomplete beta function ratio) นั่นคือ ถ้ากำหนดค่า $\alpha(0 \le \alpha \le 1)$, $p(>0)$, $q(>0)$ และ $B(p,q)$ ค่าของส่วนกลับของอัตราส่วนฟังก์ชันแบบบีตาที่ไม่สมบูรณ์ ก็คือค่าของ x ที่สอดคล้องกับสมการ (2)

$$I_x(p,q) = \frac{1}{\mathrm{B(p,q)}} \int_0^x t^{p-1}(1-t)^{q-1}\,dt = P, \quad 0 \le \mathrm{x} \le 1 \qquad (2)$$

Majumder และ Bhattacharjee (1973) รวมทั้งนักวิชาการอีกหลายท่านได้เสนอวิธีการประมาณค่า x โดยการหาค่า x_0 ที่สอดคล้องกับสมการ (3)

$$\frac{1+x_0}{1-x_0} = \frac{\mathrm{4p+2q-2}}{\chi_P^2} \qquad (3)$$

เมื่อ χ_P^2 คือค่า $100P\%$ ของตัวแปรสุ่มไค-แสควร์ที่มีองศาความเป็นอิสระเท่ากับ $2q$ ซึ่งประมาณโดยวิธีการประมาณของ Wilson-Hilferty ดังสมการ

$$\chi_P^2 = 2\mathrm{q}\left(1-\frac{1}{9\mathrm{q}}+y_P\sqrt{\frac{1}{9q}}\right)^3$$

เมื่อ y_P คือค่าของตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐาน ที่ให้ค่าฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับ $100P\%$

ถ้า $\chi_P^2 < 0$ ให้ประมาณค่า x ด้วย $x_0 = 1-\{(1-P)qB(p,q)\}^{1/q}$

ถ้า $(4p+2q-2)/\chi_P^2 \le 1$ ให้ประมาณค่าด้วย $x_0 = \{PpB(p,q)\}^{1/q}$

และการหาคำตอบในขั้นสุดท้ายจะได้จากการใช้วิธีของ Newton-Raphson วิเคราะห์สมการ

$$x_i = x_{i-1} - f(x_{i-1})/f'(x_{i-1}) \quad \text{เมื่อ} \quad f(x) = I_x(p,q) - P$$

โดยจะทำซ้ำจนกระทั่งค่าความแตกต่างของฟังก์ชัน มีค่าไม่เกินค่าความถูกต้องที่กำหนด สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้อัลกอริทึมสำหรับหาค่า x ของ IMSL Library routine ซึ่งมีหลักการประมาณค่าคล้ายกับที่กล่าวมา รายละเอียดโปรแกรมแสดงดังหน้าที่ 177

และจากค่า x ที่ได้ จะนำมาใช้คำนวณหาค่าตัวแปรสุ่มเอฟ ตามความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงแบบเอฟและการแจกแจงแบบบีตา (ที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.7)

รายละเอียดของโปรแกรมการคำนวณค่าระดับความเชื่อมั่นและค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วง แสดงในหน้าถัดไป

รายการอ้างอิงภาคผนวก

Best, D. and Roberts, D. E. The Percentage Points of the χ^2 Distribution. **Applied Statistics.** (1975):385-388.

Hill, G. W. and Davis, A. W. Generalized asymptotic expansions of Cornish-Fisher type. **Ann. Math. Statist.** (1969):96-97.

Majumder, K. L. and Bhattacharjee, G. P. Inverse of the Incomplete Beta Function Ratio. **Applied Statistics.** (1973b):411-414.

```
C    *****************************************************************************************
C    *****                           MAIN  PROGRAM                                      *****
C    *****          THIS PROGRAM TO COMPUTE THE LEVEL OF CONFIDENCE                     *****
C    *****                    AND THE EXPECTED LENGTH                                   *****
C    *****************************************************************************************
      DOUBLE PRECISION  PL190,PL290,PL390,PL490,PL590,PU190,PU290,PU390,PU490,PU590,PL195,
     *                  PL295,PL395,PL495,PL595,PU195,PU295,PU395,PU495,PU595,PL199,PL299,
     *                  PL399,PL499,PL599,PU199,PU299,PU399,PU499,PU599
      REAL
     COUNT,SUM,P,YY,PHAT,LL190,LL290,LL390,LL490,LL590,LL195,LL295,LL395,LL495,LL595,
     *        LL199,LL299,LL399,LL499,LL599,LC190,LC290,LC390,LC490,LC590,LC195,LC295,LC395,
     *        LC495,LC595,LC199,LC299,LC399,LC499,LC599,CC190,CC290,CC390,CC490,CC590,CC195,
     *        CC295,CC395,CC495,CC595,CC199,CC299,CC399,CC499,CC599,CCC190,CCC290,CCC390,
     *        CCC490,CCC590,CCC195,CCC295,CCC395,CCC495,CCC595,CCC199,CCC299,CCC399,
     *        CCC499,CCC599,ACC190,ACC290,ACC390,ACC490,ACC590,ACC195,ACC295,ACC395,
     *        ACC495,ACC595,ACC199,ACC299,ACC399,ACC499,ACC599,ALC190,ALC290,ALC390,
     *        ALC490,ALC590,ALC195,ALC295,ALC395,ALC495,ALC595,ALC199,ALC299,ALC399,
     *        ALC499,ALC599,NN,P,I,PP
      COMMON/N1/IX/N2/YY(50,2000)
      INTEGER J
      IX=65579

      READ (5,5) NN,P
    5 FORMAT(F5.0,F5.2)
C
C     GENERATE BINOMIAL VARIABLE
C
      DO 8 J=1,2000
      COUNT=1.0
      SUM=0.0
      DO 9 I=1,50
      W=BER(P,IX)
      IF (W.EQ.1.0) SUM=SUM+1.0
      YY(I,J)=SUM
      COUNT=COUNT+1.0
```

```
  9 CONTINUE
  8 CONTINUE
C
C   COMPUTE  THE CONFIDENCE  INTERVAL
C
      DATA LC190,LC195,LC199/0.0,0.0,0.0/
      DATA LC290,LC295,LC299/0.0,0.0,0.0/
      DATA LC390,LC395,LC399/0.0,0.0,0.0/
      DATA LC490,LC495,LC499/0.0,0.0,0.0/
      DATA LC590,LC595,LC599/0.0,0.0,0.0/

      DATA CCC190,CCC195,CCC199/0.0,0.0,0.0/
      DATA CCC290,CCC295,CCC299/0.0,0.0,0.0/
      DATA CCC390,CCC395,CCC399/0.0,0.0,0.0/
      DATA CCC490,CCC495,CCC499/0.0,0.0,0.0/
      DATA CCC590,CCC595,CCC599/0.0,0.0,0.0/

      DO 5  J=1,2000
      I=NN
      PHAT=YY(I,J)/I

C     ************************************************************************************************
C     *****                          NORMAL  APPROXIMATION                                       *****
C     ************************************************************************************************
      PL190=PHAT-1.645*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)
      PU190=PHAT+1.645*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)
      PL195=PHAT-1.960*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)
      PU195=PHAT+1.960*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)
      PL199=PHAT-2.576*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)
      PU199=PHAT+2.576*SQRT(((PHAT)*(1-PHAT))/I)

      IF (PL190.LT.P .AND. PU190.GT.P) THEN
        CC190=1.0
      ELSE
        CC190=0.0
```

```
      END IF
      IF (PL195.LT.P .AND. PU195.GT.P) THEN
        CC195=1.0
      ELSE
        CC195=0.0
      END IF
      IF (PL199.LT.P .AND. PU199.GT.P) THEN
        CC199=1.0
      ELSE
        CC199=0.0
      END IF

      CCC190=CCC190+CC190
      CCC195=CCC195+CC195
      CCC199=CCC199+CC199
      LL190=U190-L190
      LL195=U195-L195
      LL199=U199-L199
      LC190=LC190+LL190
      LC195=LC195+LL195
      LC199=LC199+LL199

C     ************************************************************************************************
C     *****                          ARCSINE   APPROXIMATION                                   *****
C     ************************************************************************************************
      PL290=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))-(1.645/(2*SQRT(I)))))**2
      PU290=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))+(1.645/(2*SQRT(I)))))**2
      PL295=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))-(1.960/(2*SQRT(I)))))**2
      PU295=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))+(1.960/(2*SQRT(I)))))**2
      PL299=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))-(2.576/(2*SQRT(I)))))**2
      PU299=(SIN((ASIN(SQRT(PHAT)))+(2.576/(2*SQRT(I)))))**2
          IF (PL290.LT.P .AND. PU290.GT.P) THEN
        CC290=1.0
      ELSE
        CC290=0.0
```

```
      END IF
      IF (PL295.LT.P .AND. PU295.GT.P) THEN
        CC295=1.0
      ELSE
        CC295=0.0
      END IF
      IF (PL299.LT.P .AND. PU299.GT.P) THEN
        CC299=1.0
      ELSE
        CC299=0.0
      END IF

      CCC290=CCC290+CC290
      CCC295=CCC295+CC295
      CCC299=CCC299+CC299
      LL290=U290-L290
      LL295=U295-L295
      LL299=U299-L299
      LC290=LC290+LL290
      LC295=LC295+LL295
      LC299=LC299+LL299

C     ****************************************************************************************************
C     *****                             SCORE   APPROXIMATION                                        ****
C     ****************************************************************************************************
      A2=2*I
      A4=4*I
      PL390=(PHAT+(2.706025/A2)-1.645*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+ (2.706025/A4))/I))/(1+(2.706025/I))
      PU390=(PHAT+(2.706025/A2)+1.645*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+ (2.706025/A4))/I))/(1+(2.706025/I))
      PL395=(PHAT+(3.8416/A2)-1.960*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+(3.8416/A4))/I))/(1+(3.8416/I))
      PU395=(PHAT+(3.8416/A2)+1.960*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+(3.8416/A4))/I))/(1+(3.8416/I))
      PL399=(PHAT+(6.635776/A2)-2.576*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+(6.635776/A4))/I))/(1+(6.635776/I))
      PU399=(PHAT+(6.635776/A2)+2.576*SQRT(((PHAT*(1-PHAT))+(6.635776/A4))/I))/(1+(6.635776/I))

      IF (PL390.LT.P .AND. PU390.GT.P) THEN
        CC390=1.0
```

```
      ELSE
        CC390=0.0
      END IF
      IF (PL395.LT.P .AND. PU395.GT.P) THEN
        CC395=1.0
      ELSE
        CC395=0.0
      END IF
      IF (PL399.LT.P .AND. PU399.GT.P) THEN
        CC399=1.0
      ELSE
        CC399=0.0
      END IF

      CCC390=CCC390+CC390
      CCC395=CCC395+CC395
      CCC399=CCC399+CC399
      LL390=U390-L390
      LL395=U395-L395
      LL399=U399-L399
      LC390=LC390+LL390
      LC395=LC395+LL395
      LC399=LC399+LL399

C     ******************************************************************************************
C     *****                        POISSON   APPROXIMATION                                *****
C     ******************************************************************************************
      A=2*NN
      IF(YY(I,J).EQ.0) THEN
        PL490 = 0.0
        PL495 = 0.0
        PL499 = 0.0

        V=2*(YY(I,J)+1)
        PP = .950
        CH950=PPCH12(PP,V,G)
```

```
  PU490 = CH950/A

  PP = .975
  CH975=PPCH12(PP,V,G)
  PU495 = CH975/A

  PP = .995
  CH995= PPCH12(PP,V,G)
  PU499 = CH995/A

ELSE
  V=2*YY(I,J)
  PP = .050
  CH050=PPCH12(PP,V,G)
  PL490 = CH050/A

  PP = .025
  CH025=PPCH12(PP,V,G)
  PL495 = CH025/A

  PP = .005
  CH005=PPCH12(PP,V,G)
  PL499 = CH005/A

  V=2*(YY(I,J)+1)
  PP = .950
  CH950=PPCH12(PP,V,G)
  PU490 = CH950/A

  PP = .975
  CH975=PPCH12(PP,V,G)
  PU495 = CH975/A

  PP = .995
  CH995= PPCH12(PP,V,G)
  PU499 = CH995/A
```

```
      END IF
      IF (PL490.LT.P .AND. PU490.GT.P) THEN
        CC490=1.0
      ELSE
        CC490=0.0
      END IF
      IF (PL495.LT.P .AND. PU495.GT.P) THEN
        CC495=1.0
      ELSE
        CC495=0.0
      END IF
      IF (PL499.LT.P .AND. PU499.GT.P) THEN
        CC499=1.0
      ELSE
        CC499=0.0
      END IF

      CCC490=CCC490+CC490
      CCC495=CCC495+CC495
      CCC499=CCC499+CC499
      LL490=U490-L490
      LL495=U495-L495
      LL499=U499-L499
      LC490=LC490+LL490
      LC495=LC495+LL495
      LC499=LC499+LL499

C     *********************************************************************************************
C     *****                                F   APPROXIMATION                                  *****
C     *********************************************************************************************
      IF( YY(I,J).EQ.0 ) THEN
        PL590=0.0
        PL595=0.0
        PL599=0.0
```

```
   V1=2*(YY(I,J)+1)
   V2=2*(I-YY(I,J))
   A=V1/2
   B=V2/2
   PP=.950
   CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
   F950=(V2*X)/(V1-V1*X)
   PU590=((YY(I,J)+1)*F950)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F950))

   PP=.975
   CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
   F975=(V2*X)/(V1-V1*X)
   PU595=((YY(I,J)+1)*F975)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F975))

   PP=.995
   CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
   F995=(V2*X)/(V1-V1*X)
   PU599=((YY(I,J)+1)*F995)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F995))

 ELSE IF (YY(I,J).EQ.I) THEN
   V1=2*(I-YY(I,J)+1)
   V2=2*YY(I,J)
   A=V1/2
   B=V2/2
   PP=.950
   CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
   F950=(V2*X)/(V1-V1*X)
   PL590=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F950)

   PP=.975
   CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
   F975=(V2*X)/(V1-V1*X)
   PL595=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F975)
```

```
    PP=.995
    CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)

    F995=(V2*X)/(V1-V1*X)
    PL599=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F995)

    PU590=1.0
    PU595=1.0
    PU599=1.0

  ELSE
    V1=2*(I-YY(I,J)+1)
    V2=2*YY(I,J)
    A=V1/2
    B=V2/2
    PP=.950
    CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
    F950=(V2*X)/(V1-V1*X)
    PL590=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F950)

    PP=.975
    CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
    F975=(V2*X)/(V1-V1*X)
    PL595=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F975)

    PP=.995
    CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
    F995=(V2*X)/(V1-V1*X)
    PL599=YY(I,J)/(YY(I,J)+(I-YY(I,J)+1)*F995)

    V1=2*(YY(I,J)+1)
    V2=2*(I-YY(I,J))
    A=V1/2
    B=V2/2
    PP=.950
```

```
  CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
  F950=(V2*X)/(V1-V1*X)
  PU590=((YY(I,J)+1)*F950)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F950))

  PP=.975
  CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
  F975=(V2*X)/(V1-V1*X)
  PU595=((YY(I,J)+1)*F975)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F975))
  PP=.995
  CALL MDBETI(PP,A,B,X,IER)
  F995=(V2*X)/(V1-V1*X)
  PU599=((YY(I,J)+1)*F995)/((I-YY(I,J))+((YY(I,J)+1)*F995))
END IF

IF (PL590.LT.P .AND. PU590.GT.P) THEN
  CC590=1.0
ELSE
  CC590=0.0
END IF
IF (PL595.LT.P .AND. PU595.GT.P) THEN
  CC595=1.0
ELSE
  CC595=0.0
END IF
IF (PL599.LT.P .AND. PU599.GT.P) THEN
  CC599=1.0
ELSE
  CC599=0.0
END IF

CCC590=CCC590+CC590
CCC595=CCC595+CC595
CCC599=CCC599+CC599
LL590=U590-L590
LL595=U595-L595
LL599=U599-L599
```

```
      LC590=LC590+LL590
      LC595=LC595+LL595
      LC599=LC599+LL599
5     CONTINUE
C
C     COMPUTE THE AVERAGE OF CONFIDENCE LEVEL
C
      ACC190=CCC190/2000
      ACC195=CCC195/2000
      ACC199=CCC199/2000
      ACC290=CCC290/2000
      ACC295=CCC295/2000
      ACC299=CCC299/2000
      ACC390=CCC390/2000
      ACC395=CCC395/2000
      ACC399=CCC399/2000
      ACC490=CCC490/2000
      ACC495=CCC495/2000
      ACC499=CCC499/2000
      ACC590=CCC590/2000
      ACC595=CCC595/2000
      ACC599=CCC599/2000
C
C     COMPUTE THE AVERAGE OF THE LENGTH
C
      ALC190=LC190/2000
      ALC195=LC195/2000
      ALC199=LC199/2000
      ALC290=LC290/2000
      ALC295=LC295/2000
      ALC299=LC299/2000
      ALC390=LC390/2000
      ALC395=LC395/2000
      ALC399=LC399/2000
      ALC490=LC490/2000
```

```
      ALC495=LC495/2000
      ALC499=LC499/2000
      ALC590=LC590/2000
      ALC595=LC595/2000
      ALC599=LC599/2000

      WRITE(5,221) ACC190,ACC195,ACC199
      WRITE(5,222) ACC290,ACC295,ACC299
      WRITE(5,223) ACC390,ACC395,ACC399
      WRITE(5,224) ACC490,ACC495,ACC499
      WRITE(5,225) ACC590,ACC595,ACC599
      WRITE(5,101) ALC190,ALC195,ALC199
      WRITE(5,102) ALC290,ALC295,ALC299
      WRITE(5,103) ALC390,ALC395,ALC399
      WRITE(5,104) ALC490,ALC495,ALC499
      WRITE(5,105) ALC590,ALC595,ALC599

221 FORMAT(3X,'ACC190 =',F9.4,3X,'ACC195 =',F9.4,3X,'ACC199 =',F9.4)
222 FORMAT(3X,'ACC290 =',F9.4,3X,'ACC295 =',F9.4,3X,'ACC299 =',F9.4)
223 FORMAT(3X,'ACC390 =',F9.4,3X,'ACC395 =',F9.4,3X,'ACC399 =',F9.4)
224 FORMAT(3X,'ACC490 =',F9.4,3X,'ACC495 =',F9.4,3X,'ACC499 =',F9.4)
225 FORMAT(3X,'ACC590 =',F9.4,3X,'ACC595 =',F9.4,3X,'ACC599 =',F9.4)
101 FORMAT(3X,'ALC190 =',F9.4,3X,'ALC195 =',F9.4,3X,'ALC199 =',F9.4)
102 FORMAT(3X,'ALC290 =',F9.4,3X,'ALC295 =',F9.4,3X,'ALC299 =',F9.4)
103 FORMAT(3X,'ALC390 =',F9.4,3X,'ALC395 =',F9.4,3X,'ALC399 =',F9.4)
104 FORMAT(3X,'ALC490 =',F9.4,3X,'ALC495 =',F9.4,3X,'ALC499 =',F9.4)
105 FORMAT(3X,'ALC590 =',F9.4,3X,'ALC595 =',F9.4,3X,'ALC599 =',F9.4)
    END
```

```
C     ******************************************************************************************
C     *****      THE PERCENTAGE POINTS OF THE CHI-SQUARE DISTRIBUTION                      ****
C     ******************************************************************************************
C     FUNCTION PPCH12(PP,V,G)
C     ------------------------------------------------------------------------------------------
C     FUNCTIO             - THE PERCENTAGE POINTS OF THE CHI-SQUARED PROBABILITY
C                           DISTRIBUTION FUNCTION.
C     PARAMETERS PP       - INPUT : VALUES OF LOWER TAIL AREA,
C                           PP = 0.005, 0.025, 0.050, 0.950, 0.975 AND 0.995
C                V        - INPUT : DEGREES OF FREEDOM PARAMETER
C                G        - INPUT : THE NATURAL LOGARITHM OF Γ(½ν)
C     REQD.IMSL ROUTINE - GAMMLN , GAMMD
C     ------------------------------------------------------------------------------------------

      FUNCTION PPCH12(PP,V,G)
      DATA E,AA/0.5E-6,0.6931471805/
      XX=0.5*V
      C=XX-1.0

      G=GAMMLN(V/2)
C
C     STARTING APPROXIMATION FOR SMALL CHI-SQUARE
C
      IF(V.GE.-1.24*ALOG(PP)) GOTO 2
      CH=(PP*XX*EXP(G+XX*AA))**(1.0/XX)
      IF(CH-E) 5,3,3
C
C     STARTING APPROXIMATION USING WILSON AND HILFERTY ESTIMATE
C
    2 IF(PP.EQ.0.005) X=-2.576
      IF(PP.EQ.0.025) X=-1.960
      IF(PP.EQ.0.050) X=-1.282
      IF(PP.EQ.0.950) X= 1.282
      IF(PP.EQ.0.975) X= 1.960
      IF(PP.EQ.0.995) X= 2.576
```

```
      P1=0.222222/V
      CH=V*(X*SQRT(P1)+1.0-P1)**3
C
C     STARTING  APPROXIMATION  FOR  P TENDING TO 1
C
      IF(CH.GT.2.2*V+6.0)
     *   CH=-2.0*(ALOG(1.0-PP)-C*ALOG(0.5*CH)+G)
C
C     CALCULATION  OF  SEVEN  TERM  TAYLOR  SERIES
C
    3 Q=CH
      P1=0.5*CH
      P2=PP-GAMMP(XX,P1)
      T=P2*EXP(XX*AA+G+P1-C*ALOG(CH))
      B=T/CH

      A=0.5*T-B*C
      S1=(210.0+A*(140.0+A*(105.0+A*(84.0+A*(70.0+60*A)))))/420.0
      S2=(420.0+A*(735.0+A*(966.0+A*(1141.0+1278.0*A))))/2520.0
      S3=(210.0+A*(462.0+A*(707.0+932.0*A)))/2520.0
      S4=(252.0+A*(672.0+1182.0*A)+C*(294.0+A*(889.0+1740.0*A)))/5040.0
      S5=(84.0+264.0*A+C*(175.0+606.0*A))/2520.0
      S6=(120.0+C*(346.0+127.0*C))/5040.0
      CH=CH+T*(1.0+0.5*T*S1-B*C*(S1-B*(S2-B*(S3-B*(S4-B*(S5-B*S6))))))
    4 IF(ABS(Q/CH-1.0).GT.E)GOTO 3
    5 PPCH12=CH
      RETURN
      END
```

```
C     ******************************************************************************************
C     *****                INVERSE  OF  INCOMPLETE  BETA  FUNCTION  RATIO                 *****
C     ******************************************************************************************
C
C     SUBROUTINE MDBETI (PP,A,B,X,IER)
C     ------------------------------------------------------------------------------------------
C     FUNCTION                       - INVERSE  INCOMPLETE  BETA  PROBABILITY
C                                      DISTRIBUTION FUNCTION
C     PARAMETERS         PP          - INPUT : PROBABILITY IN THE EXCLUSIVE RANGE
C                        A           - INPUT : FIRST PARAMETER OF THE INCOMPLETE BETA
C                                      PDF
C                        B           - INPUT : SECOND PARAMETER OF THE INCOMPLETE BETA
C                                      PDF
C                        X           - OUTPUT : VALUE SUCH THAT THE PROBABILITY THAT
C                                      A RANDOM VARIABLE DISTRIBUTED BETA(A,B) IS LESS
C                                      THAN OR EQUAL P.
C     REQD. IMSL ROUTINES            - BETAI(X,A,B,P1)
C     ------------------------------------------------------------------------------------------

      SUBROUTINE MDBETI (PP,A,B,X,IER)
      DATA EPS,SIG/.0001,1.E-5/
      DATA ZERO,ITMAX/0.,30/
      IER = 0

      IC = 0
      AB = A/B
      XL = 0.0
      XR = 1.0
      FXL = -PP
      FXR = 1.0-PP
      IF (FXL*FXR.GT.ZERO) GOTO 25
C
C     BISECTION  METHOD
C
    5 X = (XL+XR)*0.5
      CALL  BETAI(X,A,B,P1)
```

```
      IF(IER.NE.0) GOTO 20
      FCS = P1-PP
      IF(FCS*FXL .GT. ZERO) GOTO 10
      XR = X
      FXR = FCS
      GOTO 15
   10 XL = X
      FXL = FCS
   15 XRMXL = XR-XL
      IF(XRMXL.LE.SIG.AND.ABS(FCS).LE.EPS) GOTO 9005
      IC=IC+1
      IF(IC.LE.ITMAX) GOTO 5
      IER=130
      GOTO 90
  20 IER=129
      GOTO 90
   25 IER=131
   90 CONTINUE
   90 RETURN
      END
C     ************************************************************************************************
C     *****                              BERNUOLLI   VARIABLES                              *****
C     ************************************************************************************************
      FUNCTION BER(P,IX)
      REAL P,VALUE,BER
      VALUE=RAND(IX)
      IF (VALUE.LE.P) THEN
        BER=1.0
        RETURN
      ELSE
        BER=0.0
        RETURN
      END IF
      END
```

```
C     *****************************************************************************************
C     *****                              RANDOM   VARIABLES                              *****
C     *****************************************************************************************
      FUNCTION  RAND(IX)
      REAL RAND
      IX=IX*16807
      IF (IX) 10,20,20
   10 IX=IX+2147483647+1
   20 RAND=IX
      RAND=RAND*4.656613E-10
      RETURN
      END


C     *****************************************************************************************
C     *****                           AUXILIARY   ALGORITHMS                             *****
C     *****            FROM   Press, W. H., Tuekoisky, S. A., Vetterling, W. T.,          *****
C     *****                         and Flannery, B. P. (1992)                            *****
C     *****************************************************************************************


      FUNCTION  GAMMP(P,X)
      REAL X,P,GAMMP
      REAL GAMMCF,GAMSER,GLN

      IF(X.LT.P+1.) THEN
         GAMMP=GAMSER(P,X,GLN)
      ELSE
         GAMMP=1.-GAMMCF(P,X,GLN)
      ENDIF
      RETURN
      END

      FUNCTION  GAMSER(P,X,GLN)
      INTEGER ITMAX
```

```
      REAL P,GAMSER,GLN,X,EPS
      PARAMETER(ITMAX=100,EPS=3.E-7)
      INTEGER N
      REAL AP,DEL,SUM,GAMMLN
      GLN=GAMMLN(P)
      IF(X.LE.0.) THEN
         GAMSER=0.
         RETURN
      ENDIF
      AP=P
      SUM=1./P
      DEL=SUM
      DO 11 N=1,ITMAX
      AP=AP+1.
      DEL=DEL*X/AP
      SUM=SUM+DEL
      IF(ABS(DEL).LT.ABS(SUM)*EPS) GOTO 1
   11 CONTINUE
    1 GAMSER=SUM*EXP(-X+P*LOG(X)-GLN)
      RETURN
      END


      FUNCTION   GAMMCF(P,X,GLN)
      REAL P,GAMMCF,GLN,X,EPS,FPMIN,AN,B,C,D,DEL,H,GAMMLN
      PARAMETER(ITMAX=100,EPS=3.E-7,FPMIN=1.E-30)
      GLN=GAMMLN(P)
      B=X+1.-P
      C=1./FPMIN
      D=1./B
      H=D
      DO 11 I=1,ITMAX
      AN=-I*(I-P)
      B=B+2.
      D=AN*D+B
      IF(ABS(D).LT.FPMIN)D=FPMIN
```

```
      C=B+AN/C
      IF(ABS(C).LT.FPMIN)C=FPMIN
      D=1./D
      DEL=D*C
      H=H*DEL
      IF(ABS(DEL-1.).LT.EPS) GOTO 1
11    CONTINUE
1     GAMMCF=EXP(-X+P*LOG(X)-GLN)*H
      RETURN
      END

      FUNCTION GAMMLN(XX)
      INTEGER J
      DOUBLE PRECISION SER,STP,TMP,X,Y,COF(6)
      DATA COF,STP/76.18009172947146D0,-86.50532032941677D0,24.01409824083091D0,
     * -1.231739572450155D0,.1208650973866179D-2,-.5395239384953D-5,2.5066282746310005D0/
      X=XX
      Y=X
      TMP=X+5.5D0
      TMP=(X+0.5D0)*LOG(TMP)-TMP
      SER=1.000000000190015D0
      DO 10 J=1,6
      Y=Y+1.D0

      SER=SER+COF(J)/Y
10    CONTINUE
      GAMMLN=TMP+LOG(STP*SER/X)
      RETURN
      END

      SUBROUTINE BETAI(X,A,B,P)
      REAL P,A,B,X
      REAL BT,BETACF,GAMMLN
      IF(X.LT.0.0.OR.X.GT.1.0)PAUSE'BAD ARGUMENT X IN BETAI'
      IF(X.EQ.0.0.OR.X.EQ.1.0)THEN
        BT=0.0
```

```
ELSE
  BT=EXP(GAMMLN(A+B)-GAMMLN(A)-GAMMLN(B)+A*LOG(X)+B*LOG(1.-X))
ENDIF
IF(X.LT.(A+1.)/(A+B+2.))THEN
  P=BT*BETACF(A,B,X)/A
  RETURN
ELSE
  P=1.-BT*BETACF(B,A,1.-X)/B
  RETURN
ENDIF
END

FUNCTION BETACF(A,B,X)
INTEGER MAXIT
REAL BETACF,A,B,X,EPS,FPMIN
PARAMETER(MAXIT=100,EPS=3.E-7,FPMIN=1.E-30)
INTEGER M,M2
REAL AA,C,D,DEL,H,QAB,QAM,QAP
QAB=A+B
QAP=A+1.
QAM=A-1.
C=1.
D=1.-QAB*X/QAP
IF(ABS(D).LT.FPMIN) D=FPMIN

D=1./D
H=D
DO 20 M=1,MAXIT
    M2=2*M
    AA=M*(B-M)*X/((QAM+M2)*(A+M2))
    D=1.+AA*D

  IF(ABS(D).LT.FPMIN) D=FPMIN
    C=1.+AA/C
   IF(ABS(C).LT.FPMIN) C=FPMIN
```

```
        D=1./D
        H=H*D*C
        AA=-(A+M)*(QAB+M)*X/((A+M2)*(QAP+M2))
        D=1.+AA*D
        IF(ABS(D).LT.FPMIN) D=FPMIN
        C=1.+AA/C
        IF(ABS(C).LT.FPMIN) C=FPMIN
        D=1./D
        DEL=D*C
        H=H*DEL
        IF(ABS(DEL-1.).LT.EPS) GOTO 1
20 CONTINUE
   PAUSE 'A OR B TOO BIG,OR MAXIT TOO SMALL IN BETACF'
1  BETACF=H
   RETURN
   END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสงขลา สำเภาเงิน เกิดเมื่อวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2516 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2536 ได้เข้ารับราชการในตำแหน่งนักสถิติ สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี และศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540