บรรณานุกรม

หนังสือและเอกสารต่าง ๆ

ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์. The Scientific Subroutine Package. กรุงเทพ : สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1980.

ทองสุข สายแสงทอง. "ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ปรากฏและลักษณะการกระจายของของสถิติทดสอบเอช ของ คราสคัล–แวลิส ที่ไม่ใช่ค่าแก้เมื่อมีการซ้ำของค่าสังเกตในระดับที่แตกต่างกัน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

วิไลพร ธรรมเนียมอินทร์. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าไคสแควร์ จากการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีมีค่าต่ำสุด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

สำนวน มณีเรือง. "การศึกษาเรื่องการทดสอบไคสแควร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

Books

Banks, J and Carson,II John S. Discrete System Simulation. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1984.

Bradley, James V. Distribution-Free Statistical Test. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1968.

Conover, W.J. Practical Nonparametric Statistics.New York: John Wiley and Sons Inc., 1971.

Cramer, Harald. Mathematical Methods of Statistics. Princeton New Jersey: Princeton University Press, 1946.

Fisher, R.A. Statistical Method for Research Workers. 6th ed. Edinburgh: Oliver and Boyd., 1936.

Forsythe, G.E.; Malcolm,M.A. and Moler,C.B. Computer Methods For Mathematical Computations. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1977.

Gibbons, Dickinson J. Nonparametric Methods for Quantitative Analysis. New York: Holt, Rinchart and Winston Inc., 1976.

Hoel,P.G. Introduction to Mathematical Statistics. New York : John Wiley & Sons Inc., 1947.

Kendall,M.G. The Advanced Theory of Statistics. 1 vols 5th ed. London: Charles Griffin & Company Ltd., 1952.

______. The Advanced Theory of Statistics. 2 vols. 5th ed. London; Charles Griffin & Company Ltd., 1952.

______., and Stuart Alan. The Advanced Theory of Statistics 3 vols. 2nd ed. London : Charles Griffin & Company Ltd., 1967.

Marascuilo,L.A.and Mcsweeney,Maryellen. Nonparametric and Distribution -Free Methods for the Social Sciences. California : Brooks/Cole Publishing Company, 1977.

McNemar, Q. Psychological Statistics. 2nd ed. New York : John Wiley & Sons., 1955.

Mihram,G.A, Simulation Statistical Foundation and Methodology. New York : Academic Press Inc., 1972.

Pearson,E.S., and Hartley,H.O. Biometrika Tables for Statisticians. 2 vols.3th ed. University Printing House,Cambridge, 1966.

Siegel, Sidney. Naonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York : McGraw-Hill Book Company Inc., 1956.

Smith, J. Computer Simulation Models. London : Charles Griffin & Company Ltd., 1968.

Yamane, Taro. Statistics An Introductory Analysis. 3rd ed. New York : Harper & Row, Publishers., 1973.

Yule, G.U., and Kendall, M.G. An Introduction to the Theory of Statistics. 14th ed. London : Charles Griffin & Company Ltd., 1950.

Articles

Agrest, Alan and Wackerly, Dennis. "Some Exact Conditional Test of Independence for r $\neq$ c Cross-Classification Tables." Psychometrika 42(1977) : 111-125.

Barnard, G.A. "Significance Test for 2 $\neq$ 2 Tables." Biometrika 34 (1947 a) : 213-238.

Cochran, W.G. "The Chi-Square Test of Goodness of Fit." Anals of Mathematical Statistics 23 (September 1952) : 315-345.

_______. "Some Methods for Strengthening the Common X^2test." Biometrics 10 (December 1954) : 417-451.

Edwards, A.L. On "The Use and Misuse of the Chi-Square Test-The Case of the 2 $\neq$ 2 Coutingency Table." Psychological Bulletin 47 (1950) : 341-346.

Grizzle, James E. "Continuity Correction in the X^2-test for 2 $\neq$ 2 Tables." The American Statistician 21 (October 1967) : 28-32.

Kurtz, Thomas E. "A Role of Time-Sharing Computing in Statistical Research, "The American Statistican 22 (December 1968) : 19-21.

Lewis, D. and Burke, C.J. "The Use and Misuse of the Chi-Square Test." Psychological Bulletin 46 (1949) : 433-489.

Lewontin, R.C. and Felsenstein, J. "The Robustness of Homogeneity Test in 2 ≠ n Tables." Biometrics 21 (March 1965) : 19-23.

Mantel, Nathan and Greenhouse, Samuel W. "What is the Continuity Correction." The American Statistician 22 (December 1968) : 27-30.

March. "Acuracy of the Chi-Square Approximation for 2 ≠ 3 Contingence, Tables with Small Expectations." Unpublished Doctoral disserlation, Lehigh University, 1970.

Pastore, N, "Some Cornment on the Use and Misuse of The Chi-Square Test." Psychological Bulletin 47 (1950) : 331-337.

Pearson, E.S., "The Choice of Statistical Test Illustrated on the Interpretation of Data Classed in a 2 ≠ 2 Table." Biometrika 34 (January 1947) : 139-167.

Plackett, R.L. "The Continuity Correction in 2 ≠ 2 Tables." Biometrika 51 (December 1964) : 327-337.

Ramsey, Philip H. "Exact Type I Error Rates for Robustness of Student 's t-test with Unequal Variances." Journal of Educational Statistics 5 (Winter 1980) : 337-349.

Roscoe, J.T. and Bayers, J.A. " An Investigation of the Restraints with Respect to Sample Size Commonly Imposed on the Use of the Chi-Square Statistic." Journal of the American Statistical Association 66 (December 1971) 755-759.

Stalker, M.J. "Comparative Validity of Chi-Square and the Modified Chi-Square Goodness of . Fit Test for Small but Equal Expected Frequencies." Biometrika 53 (December 1966) : 619-623.

Starmer, C.Frank, Grizzle, Jame E. and Sen, P.K. Comment "Some Reasons for Not Using the Yates Continuity Correction on 2 ≠ 2 Contingency Tables." Journal of the American Statistical Association 69 (June 1974) : 374-382.

Stevens, S.S. "On the Theory of Scales of Measurement ." Science 103 (1946) : 667-680.

Tocher, K.D. "Extension of the Neyman-Pearson Theory of Tests to Discontinuous Variates." Biometrika 37 (1950) : 130-144.

Williams, C.A., Jr. "On the Choice of the Number and Width of Classes for the Chi-Square test for Goodness of Fit." Journal of the American Statistical Association 45 (1950) : 77-86.

Yarnold, J.K. "The Minimum Expectation in X^2 Goodness of Fit Test and the Accuracy of Approximation for the Null Distribution." Journal of the American Statistical Association 65 (June 1970) : 864-886.

Yates, F. "Contingency Tables Involving Small Numbers and the X^2 Test." Journal of the Royal Statistical Society 1 (1934) : 217-235.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

<u>การคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ</u>

วิธีคำนวณเกณฑ์ในการตัดสินอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ (nominate) ซึ่งสามารถคำนวณจากช่วงความเชื่อมั่นของ p เมื่อ p หมายถึงโอกาสที่เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนี้

$$\hat{p} - z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \leq p \leq \hat{p} + z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

เมื่อ $\alpha = .05$ หรือ $\hat{p} = .05$, $\hat{q} = 1 - \hat{p} = .95$, $n = 1000$ และ $z_{\alpha/2} = 1.96$ ดังนั้น

$$.05 - 1.96\sqrt{\frac{(.05)\ (.95)}{1000}} \leq p \leq .05 + 1.96\sqrt{\frac{(.05)\ (.95)}{1000}}$$

$$.0364917 \leq p \leq .0635083$$

เมื่อ $\alpha = .01$ หรือ $\hat{p} = .01$, $\hat{q} = 1 - \hat{p} = .99$, $n = 1000$ และ $z_{\alpha/2} = 2.576$ ดังนั้น

$$.01 - 2.576\sqrt{\frac{(.01)\ (.99)}{1000}} \leq p \leq .01 + 2.576\sqrt{\frac{(.01)\ (.99)}{1000}}$$

$$.0081051 \leq p \leq .181051$$

สรุปช่วงความเชื่อมั่นสำหรับ $p = .05$ คือ $0.36 \leq p \leq 0.64$

$p = .01$ คือ $0.008 \leq p \leq 0.018$

สำหรับเกณฑ์ของโคแครน กำหนดช่วงความเชื่อมั่นไว้ดังนี้

$p = .05$ คือ $.040 \leq p \leq .060$

$p = .01$ คือ $.007 \leq p \leq .015$

เกณฑ์ของโคแครนมีช่วงที่สั้นกว่าช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้เกณฑ์ของโคแครน สำหรับตัดสินการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองกับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

<u>การทดสอบลักษณะการแจกแจงค่าสถิติทดสอบไคสแควร์เปรียบเทียบกับการแจกแจงตามทฤษฎี</u>

การเปรียบเทียบการแจกแจงค่าสถิติทดสอบไคสแควร์กับการแจกแจงตามทฤษฎี ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบสารูปสนิทดไคสแควร์ (Chi-Square Test of Goodness of Fit) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(Oi - Ei)^2}{Ei} \; ; \; \nu = k - 1$$

เมื่อ Oi หมายถึง ค่าความถี่ที่สังเกตได้ แต่ละชั้นของข้อมูล

Ei หมายถึง ค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้นของข้อมูล

k หมายถึง จำนวนชั้นของข้อมูล

ν หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

<u>วิธีการคำนวณ</u>

1. กำหนดความกว้างของช่วงและจำนวนชั้นของความถี่ ให้เหมาะกับขนาดของข้อมูลและบันทึกความถี่ที่สังเกตได้ลงในแต่ละชั้นของข้อมูล

2. คำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้นจากสูตร

$$Ei = npi$$

เมื่อ pi หมายถึง ความน่าจะเป็นของการแจกแจง

n หมายถึง จำนวนข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง จำนวนครั้งในการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4,000

3. คำนวณหาค่าไคสแควร์

4. การทดสอบนัยสำคัญของค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ โดยเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ที่ได้จากตารางไคสแควร์ ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ k = 1 ณ ระดับ α = .05 และ .01

<u>การหาค่าสถิติทดสอบไคสแควร์สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร</u>

การหาค่าสถิติทดสอบไคสแควร์สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร (Chi-Square Test of Homogeneity of Proportion) ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$X^2 = \sum_{j=1}^{c} \sum_{i-1}^{r} \frac{(Oij - Eij)}{Eij} \quad ; df = (c-1)\ (r-1)$$

เมื่อ Oij หมายถึง ความถี่ที่สังเกตได้ในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

Eij หมายถึง ความถี่ที่คาดหวังในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

r หมายถึง จำนวนแถว

e หมายถึง จำนวนสดมภ์

df หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

<u>วิธีการคำนวณ</u>

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสร้างข้อมูลในลักษณะตารางการณ์จรขนาด ข้อมูลที่โปรแกรมสร้างขึ้นมาจะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้

2. คำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละเซลล์ได้จากสูตร

$$Eij = \frac{Ri\ Ci}{n}$$

เมื่อ Ri หมายถึง ความถี่รวมในแถวที่

cj หมายถึง ความถี่รวมในสดมภ์ที่

n หมายถึง ความถี่รวมทั้งหมด

3. คำนวณหาค่าไคสแควร์

4. การทดสอบนัยสำคัญค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ โดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ที่ได้จากตารางไคสแควร์ ที่ชั้นความเป็นอิสระเท่ากับ (r − 1) (c − 1) ที่ระดับ $\alpha = .05$

ภาคผนวก ข

การพิสูจน์ $z^2 = \chi^2$ (1)

ถ้าตัวแปรเชิงสุ่ม x เป็น $N(u, \sigma^2)$; $\sigma^2 > 0$ แล้ว ตัวแปรเชิงสุ่ม

$V = \dfrac{(x-u)^2}{\sigma^2}$ จะเป็น $\chi^2(1)$

$v = w^2$ เมื่อ $w = \dfrac{x-u}{\sigma}$ เป็น N (0,1)

$$G(v) = P(V \leq v)$$

$$= P(w^2 \leq v)$$

ถอด $\sqrt{\ }$ $$= P(-\sqrt{v} < w < \sqrt{v})$$

$$= \int_{-\sqrt{v}}^{\sqrt{v}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-w^2/2} dw$$

$$= 2\int_{0}^{\sqrt{v}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-w^2/2} dw$$

จาก $w = \sqrt{v} \Rightarrow y = w^2$ ฉะนั้นเราใช้ limit เป็น v

ให้ $y = w^2 \Rightarrow w = \sqrt{y}$

$$dw = \frac{1}{2} y^{-1/2} dy$$

$$= 2\int_{0}^{\sqrt{v}} \frac{e^{-y/2}}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{2} y^{-1/2} dy$$

$$= \int_{0}^{\sqrt{v}} \frac{y^{-1/2} e^{-y/2}}{\sqrt{\pi}\sqrt{2}} dy$$

$$= \int_{0}^{\sqrt{v}} \frac{1}{\Gamma(1/2)\, 2^{1/2}} y^{-1/2} e^{-y/2} dy \qquad [\sqrt{\pi} = \Gamma(1/2)]$$

$$G(v) = \frac{1}{\sqrt{1/2}\; 2^{1/2}} v^{-1/2} e^{-v/2}$$

ถ้าเป็น Chi-Square

$$G(v) = \frac{1}{\sqrt{r/2}\; 2^{r/2}} X^{r/2-1} e^{-x/2}$$ เป็น P.d.f ของ X^2

$$\therefore \quad X^2(1) = \frac{1}{\sqrt{1/2}\; 2^{1/2}} X^{1/2-1}\, e^{-x/2} \quad ; r = 1$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1/2}\; 2^{1/2}} X^{-1/2}\, e^{-x/2}$$

ดังนั้น $Z^2 = \left(\frac{X - u}{\sigma}\right)^2 = X^2\ (1)$

การเปลี่ยนรูปฟังชั่นแบบจาโคเบียน (Jacobian Transformation)

การเปลี่ยนตัวแปร X และ Y อยู่ในรูปโพล่าร์โคออร์ดิเนท มีสูตรดังนี้

$$X = r\cos\theta \qquad (1)$$

$$Y = r\sin\theta \qquad (2)$$

จาก (1) $dX = -r\sin\theta\, d\theta + \cos\theta\, dr$

และ (2) $dY = r\cos\theta\, d\theta + \sin\theta\, dr$

ดังนั้นถ้าเป็นสมการ $X = f(u, v)$, $Y = f(u, v)$

จะเปลี่ยน XY โคออร์ดิเนท ไป เป็น uv โคออร์ดิเนท ก็คือ

$$\iint_A \phi(X,Y)\, dXdY = \iint_G \phi\left[f(u,v), g(u,v)\right] \frac{\partial(X,Y)}{\partial(u,v)}\, dudv \qquad (3)$$

ค่า $\partial(X,Y)/\partial(u,v)$ เรียกว่า Jacobian Transformation ซึ่งนิยามโดย ดีเทอร์มิแนนท์ (Determinant)

$$\frac{\partial(X, Y)}{\partial(u, v)} = \begin{vmatrix} \dfrac{\partial X}{\partial u} & \dfrac{\partial X}{\partial v} \\[2ex] \dfrac{\partial Y}{\partial u} & \dfrac{\partial Y}{\partial v} \end{vmatrix}$$

ดังนั้นในกรณีที่เป็นโพล่าร์โคออร์ดิเนท (Polar Coordinates)

$$\frac{\partial(X,Y)}{\partial(r,\theta)} = \begin{vmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & r\cos\theta \end{vmatrix} = r(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = r$$

จาก (3)

$$\iint \phi(X,Y)\, dXdy = \iint \phi(r\cos\theta, r\sin\theta)\, rdrd\theta$$

การแจกแจงแบบมัลติโนเมียล (Multinomial Distribution)

การแจกแจงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ 2 อย่าง เรียกว่า การแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution) แต่ถ้ามีเหตุการณ์เกิดขึ้นมากกว่า 2 อย่างเรียกว่าการแจกแจงแบบมัลติโนเมียล (Multinomial Distribution) ซึ่งเป็นไปตามกฎต่อไปนี้

1. การทดลองประกอบด้วย n ครั้งที่คล้ายคลึงกัน
2. ผลของการทดลองแต่ละการทดลองอยู่ใน 1 ช่องของ k ช่องหรือจำนวนชั้น
3. ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ปรากฏในการทดลองครั้งหนึ่ง ที่อยู่ในแต่ละช่องของ i คือ p_i (i=1, 2,--,k) และเป็นอย่างเดียวกันทุก ๆ การทดลอง นั่นคือ

$$p_1 + p_2 + - - - + p_k = 1$$

4. แต่ละการทดลองเป็นอิสระต่อกัน
5. จำนวนการทดลอง n_i (i=1, 2,---,k) ปรากฏผลในช่อง i และ $n_1 + n_2 + --- + n_k = n$

พิจารณาจำนวนชั้น k ชั้น ที่เป็นอิสระต่อกันมีความน่าจะเป็นในแต่ละชั้นเป็น $p_1, p_2 --, p_k$ ถ้ามีสิ่งที่สังเกตได้ n สิ่งที่ได้มาอย่างสุ่มและเป็นอิสระต่อกันแล้ว ความน่าจะเป็นที่ n_1 จะอยู่ในช่อง 1, n_2 ในช่อง 2 จนถึง n_k ในช่อง k ที่ $n_1 + n_2 + --+ n_k = n$ กำหนดโดย

$$\frac{n!}{n_1!\, n_2! --- n_k!} \quad (p_1)^{n_1} \; (p_2)^{n_2} ---- (p_k)^{n_k}$$

โปรแกรม A

```
C  ************************************************************************
C  *                                                                      *
C  * THE COMPUTER PROGRAM, USED IN THIS STUDY IS WRITTEN IN FORTRAN 77.   *
C  * IT IS DESIGNED TO COMPUTE THE ACTUAL TYPE I ERROR AND TO FIND THE    *
C  * DISTRIBUTION OF CHI-SQUARE TEST OF HOMOGENEITY OF PROPORTION OF 2    *
C  * POPULATIONS WHEN THE EXPECTED FREQUENCIES EQUAL TO 1,2,3,4 AND 5.    *
C  * THIS PROGRAM USED N1=10,N2=10 AND P=.10 TO SIMULATE MODEL            *
C  *                                                                      *
C  ************************************************************************
C
C
C                DESCRIPTION OF IMPORTANT VARIABLES :
C
C                A(34) : VARIABLES FOR RECIEVED OBSERVED FREQUENCIES.
C                B(34) : VARIABLES FOR RECIEVED PROBABILITY DISTRIBUTION
C                        THAT CLASSIFIED INTO 45 CLASSES FOR TEST OF
C                        GOODNESS OF FIT.
C                C(34) : VARIABLES FOR RECIEVED EXPECTED FREQUENCIES
C                        THAT COMPUTE FROM C(I)=B(I)*NL
C
C  ----------------------------------------------------------------
C
      DIMENSION RAN(100),CHI(4000),A(34),B(34),C(34)
      COMMON IA
      DATA B/.09515,.08611,.07791,.07055,.06379,.05772,.05222,.04726,
     *.04276,.03869,.03501,.03168,.02866,.02593,.02347,.02123,.01922,
     *.01738,.01573,.01423,.01288,.01166,.01054,.00954,.00864,.00781,
     *.00706,.00640,.00579,.00523,.00474,.00429,.00388,.00351,.00317,
     *.00288,.00260,.00235,.00213,.00192,.00175,.00157,.00143,.00129,
     *.01223/
      IA=65539
      CHI05=0.
      CHI01=0.
      CHIQ=0.
      NL=4000
      N1=10
      N2=10
      N=N1+N2
      O11 = 0.
      O12 = 0.
      O21 = 0.
      O22 = 0.
      DO 1 I=1,100
    1 RAN(I)=0.
      DO 2 I=1,4000
    2 CHI(I)=0.
      DO 3 I=1,34
    3 A(I)=0.
      DO 4 I=1,34
    4 C(I)=B(I)*NL
      DO 100 I=1,NL
C  -------------------------------------------------------
C     ** TO FIND OBSERVED FREQUENCIES O11 AND O12 **
C  -------------------------------------------------------
      DO 10 J1=1,N1
      CALL RANDOM(IA,IY,RN)
      RAN(J1)=10*RN
      IF(RAN(J1).GT.1) GO TO 11
      O11=O11+1.
      GO TO 10
   11 O12=O12+1.
   10 CONTINUE
```

```
C  ------------------------------------------------------------
C       ** TO FIND OBSERVED FREQUENCIES O21 AND O22 **
C  ------------------------------------------------------------
        DO 20 J2=1,N2
        CALL RANDUM(IA,IY,RN)
        RAN(J2)=10*RN
        IF(RAN(J2).GT.1) GO TO 21
        O21=O21+1.
        GO TO 20
   21   O22=O22+1.
   20   CONTINUE
        V1 = O11+O21
        V2 = O12+O22
        Q=V1*V2*N1*N2
        IF(Q.GT.0.) GO TO 22
        CHI(I)=0.
        GO TO 201
C  ----------------------------------------------
C       **  TO COMPUTE CHI-SQUARE TEST  **
C  ----------------------------------------------
   22   T=N*(O11*O22-O12*O21)**2/Q
        CHI(I)=T
C  --------------------------------------------------------------------
C       **  TO CLASSIFIED CHI-SQUARE VALUE INTO 34 CLASSES   **
C  --------------------------------------------------------------------
        IF(CHI(I).LT.0.2) GO TO 201
        IF(CHI(I).LT.0.4) GO TO 202
        IF(CHI(I).LT.0.6) GO TO 203
        IF(CHI(I).LT.0.8) GO TO 204
        IF(CHI(I).LT.1.0) GO TO 205
        IF(CHI(I).LT.1.2) GO TO 206
        IF(CHI(I).LT.1.4) GO TO 207
        IF(CHI(I).LT.1.6) GO TO 208
        IF(CHI(I).LT.1.8) GO TO 209
        IF(CHI(I).LT.2.0) GO TO 210
        IF(CHI(I).LT.2.2) GO TO 211
        IF(CHI(I).LT.2.4) GO TO 212
        IF(CHI(I).LT.2.6) GO TO 213
        IF(CHI(I).LT.2.8) GO TO 214
        IF(CHI(I).LT.3.0) GO TO 215
        IF(CHI(I).LT.3.2) GO TO 216
        IF(CHI(I).LT.3.4) GO TO 217
        IF(CHI(I).LT.3.6) GO TO 218
        IF(CHI(I).LT.3.8) GO TO 219
C  ---------------------------------------------------------------------
C       TO COUNTS NUMBER OF SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST AT P<.05
C  ---------------------------------------------------------------------
        IF(CHI(I).LT.3.8416) GO TO 220
        CHI05=CHI05+1.
C  ---------------------------------------------------------------------
        IF(CHI(I).LT.4.0) GO TO 220
        IF(CHI(I).LT.4.2) GO TO 221
        IF(CHI(I).LT.4.4) GO TO 222
        IF(CHI(I).LT.4.6) GO TO 223
        IF(CHI(I).LT.4.8) GO TO 224
        IF(CHI(I).LT.5.0) GO TO 225
        IF(CHI(I).LT.5.2) GO TO 226
        IF(CHI(I).LT.5.4) GO TO 227
        IF(CHI(I).LT.5.6) GO TO 228
        IF(CHI(I).LT.5.8) GO TO 229
        IF(CHI(I).LT.6.0) GO TO 230
        IF(CHI(I).LT.6.2) GO TO 231
        IF(CHI(I).LT.6.4) GO TO 232
        IF(CHI(I).LT.6.6) GO TO 233
C  ---------------------------------------------------------------------
C       TO COUNTS NUMBER OF SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST AT P<.01
C  ---------------------------------------------------------------------
        IF(CHI(I).LT.6.6349) GO TO 234
        CHI01=CHI01+1.
C  ---------------------------------------------------------------------
```

```
      A(34)=A(34)+1.
      GO TO 65
  201 A(1)=A(1)+1.
      GO TO 65
  202 A(2)=A(2)+1.
      GO TO 65
  203 A(3)=A(3)+1.
      GO TO 65
  204 A(4)=A(4)+1.
      GO TO 65
  205 A(5)=A(5)+1.
      GO TO 65
  206 A(6)=A(6)+1.
      GO TO 65
  207 A(7)=A(7)+1.
      GO TO 65
  208 A(8)=A(8)+1.
      GO TO 65
  209 A(9)=A(9)+1.
      GO TO 65
  210 A(10)=A(10)+1.
      GO TO 65
  211 A(11)=A(11)+1.
      GO TO 65
  212 A(12)=A(12)+1.
      GO TO 65
  213 A(13)=A(13)+1.
      GO TO 65
  214 A(14)=A(14)+1.
      GO TO 65
  215 A(15)=A(15)+1.
      GO TO 65
  216 A(16)=A(16)+1.
      GO TO 65
  217 A(17)=A(17)+1.
      GO TO 65
  218 A(18)=A(18)+1.
      GO TO 65
  219 A(19)=A(19)+1.
      GO TO 65
  220 A(20)=A(20)+1.
      GO TO 65
  221 A(21)=A(21)+1.
      GO TO 65
  222 A(22)=A(22)+1.
      GO TO 65
  223 A(23)=A(23)+1.
      GO TO 65
  224 A(24)=A(24)+1.
      GO TO 65
  225 A(25)=A(25)+1.
      GO TO 65
  226 A(26)=A(25)+1.
      GO TO 65
  227 A(27)=A(27)+1.
      GO TO 65
  228 A(28)=A(28)+1.
      GO TO 65
  229 A(29)=A(29)+1.
      GO TO 65
  230 A(30)=A(30)+1.
      GO TO 65
  231 A(31)=A(31)+1.
      GO TO 65
  232 A(32)=A(32)+1.
      GO TO 65
  233 A(33)=A(33)+1.
   65 DO 40 JM=1,3
      DO 40 JN=1,2
   40 D(JM,JN)=0.
  100 CONTINUE
```

```
C ------------------------------------------------------------------
C       TO COMPUTE ACTUAL TYPE I ERROR AT P<.05 AND P<.01
C ------------------------------------------------------------------
      X=CHI05/N_
      Y=CHI01/N_
C ------------------------------------------------------------------
      WRITE(6,50)
   50 FORMAT(20X,'TYPE I ERROR COMPUTED BY SIMULATION METHOD'/)
      WRITE(6,60)
   60 FORMAT(25X,'CHI05',20X,'CHI01'//)
      WRITE(6,70)X,Y
   70 FORMAT(20X,F7.4,20X,F7.4//)
      WRITE(6,80)
   80 FORMAT(15X,'THE CHI-SQUARE DISTRIBUTION OF 2 DEGREE OF FREEDOM'//)
      WRITE(6,90)(A(I),I=1,34)
   90 FORMAT(5X,5F12.5/)
      WRITE(6,91)(C(I),I=1,34)
   91 FORMAT(//5X,5F12.5)
C ------------------------------------------------------------------
C       TO COMPUTE CHI- SQUARE TEST OF GOODNESS OF FIT
C ------------------------------------------------------------------
      DO 92 I=1,34
      CHIQ=CHIQ+((A(I)-C(I))**2)/C(I)
   92 CONTINUE
C ------------------------------------------------------------------
      WRITE(6,105)CHIQ
  105 FORMAT(/20X,'CHIQ =',F12.5)
      WRITE(6,93)
   93 FORMAT(//33X,'TEST OF SIGNIFICANT')
C ------------------------------------------------------------------
C       TEST SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST OF GOODNESS OF FIT
C ------------------------------------------------------------------
      G=48.64
      IF(CHIQ.GT.G) GO TO 95
      WRITE(6,94)
   94 FORMAT(/35X,'NOT SIGNIFICANCE')
      GO TO 97
   95 WRITE(6,96)
   96 FORMAT(/35X,'P<.05')
   97 STOP
      END
C ----------------------------------
C     **  SUBROUTINE RANDOM  **
C ----------------------------------
      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
      COMMON IA
      IY=IX*65539
      IF(IY)5,6,6
    5 IY=IY+2147483647+1
    6 RN=IY
      IX=IY
      IA=IX
      RN=RN*.4656613E-9
      RETURN
      END
```

โปรแกรม B

```
C   ****************************************************************
C   *                                                              *
C   * THE COMPUTER PROGRAM, USED IN THIS STUDY IS WRITTEN IN FORTRAN 77.*
C   * IT IS DESIGNED TO COMPUTE THE ACTUAL TYPE I ERROR AND TO FIND THE *
C   * DISTRIBUTION OF CHI-SQUARE TEST OF HOMOGENEITY OF PROPORTION OF 3 *
C   * POPULATIONS WHEN THE EXPECTED FREQUENCIES EQUAL TO 1,2,3,4 AND 5. *
C   * THIS PROGRAM USED N1=10,N2=10,N3=10 AND P=.10 TO SIMULATE MODEL   *
C   *                                                              *
C   ****************************************************************
C
C
C                DESCRIPTION OF IMPORTANT VARIABLES :
C
C             A(45) : VARIABLES FOR RECIEVED OBSERVED FREQUENCIES.
C             B(45) : VARIABLES FOR RECIEVED PROBABILITY DISTRIBUTION
C                     THAT CLASSIFIED INTO 45 CLASSES FOR TEST OF
C                     GOODNESS OF FIT.
C             C(45) : VARIABLES FOR RECIEVED EXPECTED FREQUENCIES
C                     THAT COMPUTE FROM C(I)=B(I)*NL
C
C   -----------------------------------------------------------------
C
      DIMENSION O(5,5),E(5,5), RAN(100),CHI(4000),A(45),B(45),C(45)
      COMMON IA
      DATA B/.09515,.08611,.07791,.07050,.06379,.05772,.05222,.04726,
     *.04276,.03869,.03501,.03168,.02866,.02593,.02347,.02123,.01922,
     *.01738,.01573,.01423,.01288,.01166,.01054,.00954,.00864,.00781,
     *.00706,.00640,.00579,.00523,.00474,.00429,.00388,.00351,.00317,
     *.00288,.00260,.00235,.00213,.00192,.00175,.00157,.00143,.00129,
     *.01223/
      IA=65539
      CHI05=0.
      CHI01=0.
      CHIQ=0.
      NL=4000
      N1=10
      N2=10
      N3=10
      N=N1+N2+N3
      DO 1 I=1,3
      DO 1 J=1,2
      O(I,J)=0.
    1 E(I,J)=0.
      DO 2 I=1,100
    2 RAN(I)=0.
      DO 3 I=1,4000
    3 CHI(I)=0.
      DO 4 I=1,45
    4 A(I)=0.
      DO 5 I=1,45
    5 C(I)=B(I)*NL
      DO 100 I=1,NL
C   -------------------------------------------------------
C    ** TO FIND OBSERVED FREQUENCIES O(1,1) AND O(1,2) **
C   -------------------------------------------------------
      DO 10 J1=1,N1
      CALL RANDOM(IA,IY,RN)
      RAN(J1)=10*RN
      IF(RAN(J1).GT.1) GO TO 11
      O(1,1)=O(1,1)+1.
      GO TO 10
   11 O(1,2)=O(1,2)+1.
   10 CONTINUE
```

```
C     -------------------------------------------------------------
C        ** TO FIND OBSERVED FREQUENCIES O(2,1) AND O(2,2) **
C     -------------------------------------------------------------
         DO 20 J2=1,N2
         CALL RANDUM(IA,IY,RN)
         RAN(J2)=10*RN
         IF(RAN(J2).GT.1) GO TO 21
         O(2,1)=O(2,1)+1.
         GO TO 20
   21 O(2,2)=O(2,2)+1.
   20 CONTINUE
C     -------------------------------------------------------------
C        ** TO FIND OBSERVED FREQUENCIES O(3,1) AND O(3,2) **
C     -------------------------------------------------------------
         DO 30 J3=1,N3
         CALL RANDUM(IA,IY,RN)
         RAN(J3)=10*RN
         IF(RAN(J3).GT.1) GO TO 31
         O(3,1)=O(3,1)+1.
         GO TO 30
   31 O(3,2)=O(3,2)+1.
   30 CONTINUE
C     ---------------------------------------------
C       ** TO COMPUTE EXPECTED FREQUENCIES **
C     ---------------------------------------------
         V1 = O(1,1)+O(2,1)+O(3,1)
         V2 = O(1,2)+O(2,2)+O(3,2)
         E(1,1)=N1*V1/N
         E(2,1)=N2*V1/N
         E(3,1)=N3*V1/N
         E(1,2)=N1*V2/N
         E(2,2)=N2*V2/N
         E(3,2)=N3*V2/N
         Q=V1*V2*N1*N2*N3
         IF(Q.GT.0.) GO TO 22
         CHI(I)=0.
         GO TO 201
C     -----------------------------------------------------------------
C           ***  TO COMPUTE CHI-SQUARE TEST  ***
C     -----------------------------------------------------------------
   22 DO 40 K1=1,3
         DO 40 K2=1,2
   40 T=(O(K1,K2)-E(K1,K2)**2)/E(K1,K2)
         CHI(I)=T
C     -----------------------------------------------------------------
C           ***  TO CLASSIFIED CHI-SQUARE VALUE INTO 45 CLASSES  ***
C     -----------------------------------------------------------------
         IF(CHI(I).LT.0.2) GO TO 201
         IF(CHI(I).LT.0.4) GO TO 202
         IF(CHI(I).LT.0.6) GO TO 203
         IF(CHI(I).LT.0.8) GO TO 204
         IF(CHI(I).LT.1.0) GO TO 205
         IF(CHI(I).LT.1.2) GO TO 206
         IF(CHI(I).LT.1.4) GO TO 207
         IF(CHI(I).LT.1.6) GO TO 208
         IF(CHI(I).LT.1.8) GO TO 209
         IF(CHI(I).LT.2.0) GO TO 210
         IF(CHI(I).LT.2.2) GO TO 211
         IF(CHI(I).LT.2.4) GO TO 212
         IF(CHI(I).LT.2.6) GO TO 213
         IF(CHI(I).LT.2.8) GO TO 214
         IF(CHI(I).LT.3.0) GO TO 215
         IF(CHI(I).LT.3.2) GO TO 216
         IF(CHI(I).LT.3.4) GO TO 217
         IF(CHI(I).LT.3.6) GO TO 218
         IF(CHI(I).LT.3.8) GO TO 219
         IF(CHI(I).LT.4.0) GO TO 220
         IF(CHI(I).LT.4.2) GO TO 221
         IF(CHI(I).LT.4.4) GO TO 222
```

```
      IF(CHI(I).LT.4.6) GO TO 223
      IF(CHI(I).LT.4.8) GO TO 224
      IF(CHI(I).LT.5.0) GO TO 225
      IF(CHI(I).LT.5.2) GO TO 226
      IF(CHI(I).LT.5.4) GO TO 227
      IF(CHI(I).LT.5.6) GO TO 228
      IF(CHI(I).LT.5.8) GO TO 229
C     ------------------------------------------------------------------
C       TO COUNTS NUMBER OF SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST AT P<.05
C     ------------------------------------------------------------------
      IF(CHI(I).LT.5.991) GO TO 230
      CHI05=CHI05+1.
C     ------------------------------------------------------------------
      IF(CHI(I).LT.6.0) GO TO 230
      IF(CHI(I).LT.6.2) GO TO 231
      IF(CHI(I).LT.6.4) GO TO 232
      IF(CHI(I).LT.6.6) GO TO 233
      IF(CHI(I).LT.6.8) GO TO 234
      IF(CHI(I).LT.7.0) GO TO 235
      IF(CHI(I).LT.7.2) GO TO 236
      IF(CHI(I).LT.7.4) GO TO 237
      IF(CHI(I).LT.7.6) GO TO 238
      IF(CHI(I).LT.7.8) GO TO 239
      IF(CHI(I).LT.8.0) GO TO 240
      IF(CHI(I).LT.8.2) GO TO 241
      IF(CHI(I).LT.8.4) GO TO 242
      IF(CHI(I).LT.8.6) GO TO 243
      IF(CHI(I).LT.8.8) GO TO 244
C     ------------------------------------------------------------------
C       TO COUNTS NUMBER OF SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST AT P<.01
C     ------------------------------------------------------------------
      IF(CHI(I).LT.9.21) GO TO 245
      CHI01=CHI01+1.
C     ------------------------------------------------------------------
  245 A(45)=A(45)+1.
      GO TO 65
  201 A(1)=A(1)+1.
      GO TO 65
  202 A(2)=A(2)+1.
      GO TO 65
  203 A(3)=A(3)+1.
      GO TO 65
  204 A(4)=A(4)+1.
      GO TO 65
  205 A(5)=A(5)+1.
      GO TO 65
  206 A(6)=A(6)+1.
      GO TO 65
  207 A(7)=A(7)+1.
      GO TO 65
  208 A(8)=A(8)+1.
      GO TO 65
  209 A(9)=A(9)+1.
      GO TO 65
  210 A(10)=A(10)+1.
      GO TO 65
  211 A(11)=A(11)+1.
      GO TO 65
  212 A(12)=A(12)+1.
      GO TO 65
  213 A(13)=A(13)+1.
      GO TO 65
  214 A(14)=A(14)+1.
      GO TO 65
  215 A(15)=A(15)+1.
      GO TO 65
  216 A(16)=A(16)+1.
      GO TO 65
  217 A(17)=A(17)+1.
      GO TO 65
```

```
218 A(18)=A(18)+1.
    GO TO 65
219 A(19)=A(19)+1.
    GO TO 65
220 A(20)=A(20)+1.
    GO TO 65
221 A(21)=A(21)+1.
    GO TO 65
222 A(22)=A(22)+1.
    GO TO 65
223 A(23)=A(23)+1.
    GO TO 65
224 A(24)=A(24)+1.
    GO TO 65
225 A(25)=A(25)+1.
    GO TO 65
226 A(26)=A(26)+1.
    GO TO 65
227 A(27)=A(27)+1.
    GO TO 65
228 A(28)=A(28)+1.
    GO TO 65
229 A(29)=A(29)+1.
    GO TO 65
230 A(30)=A(30)+1.
    GO TO 65
231 A(31)=A(31)+1.
    GO TO 65
232 A(32)=A(32)+1.
    GO TO 65
233 A(33)=A(33)+1.
    GO TO 65
234 A(34)=A(34)+1.
    GO TO 65
235 A(35)=A(35)+1.
    GO TO 65
236 A(36)=A(36)+1.
    GO TO 65
237 A(37)=A(37)+1.
    GO TO 65
238 A(38)=A(38)+1.
    GO TO 65
239 A(39)=A(39)+1.
    GO TO 65
240 A(40)=A(40)+1.
    GO TO 65
241 A(41)=A(41)+1.
    GO TO 65
242 A(42)=A(42)+1.
    GO TO 65
243 A(43)=A(43)+1.
    GO TO 65
244 A(44)=A(44)+1.
 65 DO 40 JM=1,3
    DO 40 JN=1,2
 40 U(JM,JN)=0.
100 CONTINUE
C  ----------------------------------------------------------
C     TO COMPUTE ACTUAL TYPE I ERROR AT P<.05 AND P<.01
C  ----------------------------------------------------------
    X=CHI05/NL
    Y=CHI01/N.
C  ----------------------------------------------------------
    WRITE(6,50)
 50 FORMAT(20X,'TYPE I ERROR COMPUTED BY SIMULATION METHOD'/)
    WRITE(6,60)
 60 FORMAT(25X,'CHI05',20X,'CHI01'//)
    WRITE(6,70)X,Y
 70 FORMAT(20X,F7.4,20X,F7.4//)
```

```
      WRITE(6,80)
   80 FORMAT(15X,'THE CHI-SQUARE DISTRIBUTION OF 2 DEGREE OF FREEDOM'//)
      WRITE(6,90)(A(I),I=1,45)
   90 FORMAT(5X,5F12.5/)
      WRITE(6,91)(C(I),I=1,45)
   91 FORMAT(//5X,5F12.5)
C  ------------------------------------------------------
C     TO COMPUTE CHI- SQUARE TEST OF GOODNESS OF FIT
C  ------------------------------------------------------
      DO 92 I=1,45
      CHIQ=CHIQ+((A(I)-C(I))**2)/C(I)
   92 CONTINUE
C  ------------------------------------------------------
      WRITE(6,105)CHIQ
  105 FORMAT(/20X,'CHIQ =',F12.5)
      WRITE(6,93)
   93 FORMAT(//33X,'TEST OF SIGNIFICANT')
C  --------------------------------------------------------------
C     TEST SIGNIFICANCE OF CHI-SQUARE TEST OF GOODNESS OF FIT
C  --------------------------------------------------------------
      G=60.54
      IF(CHIQ.GT.G) GO TO 95
      WRITE(6,94)
   94 FORMAT(/35X,'NOT SIGNIFICANCE')
      GO TO 97
   95 WRITE(6,96)
   96 FORMAT(/35X,'P<.05')
   97 STOP
      END
C  ---------------------------------------
C       ***  SUBROUTINE RANDOM  ***
C  ---------------------------------------
      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
      COMMON IA
      IY=IX*65539
      IF(IY)5,6,6
    5 IY=IY+2147483647+1
    6 RN=IY
      IX=IY
      IA=IX
      RN=RN*.4656613E-9
      RETURN
      END
```

ประวัติผู้เขียน

นาย วิศิษฐ์ เสรีอรุโณ เกิดเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2499 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกสถิติ จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง เมื่อปีการศึกษา 2521 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถิติการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2526 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง นักสถิติ 5 กองฝึกอบรม สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข