บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ไปรมา พลนพิมล. "การศึกษาแบบมอนติคาร์โล : การเปรียบเทียบการทดสอบของที-เทส, วิลค็อกซอน เทส, เทอรี-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกอร์ เทส และแวนเดน นอร์มอล-สกอร์เทส ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 แบบ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย, 2526.

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

วาสนา ทองการุณ. "การศึกษาแบบมอนติคาร์โล : การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของที-เทส และคอลโมโกรอฟ สเมอร์นอฟ เทส แบบ 2 กลุ่ม ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 แบบ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2524.

สุญาณี จิตตะยโศธร. "การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โล : การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากข้อมูลที่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการเปรียบเทียบพหุคูณ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย, 2525.

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

สุวิมล มั่นมงคล. "การศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความเป็นอิสระโดยใช้ตัวแบบลอการิธึมเชิงเส้นตรงและการทดสอบแบบไคสแควร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

สุภาพ วาดเขียน. วิธีวิจัยและสถิติทางการวิจัยในศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

อุทุมพร จารมาน. แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เจริญผล, 2523.

ภาษาต่างประเทศ

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

Breslow, N. "A generalized Kruskal-Wallis test for comparing K. samples subject to unequal patterns of censorship." Biometrika, 57; 579 - 594, 1970.

Buhler, W. "The treatment of ties in the Wilcoxon test." The Annals of Mathematical Statistics. 38 (1967) : 519 - 523.

Cochran William G. "The χ^2 Goodness of Fit", The Annals of Mathematical Statistics. Vol. 55, 1952.

Conover, W.J. "Statistics of the Kruskal-Wallis Practical Nonparametic Statistics. John Wiley & Sons, Inc., 1980.

————, "On method of handling ties in the Wilcoxon signed rank test." Journal of the American statistical Association, 68 (1973) : 985 - 988.

Daniel, Wayne W. Applied Nonparametric Statistics. Boston, 1978.

Gabriel, K.R. & Lachembruch, P.A. "Non-parametric ANOVA in small samples : A Monte Carlo study of the adequacy of the asyptotic approximation." Biometries. 25 (1969) : 593 - 596. asymptotic trices

Gibbons, Jean Dickinson. Nonparametric Statistical Inference. New York : McGraw-Hill, 1971.

Gupta, S.C. Fundamentals of Mathematical statistics. New Delhi, 1980.

Klotz, J. "The Wilcoxon, ties, and the computer." Journal of the American statistical Association, 61 (1966) : 1086 - 1103.

Kruskal, W.H. "A nonparametric test for the several sample problem." The Annals of Mathematical Statistics. 1952, cited by Derek Srisukho "Monte Carlo Study of the Power of H-test Compared to F-test when Population Distributions are Different in Form." Dissertation of Doctor Degree, University, of California, Berkeley, 1974.

Kruskal, W.H. & Wallis, W.A. "Use of ranks on one-criterion varaince analysis." Journal of the American Statistical Association. 47 (1952) : 583 - 621.

Lehman, S.Y. "Exact and approximate distributions for the Wilcoxon statistic with ties." Journal of the American Statistical Association. 56 (1961) : 293 - 298.

Marascuilo, Leonard A. & McSweeney, Maryellen. Nonparametric and Distribution-Free Method for the Social Sciences. California : Brooks Cole, 1977.

Pearson, ES. Briometrika tables for statisticians. Cambricge University, 1950.

Pratt, J.W. "Remarks on Zeros and ties in the Wilcoxon signed rank procedures." Journal of the American Statistical Association. 54 (1959) : 655 - 667.

Quinn McNemar, Psychological Statistics. (New York : John Wiley & Sons, Inc., 1949), pp. 194 - 95.

Siegel, Sidney. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York : McGrorw-Hill, 1956.

Shannon, Robert E. System Simulation. New York : Prentice-Hill, 1975.

Srisukho, Derek. "Monte Carlo Study of the Power of H-test Compared to F-test when Population Distributions are Different in Form." Dissertation of Doctor Degree, University of California, Berkeley, 1974.

Wallace, D. "Simplified beta-approximations to the Kruskal-Wallis H-test." Journal of the American statistical Association. 54 (1959) : 225 - 230.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ (T)

วิธีคำนวณเกณฑ์ในการตัดสินอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ (nominated) ซึ่งสามารถคำนวณจากช่วงความเชื่อมั่นของ p เมื่อ p หมายถึงโอกาสที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนี้

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

เมื่อ $\alpha = .05$ ได้ว่า $\hat{p} = .05$, $\hat{g} = 1 - \hat{p} = .95$

$n = 1,000$ และ $z_{\alpha/2} = 1.96$ เพราะฉะนั้น

$$.05 - \frac{1.96(.05)(.95)}{1,000} \leq p \leq .05 + \frac{1.96(.05)(.95)}{1,000}$$

$$.05 - .0135083 \leq p \leq .05 + .0135083$$

$$0.0364917 \leq p \leq 0.0635083$$

เมื่อ $\alpha = .01$ ได้ว่า $\hat{p} = .01$, $\hat{g} = .99$, $n = 1,000$ และ $z_{\alpha/2} = 2.576$ เพราะฉะนั้น

$$.01 - \frac{2.576(.01)(.99)}{1,000} \leq p \leq .01 + \frac{2.576(.01)(.99)}{1,000}$$

$$0.0081051 \leq p \leq 0.0181051$$

สรุปช่วงความเชื่อมั่นสำหรับ $p = .05$ คือ $.036 \leq p \leq .064$

$p = .01$ คือ $.008 \leq p \leq .018$

หมายเหตุ เกณฑ์ของโคแครนกำหนดช่วงความเชื่อมั่นดังนี้สำหรับ

$p = .05$ คือ $.004 \leq p \leq .060$

$p = .01$ คือ $.007 \leq p \leq .015$

เพราะเหตุที่เกณฑ์ของโคแครนนั้นเป็นช่วงที่สั้นกว่าช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ และ Ramsey ได้ใช้เกณฑ์ของโคแครนในการตัดสินอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้เกณฑ์ของโคแครนตัดสินการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองกับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

<u>การทดสอบความแตกต่างของลักษณะการกระจายของเอช-เทส์ กับการกระจายตามทฤษฎี</u>

การเปรียบเทียบการกระจายของเอช-เทส์ กับการกระจายตามทฤษฎี ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติทดสอบสำรูปสนิทดีของไคสแควร์ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ต่อไปนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อ O_i คือค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละชั้นของคะแนน

E_i คือค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้นของคะแนน

<u>วิธีการคำนวณ</u>

1. กำหนดจำนวนชั้นความถี่และอันตรภาคชั้นให้เหมาะกับขนาดของข้อมูล ใส่ความถี่ที่สังเกตได้ลงในแต่ละชั้นของข้อมูล

2. คำนวณความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้น ในการวิจัยนี้เป็นการทดสอบสำรูปสนิทดีของการกระจายของไคสแควร์ จึงใช้ค่าความน่าจะเป็นจากตารางพื้นที่ใต้การกระจายไคสแควร์ และนำมาคูณด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (N = 4,000) จะได้ความถี่ที่คาดหวัง E_i

3. คำนวณค่า $\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

4. ค่าวิกฤตในการตัดสินใจที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 นั้น เปิดจากตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ การกระจายของไคสแควร์จะประมาณด้วยการกระจายปกติ

5. การใช้การกระจายแบบปกติแทนการกระจายของไคล์แคว์ ต้องแปลงค่าไคล์แคว์ให้เป็นค่า z โดยคำนวณจาก $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2n-1}$ เพราะเมื่อ n ขนาดใหญ่ ค่า $\sqrt{2\chi^2}$ จะประมาณได้ด้วยการกระจายปกติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\sqrt{2n-1}$ มีความแปรปรวนเท่ากับ 1

<u>การทดสอบความแตกต่างระหว่างการกระจายของเอช-เทส์ เมื่อมีระดับการซ้ำแตกต่างกัน</u>

การเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของเอช-เทส์ เมื่อมีระดับการซ้ำแตกต่างกัน ใช้การทดสอบการแจกแจงด้วยไคล์แคว์ (Chi-Square test of Homogeneity of Distributions) ซึ่งคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{c} \sum_{i=1}^{R} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad df = (c-1)(r-1)$$

เมื่อ O คือค่าความถี่ที่สังเกตได้

E คือค่าความถี่ที่คาดหวัง

c คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

R คือจำนวนกลุ่มหรือประเภทของข้อมูล

ข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ Chi-square test of Homogeneity of Distributions

1. กลุ่มตัวอย่างระหว่างประชากรเป็นอิสระต่อกัน
2. กลุ่มตัวอย่างภายในประชากรเป็นอิสระต่อกัน
3. ข้อมูลอยู่ในลักษณะจัดกลุ่มหรือจัดประเภทได้มากกว่า 2 ประเภท (Multinomial)
4. ค่าความถี่ที่คาดหวังจะต้องมีค่ามากกว่า 5

วิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการทดสอบสาระรูปสนิทดีด้วยไคล์แคว์ต่างกันเฉพาะวิธีการหาค่าความถี่ที่คาดหวัง เพื่อความสะดวกในการเข้าใจจึงขอแสดงด้วยตารางดังต่อไปนี้

ตารางรวบรวมข้อมูลแสดงค่าความถี่ที่สังเกตได้

MULTINOMIAL	1	2	3	.	.	.	j	รวม
1	O_{11}	O_{12}	O_{13}	-	-	-	O_{1j}	$O_{1.}$
2	O_{21}	O_{22}	O_{23}	-	-	-	O_{2j}	$O_{2.}$
3	O_{31}	O_{32}	O_{33}	-	-	-	O_{3j}	$O_{3.}$
.								
.								
i	O_{i1}	O_{i2}	O_{i3}	-	-	-	O_{ij}	$O_{i.}$
รวม	$O_{.1}$	$O_{.2}$	$O_{.3}$	-	-	-	$O_{.j}$	N

คำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังดังต่อไปนี้

$$E_{11} = \frac{O_{.1} \times O_{1.}}{N}$$

$$E_{12} = \frac{O_{.2} \times O_{1.}}{N}$$

.
.
.

$$E_{ij} = \frac{O_{.j} \times O_{i.}}{N}$$

E_{ij} แทนค่าความถี่ที่คาดหวังแถวที่ i สดมภ์ที่ j

$O_{.j}$ แทนผลรวมของค่าความถี่ที่สังเกตได้ทางด้านแถวของสดมภ์ที่ j.

$O_{i.}$ แทนผลรวมของค่าความถี่ที่สังเกตได้ทางด้านสดมภ์ของแถวที่ i

N แทนจำนวนความถี่ทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลการทดลอบการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของ เอช เทล์ ที่ใช้ค่าแก้และไม่ใช้ค่าแก้ กับลักษณะการกระจายของไคล์แควร์ตามทฤษฎี ด้วยการทดลอบล่ารูปล่นิทดีด้วยไคล์แควร์ (Chi-Square Test of Goodness of Fit) และเปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายของเอช ที่ใช้ค่าแก้และไม่ใช้ค่าแก้ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ด้วยการทดลอบการแจกแจงด้วยไคล์แควร์ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution)

การทดลอบล่ารูปล่นิทดี																	
	n(10, 10, 10)						n(15, 15, 15)						n(20, 20, 20)				
	H			H*			H			H*			H			H*		
ระดับการซ้ำ (ร้อยละ)	χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α	
		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05
5 - 10	49.72	n.s.	n.s.	52.56	n.s.	n.s.	62.79	n.s.	n.s.	60.00	n.s.	n.s.	62.93	n.s.	n.s.	60.02	n.s.	n.s.
11 - 20	51.06	n.s.	n.s.	40.28	n.s.	n.s.	50.87	n.s.	n.s.	51.38	n.s.	n.s.	59.37	n.s.	n.s.	60.09	n.s.	n.s.
21 - 30	64.03	n.s.	n.s.	53.53	n.s.	n.s.	45.86	n.s.	n.s.	53.53	n.s.	n.s.	52.25	n.s.	n.s.	47.75	n.s.	n.s.
การทดลอบการแจกแจง																		
	n(10, 10, 10)						n(15, 15, 15)						n(20, 20, 20)					
	H			H*			H			H*			H			H*		
ระดับการซ้ำ (ร้อยละ)	χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α	
		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05		.01	.05
(5-10), (11-20) และ (21-30)	58.10	n.s.	n.s.	59.70	n.s.	n.s.	43.03	n.s.	n.s.	49.12	n.s.	n.s.	19.93	n.s.	n.s.	18.53	n.s.	n.s.

หมายเหตุ n.s. หมายถึงผลการทดลองไม่สำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ภาคผนวก ค.

```
**********************************************************
**THE COMPUTER PROGRAM ,USE IN THIS STUDY *********
********** IS WRITTEN IN FORTRAN IV.**********
*********IT IS DESIGNED TO COMPUTE **********
******** 1 ACTUAL TYP I ERROR **********
******** 2 CHI-SQUARE TEST OF GOODNESS OF FIT ******
******** 3 CHI-SQUARE TEST OF HOMOGINEITY *********
**********************************************************
----------DISCRIPTION OF PARAMETER ----------
----------N1=SAMPLE SIZE FORM POPULATION I----------
----------N2=SAMPLE SIZE FORM POPULATION II----------
----------N3=SAMPLE SIZE FORM POPULATION III ----
----------EX=MEAN OF POPULATION ----------
----------STD=STANDARD DEVIATION OF POPULATION
**********************************************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C*******FIND TYP I ERROR AND TEST GOODNESS OF FIT FOR H TEST*********
C*******SAMPLE SIZE 30 AND REPEATED LEVEL11-20**********************
      DIMENSION R(500),DATA(30),RK(30),A(10),B(10),C(10)
      DIMENSION FREQ(45),FREQT(45),E(45),C1(45),C2(45)
      DIMENSION POP(400)
      COMMON IA
      DATA N1,N2,N3,I/6*10,0/
      DATA FREQ,FREQT,CHI1,CHI2/92*0./
      DATA E/330.64,344.44,311.44,282.6,255.16,230.72,208.88
     *,189.04,171.04,154.76,140.04,126.72,114.64,103.72,93.88
     *, 84.92,76.88 ,69.52 ,62.92 ,56.92 ,51.52 ,46.64 ,42.16
     *, 38.16,34.56 ,31.24 ,28.24 ,25.600,23.16 ,20.92 ,18.96
     *, 17.16,15.52 ,14.04 ,12.68 ,11.52 ,10.4  ,9.4    ,8.52
     *, 7.68 ,7.00  ,6.28  ,5.72  ,5.16  ,49.20 /
      IA=65539
      CHO1=0.
      CHO5=0.
      TCHI05=0.
      TCHI01=0.
      EX=500.
      STD=10.
      Y=0.
      MN1=N1+1
      MN2=N1+N2+1
      NN1=N1+N2
      N=N1+N2+N3
      IM=4000
      F=35.
      P=1./F
      K=F
      DO 551 I=1,K
  551   POP(I)=I*P
      DO 552 I=1,K
      AREA=POP(I)
      CALL NDTRI(AREA,Z,D,IE)
  552   R(I)=10.*Z+500.
      DO 10 IN=1,IM
      DO 20 J=1,N1
      IF (Y.NE.0.) GO TO 21
      CALL NORMAL(EX,STD,X,Y)
      GOTO 22
   21 X=Y
      Y=0.
   22 A(J)=X
   20 CONTINUE
      CALL SORT(N1,A)
      DO 30 J=1,N2
      IF(Y.NE.0.) GO TO 31
      CALL NORMAL (EX,STD,X,Y)
      GO TO 22
   31 X=Y
```

```
      Y=0.
   32 B(J)=X
   30 CONTINUE
      CALL SORT(N2,B)
      DO 40 J=1,N3
      IF(Y.NE.0.) GO TO 41
      CALL NORMAL(EX,ST),X,Y)
      GO TO 42
   41 X=Y
      Y=0.
   42 C(J)=X
   40 CONTINUE
      CALL SORT(N3,C)
      L=1
      DO 50 I=1,N1
      DO 51 J=L,K
      IF(A(I).GT.R(J)) GO TO 51
      DATA(I)=J
      GO TO 52
   51 CONTINUE
   52 L=J
   50 CONTINUE
      IR=0
      L=1
      DO 60 I=MN1,NN1
      IR=IR+1
      DO 61 J=L,K
      IF(B(IR).GT.R(J)) GO TO 61
      DATA(I)=J
      GO TO 62
   61 CONTINUE
   62 L=J
   60 CONTINUE
      IL=0
      L=1
      DO 70 I=MN2,N
      IL=IL+1
      DO 71 J=L,K
      IF(C(IL).GT.R(J)) GO TO 71
      DATA(I)=J
      GO TO 72
   71 CONTINUE
   72 L=J
   70 CONTINUE
      CALL RANK(DATA,RK,N)
      CALL KRUS(N,N1,MN1,MN2,NN1,RK,H)
      CALL SORT(N,RK)
      CALL CTIE(H,N,RK,HTIE,Q)
      IF(H.GT.9.21) THEN
         CH01=CH01+1.
      ELSE IF(H.GT.5.991) THEN
         CH05=CH05+1.
      END IF
      IF(HTIE.GT.9.21) THEN
         TCHI01=TCHI01+1.
      ELSE IF (HTIE.GT.5.991) THEN
```

```
            TCHI05=TCHI05+1.
          END IF
          CALL TEST(H,IF)
               FREQ(IF)=FREQ(IF)+1.
          CALL TEST(HTIE,JF)
               FREQT(JF)=FREQT(JF)+1.
       10 CONTINUE
          WRITE(6,411)(FREQ(IF),IF=1,45)
          WRITE(6,411)(FREQT(IF),IF=1,45)
      411 FORMAT(2X,'FREQ IS '/ 2X,20F5.0/ 2X,25F5.0/)
          DO 3 I=1,45
          D1(I)=((FREQ(I)-E(I))**2)/E(I)
          D2(I)=((FREQT(I)-E(I))**2)/E(I)
          CHI1=CHI1+D1(I)
          CHI2=CHI2+D2(I)
        3 CONTINUE
          WRITE(6,412)(D1(I),I=1,45)
          WRITE(6,413)(D2(I),I=1,45)
      412 FORMAT(1X,' D1  = ',20F8.3/ 2X,25F8.3/)
      413 FORMAT(1X,' D2  = ',20F8.3/ 2X,25F8.3/)
          WRITE(6,414)CHI1,CHI2
      414 FORMAT(1X,'CHI1= ',F10.4,2X,'CHI2= ',F10.4)
          CALL CHI(CHI1,IM)
          CALL CHI(CHI2,IM)
          CH05=CH05/IM
          CH01=CH01/IM
          TCHI05=TCHI05/IM
          TCHI01=TCHI01/IM
          WRITE(6,86)
       86 FORMAT(28X,'TYPE I ERROR (ALPHA)'/)
          WRITE(6,87)
       87 FORMAT(16X,'CHI05',11X,'CHI01',10X,'TCHI05',10X,'TCHI01'/)
          WRITE(6,88)CH05,CH01,TCHI05,TCHI01
       88 FORMAT(16X,F5.3,11X,F5.3,11X,F5.3,11X,F5.3)
          STOP
          END

C*****************SUBROUTINE RANDUM*************************
          SUBROUTINE RANDUM (IX,IY,RN)
          COMMON IA
          IY=IX*65539
          IF(IY) 3,4,4
        3 IY=IY+2147483647+1
        4 RN=IY
          RN=RN*.4656613E-9
          IX=IY
          IA=IX
          RETURN
          END
```

```
C**********SUBROUTINE NORMAL**********
      SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)
      COMMON IA
    1 CALL RANDUM (IA,IY,RN)
      V1=2.*RN-1
      CALL RANDUM (IA,IY,RN)
      V2=2.*RN-1
      S=V1*V1+V2*V2
      IF(S.GE.1.) GO TO 1
      RNN1=V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
      RNN2=V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
      X=EX+RNN1*STD
      Y=EX+RNN2*STD
      RETURN
      END

C**********SUBROUTINE NDTRI**********
      SUBROUTINE NDTRI(P,X,D,IE)
      IE=0
      X=0.99999E+74
      D=X
      IF(P)1,4,2
    1 IE=-1
      GO TO 12
    2 IF (P-1.0) 7,5,1
    4 X=0.999999E+74
    5 D=0.0
      GO TO 12
    7 D=P
      IF (D-0.5)9,9,8
    8 D=1.0-D
    9 T2=ALOG(1.0/(D*D))
      T=SQRT(T2)
      X=T-(2.515517+0.802858*T+0.010328*T2)/(1.0+1.432788*T
     *+0.189269*T2+0.001308*T*T2)
      IF(P-0.5)10,10,11
   10 X=-X
   11 D=0.3989423*EXP(-X*X/2.0)
   12 RETURN
      END

C**********SUBROUTINE SORT**********
      SUBROUTINE SORT(N,A)
      DIMENSION A(1)
      K=N-1
      DO 1 J=1,K
      M=J+1
      DO 1 I=M,N
      IF(A(J).LE.A(I)) GO TO 1
      B=A(J)
      A(J)=A(I)
      A(I)=B
    1 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
C**********SUBROUTINE RANK**********
      SUBROUTINE RANK(DAT,RA,N)
      DIMENSION DAT(1),RA(1)
      DO 999 I=1,N
  999 RA(I)=0.
      DO 100 I=1,N
      IF(RA(I))20,20,100
   20 SMALL=0.
      EQUAL=0.
      X=DAT(I)
      DO 50 J=1,N
      IF(DAT(J)-X)30,40,50
   30 SMALL=SMALL+1.0
      GO TO 50
   40 EQUAL=EQUAL+1.0
      RA(J)=-1.0
   50 CONTINUE
      IF(EQUAL-1.0)60,60,70
   60 RA(I)=SMALL+1.0
      GO TO 100
   70 P=SMALL+(EQUAL+1.0)*0.5
      DO 90 J=1,N
      IF(RA(J)+1.0)90,80,90
   80 RA(J)=P
   90 CONTINUE
  100 CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE KRUS(N,N1,MN1,MN2,NN1,R,T)
      DIMENSION R(1)
      SUM1=0.
      SUM2=0.
      SUM3=0.
      DO 1 I=1,N1
    1 SUM1=SUM1+R(I)
      DO 2 I=MN1,NN1
    2 SUM2=SUM2+R(I)
      DO 3 I=MN2,N
    3 SUM3=SUM3+R(I)
      B=(SUM1**2+SUM2**2+SUM3**2)/N1
      A=12.0/(N*(N+1))
      C=3.0*(N+1)
      T=A*B-C
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C*****************SUBROUTINE CTIE*****************************
      SUBROUTINE CTIE(H,N,R,HTIE,C)
      DIMENSION R(60),TA(60)
      K=0
      SSTIE=0.
      DO 10 J=1,N
   10 TA(J)=1.
      J=1
      DO 1 I=2,N
      IF(R(I-1).EQ.R(I)) THEN
          TA(J)=TA(J)+1.
             K=I+1
      ELSE IF (K.EQ.I) THEN
           J=J+1
      END IF
      IF(I.EQ.N) GO TO 3
    1 CONTINUE
    3 L=J-1
C     WRITE(6,20)(TA(I),I=1,L)
C  20 FORMAT(/1X,'TIE=',16F4.0/1.0X,1.0F4.0)
      DO 2 I=1,L
    2 SSTIE=SSTIE+(TA(I)**3-TA(I))
      C=1.0-(1./(N**3-N))*SSTIE
      HTIE=H/C
      RETURN
      END

C*******************SUBROUTINE CHI TEST GOODNESS OF FIT************
      SUBROUTINE CHI (CI,IM)
      A=IM
      WRITE(6,342)
  342 FORMAT(//30X,'CHISQUARE  GOODNESS OF FIT TEST')
      F=2.32
      G=1.64
      IF(CI .GT.F) GO TO 336
      IF(CI.GT.G) GO TO 337
      WRITE(6,341)
  341 FORMAT(/37X,'NOT SIGNIFICANT')
      GO TO 340
  337 WRITE(6,339)
  339 FORMAT(/40X,'P<.05')
      GO TO 340
  336 WRITE(6,338)
  338 FORMAT(/40X,'P<.01')
  340 RETURN
      END
```

```
C**********SUBROUTINE FIND FREQUENCIES**********
      SUBROUTINE TEST( I,L)
      IF(H.LT.0.2) GO TO 1
      IF(H.LT.0.4) GO TO 2
      IF(H.LT.0.6) GO TO 3
      IF(H.LT.0.8) GO TO 4
      IF(H.LT.1.0) GO TO 5
      IF(H.LT.1.2) GO TO 6
      IF(H.LT.1.4) GO TO 7
      IF(H.LT.1.6) GO TO 8
      IF(H.LT.1.8) GO TO 9
      IF(H.LT.2.0) GO TO 10
      IF(H.LT.2.2) GO TO 11
      IF(H.LT.2.4) GO TO 12
      IF(H.LT.2.6) GO TO 13
      IF(H.LT.2.8) GO TO 14
      IF(H.LT.3.0) GO TO 15
      IF(H.LT.3.2) GO TO 16
      IF(H.LT.3.4) GO TO 17
      IF(H.LT.3.6) GO TO 18
      IF(H.LT.3.8) GO TO 19
      IF(H.LT.4.0) GO TO 20
      IF(H.LT.4.2) GO TO 21
      IF(H.LT.4.4) GO TO 22
      IF(H.LT.4.6) GO TO 23
      IF(H.LT.4.8) GO TO 24
      IF(H.LT.5.0) GO TO 25
      IF(H.LT.5.2) GO TO 26
      IF(H.LT.5.4) GO TO 27
      IF(H.LT.5.6) GO TO 28
      IF(H.LT.5.8) GO TO 29
      IF(H.LT.6.0) GO TO 30
      IF(H.LT.6.2) GO TO 31
      IF(H.LT.6.4) GO TO 32
      IF(H.LT.6.6) GO TO 33
      IF(H.LT.6.8) GO TO 34
      IF(H.LT.7.0) GO TO 35
      IF(H.LT.7.2) GO TO 36
      IF(H.LT.7.4) GO TO 37
      IF(H.LT.7.6) GO TO 38
      IF(H.LT.7.8) GO TO 39
      IF(H.LT.8.0) GO TO 40
      IF(H.LT.8.2) GO TO 41
      IF(H.LT.8.4) GO TO 42
      IF(H.LT.8.6) GO TO 43
      IF(H.LT.8.8) GO TO 44
      L=45
      GO TO 60
    1 L=1
      GO TO 60
    2 L=2
      GO TO 60
    3 L=3
```

```
      GO TO 60
    4 L=4
      GO TO 60
    5 L=5
      GO TO 60
    6 L=6
      GO TO 60
    7 L=7
      GO TO 60
    8 L=8
      GO TO 60
    9 L=9
      GO TO 60
   10 L=10
      GO TO 60
   11 L=11
      GO TO 60
   12 L=12
      GO TO 60
   13 L=13
      GO TO 60
   14 L=14
      GO TO 60
   15 L=15
      GO TO 60
   16 L=16
      GO TO 60
   17 L=17
      GO TO 60
   18 L=18
      GO TO 60
   19 L=19
      GO TO 60
   20 L=20
      GO TO 60
   21 L=21
      GO TO 60
   22 L=22
      GO TO 60
   23 L=23
      GO TO 60
   24 L=24
      GO TO 60
   25 L=25
      GO TO 60
   26 L=26
      GO TO 60
   27 L=27
      GO TO 60
   28 L=28
      GO TO 60
   29 L=29
      GO TO 60
   30 L=30
      GO TO 60
   31 L=31
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      GO TO 60
   32 L=32
      GO TO 60
   33 L=33
      GO TO 60
   34 L=34
      GO TO 60
   35 L=35
      GO TO 60
   36 L=36
      GO TO 60
   37 L=37
      GO TO 60
   38 L=38
      GO TO 60
   39 L=39
      GO TO 60
   40 L=40
      GO TO 60
   41 L=41
      GO TO 60
   42 L=42
      GO TO 60
   43 L=43
      GO TO 60
   44 L=44
   60 RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
C     ****** CHISQUARE TEST OF HOMOGINITY TWO DISTRIBUTION*****3
C     ******N=30 ,5=153 AND 11=243*****************************
      DIMENSION O1(135),E1(135),D1(135)
      DATA CHI1/1.0/
      DATA O1/38.0,340.0,291.0,291.0,243.0,232.0,213.0,
     *217.0,164.0,157.0,151.0,123.0,111.0,95.0,89.0,71.0,
     *73.0,67.0,63.0,61.0,52.0,49.0,45.0,41.0,39.0,39.0,
     *19.0,29.0,41.0,12.0,18.0,22.0,15.0,14.0,12.0,12.0,
     *15.0,7.0,6.0,5.0,7.0,4.0,7.0,6.0,32.0,
     *386.0,339.0,293.0,321.0,245.0,222.0,
     *232.0,191.0,197.0,178.0,143.0,13.0,96.0,108.0,87.0,74.0,7.0
     *77.0,71.0,49.0,51.0),53.0,37.0,49.0,25.0,34.0,25.0,31.0,22.0,
     *23.0,14.0,19.0,23.0,19.0,13.0,24.0,9.0,9.0,5.0,4.0,5.0,4.0,
     *11.0,5.0,29.0,
     *336.0,327.0,323.0,336.0,243.0,223.0,221.0,2.3.0,
     *156.0,132.0,1+5.0,125.0,1 8.0,1 4.0,78.0,87.0,80.0,47.0,
     *63.0,45.0,69.0,+5.0,40.0,+3.0,37.0,42.0,21.0,
     *25.0,21.0,21.0,27.0,34.0,12.0,12.0,16.0,13.0,6.0,2.0,
     *6.0,7.0,4.0,+.0,7.0,10.0,28.0 /
       DATA E1/364.0,337.0,298.0,299.33,243.66,224.66,222.0,233.66
     *162.3,172.33,145.66,125.0,135.0,112.33,84.66,78.0,73.0,
     *79.33,67.33,51.66,53.33,50.33,43.0,40.0,37.0,33.33,21.66,
     *23.0,23.0,13.66,19.66,22.0,15.66,15.0,13.66,13.0,12.0,
     *8.0,5.66,5.33,5.33,4.0,8.33,7.33,29.66,
     *384.0,337.0,298.0,299.33,242.66,224.66,222.0,2.3.66,
     *162.3,172.33,145.66,125.0,1 5.0,112.33,84.66,78.0,73.0,
     *79.33,67.33,5..66,53.33,5..33,+3.0,46.0,37.0,33.33,21.66,
     *23.0,23.0,13.66,19.66,22.0,15.66,15.0,13.66,13.0,12.0,
     *8.0,5.66,5.33,5.33,+.0,8.33,7.33,29.66,
     *384.0,337.0,298.0,299.33,243.66,224.66,222.0,2.3.66,
     *162.3,172.33,145.66,125.0,105.0,102.33,84.66,78.0,78.0,
     *79.33,67.33,51.66,53.33,5..33,43.0,46.0,37.0,33.33,21.66,
     *23.0,23.0,18.66,19.66,22.0,15.66,15.0,13.66,13.0,12.0,
     *8.0,5.66,5.33,5.33,4.0,8.33,7.33,29.66/
      DO 1 I=1,135
      D1(I)=((O1(I)-E1(I))**2)/E1(I)
      CHI1=CHI1+D1(I)
1     CONTINUE
      WRITE(6,2)CHI1
2     FORMAT(2X,'CHISQUARE=          ',F8.2)
      WRITE(6,11)
11    FORMAT(//3X,'CHI-SQUARE TEST OF HOMOGINICTY 2 DISTRIBUTION'
      F=2.32
      G=1.64
      IF(CHI1.GT.F)GO TO 3
      IF(CHI1.GT.G)GO TO 4
      WRITE(6,5)
5     FORMAT(//37X,'NOT SIGNIFICANT')
      GO TO 10
4     WRITE(6,6)
6     FORMAT(/4.X,'P<.05')
      GO TO 10
3     WRITE(6,7)
7     FORMAT(/4.X,'P<.01')
10    STOP
      END
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวทองสุข สายแสงทอง (ทับเจริญ) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร ปีการศึกษา 2520 เข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาสถิติการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2526 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และพักอยู่ ณ บ้านเลขที่ 28/1 หมู่ 6 แขวงจอมทอง เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10150

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย