บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2524.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธ์ และคนอื่น ๆ . สถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

อุทุมพร ทองอุไทย. แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2523.

เอกสารอื่น ๆ

สุญาณี จิตตะยโศธร. "การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โล: การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากข้อมูลที่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการเปรียบเทียบพหุคูณ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ธีระดา ภิญโญ. "การศึกษาแบบมอนติคาร์โล: การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบเอฟเมื่อข้อมูลได้รับการแปลงรูปในรูปแบบต่างกัน ภายใต้ลักษณะการแจกแจงประชากร 3 แบบ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

ภาษาต่างประเทศ

หนังสือ

Cochran, William. G., and Cox, Gertrude M. Experimental Designs. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1957.

Federer, W.T. Experimental Design. New York: Macmillan, 1955, cited by Dunnett, C.W. "Queries and Notes." Biometrics (March 1970): 139-142.

Ferguson, George. A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1981.

Glass, Gene V., and Stanley, Jullan C. Statistical Methods in Education and Psychology. New Jersey: Prentice Hall, 1970.

Hay, William L. Statistic for Psychologists. New York: Holt, 1963.

Keppel Geoffrey. Design and Analysis: A Researcher's Handbook. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1982.

Kirk, Roger E. Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences. 2nd ed. Belmont, Calif: Brooks/Cole, 1982.

_____. Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences. Belmont, Calif: Brooks/Cole, 1968.

Marascuilo, Leonard A. Statistical Methods for Behavioral Science Research. New York: McGraw-Hill Book Co., 1971.

_____. and Levin, Joel R. Multivariate Statistics in the Social Sciences: A Researcher's Guide. Monterey, Calif.: Brooks/Cole, 1983.

_____. and McSweeney, Maryellen. Nonparamatric and Distribution-Free Methods. Monterey, Calif.: Brooks/Cole, 1977.

Miller, Rupert G. Simultaneous Statistical Inference. New York: McGraw-Hill, 1966.

Morrison, D.F. Multivariate Statistical Methods. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1976.

Myers, Jerome L. Fundamentals of Experimental Design. 3rd ed. Boston: Allynand Bacon, 1979.

Neyman, J. First Course in Probability and Statistics. New York: Henry Holt, 1950, cited by Derek Srisukho. "Monte Carlo Study of the Power of H-test Compared to F-Test when Population Distribution are Different in Form." Dissertation of Doctor Degree, University of California, Berkeley, 1974.

Scheffé, Henry. The Analysis of Variance. New York: John Wiley, 1959.

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

Walpole, Ronald E., and Myers, Raymond H. Probability and Statistics for Engineers and Socialists. New York: Macmillan, 1972.

บทความ

Bailey, B.J.R. "Tables of the Bonferroni t Statistic." Journal of the American Statistical Association 72(June 1977): 469-478.

Davis, D.J. "Flexibility and Power in Comparisons Among Means" Psychological Bulletin 71 (1969): 441-444.

Dunn, O.J. "Multiple Comparisons Among Means." Journal of the American Statistical Association 56 (March 1961): 52-64.

Games, P.A. "An Improved t Table for Simultaneous Control on g Contrasts." Journal of the American Statistical Association 72 (September 1977): 531-534.

_____. "Multiple Comparisons of Means." American Educational Research Journal 8 (3 May 1971): 531-565.

_____., Winkler, H.B., and Probert, D.A. "Robust Test for Homogeneity of Variance." Educational and Psychological Measurement 32 (Winter 1972): 887-909.

_____., Keselman, H.J., and Rogan, J.C. "Simultaneous Pairwise Multiple Comparison Procedures for Means When Sample Size Are Unequal." Psychological Bulletin 90(1981): 594-598.

Glass, G.V., Peckham, P.D., and Sanders, J.R. "Consequences of Failure Meet Assumtions Underlying the Fixed Effects Analysis of Variance and Covariance." Review of Educational Research 42 (1972): 237-288.

Howell, J.F. and Games, P.A. "The Effects of Variance Heterogeneity on Simultaneous Multiple-Comparison Procedures with Equal Sample Size." British Journal of Mathematical and Statistical Psychology 27 (1974): 72-81.

Keselman, H.J. "The Statistic with the Smaller Critical Value." Psychological Bulletin 81(1974): 130-131.

Marascuilo, L.A. "Large-Sample Multiple Comparisons. "Psychological Bulletin 65(1966): 280-290.

Miller, R.G. "Developments in Multiple Comparisons 1966-1976." Journal of the American Statistical Association 72 (1977): 779-788.

Mudholkar, G.S. and Subbaiah, P. "Unequal Precision Multiple Comparisons for Randomized Block Designs Under Nonstandard Conditions." Journal of the American Statistical Association 71(1976): 429-434.

O'Neill, R., and Wetherill, G.B. "The Present State of Multiple Comparison Methods." Journal of Royal Statistical Society Series B. 33 (1977): 218-241.

Perlmutter, J., and Myers, J.L. "A Comparison of Two Procedures for Testing Multiple Contrasts." Psychological Bulletin 79(1973): 181-184.

Petrinorich, L.R., and Hardyck, C.D. "Error Rates for Multiple Comparison Methods: Some Evidence Concerning the Frequency of Erroneous Conclusion." Psychological Bulletin 71 (1969): 43-54.

Ramsey, P.H. "Exact Type I Error Rates for Robustness of Student's t test with Unequal Variances." Journal of Educational Statistical 4 (Winter 1980): 337-349.

Rosenthal, R. and Rubin, D.B. "Multiple Contrasts and Ordered Bonferroni Procedures." Journal of Educational Psychology 76 (1984): 1028-1034.

Scheffé, H. "Practical Solutions of the Behrens-Fisher Problem" Journal of the American Statistical Association 65 (December 1970): 1501-1508).

Sidák, Zbynek. "Rectangular Confidence Regions for the Means of Multivariate Normal Distributions." Journal of the American Statistical Association 62 (June 1967): 626-633.

Stavig, G.R. "Multiple Comparison Tests for Path Analysis and Multiple Regression." Journal of Experimental Education 50 (1981): 39-41.

Steel, R.G.D. "Error Rates in Multiple Comparisons. "Biometrics 17 (1961): 326-328.

Tamhane, A.C. "A Comparison of Procedures for Multiple Comparisons of Means With Unequal Variances." Journal of the American Statistical Association 74 (June 1974): 471-480.

_____. "Multiple Comparisons in Model I One-Way ANOVA With Unequal Variances." Communication in Statistical A6(1) (1977): 15-32.

Thomas, D.A.H. "Error Rates in Multiple Comparisons Among. Means-Resulf of a Simulation Exercise." Applied Statistical 23 (1984): 284-294.

Tomarken, A.J. and Serlin, R.C. "Comparison of ANOVA Alternatives Under Variance Heterogeneity and Specific Noncentrality Structures." Psychological Bulletin 99 (January 1986): 90-99.

Ury, H.K. "A Comparison of Four Procedures for Multiple Comparisons Among Means (Pairwise Contrasts) for Arbitrary Sample Sizes." Technometrics 18(1976): 89-97.

_____. and Wiggins, A.D. "Large Sample and Other Multiple Comparisons Among Means." British Journal of Mathematical and Statistical Psychology 24(1974): 174-194.

Wang, Y.Y. "Probabilities of the Type I Errors of the Welch Tests for the Behrens-Fisher Problem." Journal of the American Statistical Association 66(1971): 605-608.

Welch, B.L. "The Significance of the Difference Between Two Means When the Population Variances Are Unequal. "Biometrika 29 (1938): 350-362.

เอกสารอื่น ๆ

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

<u>การคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ</u> (α)

วิธีคำนวณเกณฑ์ในการตัดสินอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ (nominated α) ซึ่งสามารถคำนวณจากช่วงความเชื่อมั่นของ P เมื่อ P หมายถึงไอกาสที่เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดังนี้

$$\hat{P} - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{P}\hat{q}}{n}} \leq P \leq P + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{P}\hat{q}}{n}}$$

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

ดังนั้น

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

$$.05 - .0135083 \leq P \leq .05 + .015083$$

$$0.0364917 \leq P \leq 0.0635083$$

เมื่อ $\alpha = .01$ หรือ $\hat{P} = .05$, $\hat{q} = 1 - \hat{P} = .99$, $n = 1000$ และ $Z_{\alpha/2} = 2.576$

ดังนั้น

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

$$.0081051 \leq P \leq .0181051$$

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

$P = .01$ คือ $.008 \leq P \leq .018$

สำหรับ เกณฑ์ของโคแครนกำหนดช่วงความ เชื่อมั่นดังนี้

$$P = .05 \quad \text{คือ} \quad .040 \leq P \leq .060$$

$$P = .01 \quad \text{คือ} \quad .007 \leq P \leq .015$$

เกณฑ์ของโคแครน เป็นช่วงที่สั้นกว่าช่วงความ เชื่อมั่นที่คำนวณได้ การวิจัยครั้งนี้จึง เลือกใช้ เกณฑ์ของโคแครนตัดสินการ เปรียบ เทียบอัตราความคลาด เคลื่อนประ เภทที่ 1 จากผล การทดลองกับอัตราความคลาด เคลื่อนที่ระบุ

<u>การประมาณค่าวิกฤตจากตารางโดยวิธี Linear Harmonic Interpolation</u>

ค่าจากตารางที่ เป็นค่าที่กำหนดตามขนาดของชั้นความ เป็นอิสระ (degrees of freedom) ซึ่งมีไม่ครบทุกขนาดของชั้นความ เป็นอิสระ ในกรณีที่ต้องการค่าที (t) ที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ ν ซึ่ง เป็นค่าที่ไม่ได้แสดงไว้ในตาราง สามารถประมาณค่าทีนั้นจากค่าที (t) ที่ปรากฏในตารางที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ ν_0 และ ν_1 โดยที่ $\nu_0 < \nu < \nu_1$ สูตรที่ใช้ ในการประมาณค่ากำหนดดังนี้

$$t \approx t_0(1 - \theta) + t_1(\theta)$$

t = ค่าที ที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ ν

t_0 = ค่าที ที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ ν_0

t_1 = ค่าที ที่ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ ν_1

$\theta = (120/\nu - 120/\nu_0)/(120/\nu_1 - 120/\nu_0)$

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ต้องการ เปรียบ เทียบพหุคูณรายคู่ทุกคู่ด้วยวิธีของทัมฮานน์ โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 กลุ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง เท่ากันทุกกลุ่มคือ ขนาด 20 และต้องการทดสอบนัยสำคัญทั้ง ระดับ .05 และ .01

จาก เงื่อนไขในวิธีของทัมฮานน์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด เท่ากันใช้ค่าที ที่ชั้นความ เป็น อิสระ เท่ากับ $n_1 + n_2 - 2$ แทนค่า n_1 และ n_2 จะได้ชั้นความ เป็นอิสระ เท่ากับ $20 + 20 - 2 = 38$

ในตารางปรากฏค่าชั้นความเป็นอิสระที่ใกล้เคียงกับ 38 คือ ชั้นความเป็นอิสระ 30 และ 40 โดยที่ 30 < 38 < 40

ดังนั้นสามารถประมาณค่าที (t) สำหรับชั้นความเป็นอิสระ เท่ากับ 38 ดังนี้

จากสูตร $t = t_0(1 - \theta) + t_1(\theta)$

t = ค่าที ที่ชั้นความเป็นอิสระ เท่ากับ 38

t_0 = ค่าที ที่ชั้นความเป็นอิสระ เท่ากับ 30

t_1 = ค่าที ที่ชั้นความเป็นอิสระ เท่ากับ 40

$\theta = (120/38 - 120/30)/(120/40 - 120/30)$

$\theta = (3.1579 - 4)/(3 - 4)$

$\theta = (- 0.8421)/(- 1)$

$\theta = 0.8421$

$1 - \theta = 0.1579$

ดังนั้น $t = t_0(0.1579) + t_1(0.8421)$

จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$ สำหรับการทดสอบรายคู่ 3 คู่ $t_0 = 2.528$, $t_1 = 2.492$

$t = 2.528(0.1579) + 2.492(0.8421)$

$t = 2.498$

จากตารางที่ระดับ $\alpha = .01$ สำหรับการทดสอบรายคู่ 3 คู่ $t_0 = 3.188$, $t_1 = 3.121$

$t = 3.188(0.1579) + 3.121(0.8421)$

$t = 3.132$

นั่นคือ ค่าที สำหรับชั้นความเป็นอิสระ เท่ากับ 38 ในระดับ .05 และ .01 เท่ากับ 2.498 และ 3.132 ตามลำดับ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีกรณีที่ใช้การประมาณค่าวิกฤตด้วยวิธี Linear Harmonic Interpolation ทั้งหมด 40 กรณี คือ ใช้สำหรับการทดสอบด้วยสถิติบอนเฟอโรนีที 22 กรณี และใช้สำหรับการทดสอบด้วยวิธีของทัมฮานน์ 18 กรณี ค่าวิกฤตที่ประมาณได้ในกรณีต่าง ๆ ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าวิกฤตที่ประมาณจากตารางที สำหรับการเปรียบเทียบพหุคูณ บอนเฟอโรนีที และวิธีของทัมฮานน์ จำแนกตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่างและระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ

K	n	BONFERRONI T		TAMHANE	
		.05	.01	.05	.01
3	5	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
	15	2.4937	3.1125	*	*
	20	2.4667	3.0640	2.498	3.132
	25	2.4512	3.0363	2.474	3.089
	30	2.4411	3.0180	2.458	3.060
4	5	*	*	*	*
	10	2.7920	3.3990	*	*
	15	2.7352	3.3038	*	*
	20	2.7091	3.2603	2.776	3.383
	25	2.6941	3.2355	2.745	3.331
	30	2.6843	3.2193	2.724	3.297
5	5	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
	15	*	*	*	*
	20	2.8741	3.3959	2.972	3.564
	25	*	*	2.935	3.504
	30	2.8507	3.3590	2.910	3.465

*หมายถึง กรณีที่อ่านค่าวิกฤตได้จากตารางของวิธีเปรียบเทียบพหุคูณนั้น ๆ ได้โดยตรง ไม่ต้องใช้การประมาณค่า

ภาคผนวก ข.

THE COMPUTER PROGRAM, USED IN THIS STUDY, IS WRITTEN IN FORTRAN 77. IT IS DESIGNED TO COMPARE THE ACTUAL TYPE I ERROR FOR MULTIPLE COMPARISON METHODS USING BONFERRONI T STATISTICS MARASCUILO'S CHI-SQUARE AND TAMHANE PROCEDURE. THE MONTE CARLO SIMULATION TECHNIQUE IS USED IN THIS PROGRAM TO CALCULATE 4,000 REPLICATIONS IN EACH CASE. THE COMPARISON DEPEND ON THE RATIO OF POPULATION VARIANCES. THE SAMPLE SIZE ARE 5, 10, 15, 20, 25 AND 30. THE LEVEL OF SIGNIFICANCE OF TESTS ARE 0.01 AND 0.05 .

DESCRIPTION OF VARIABLES

EX	=	MEAN OF POPULATION
STD	=	STANDARD DEVIATION OF POPULATION
N	=	SAMPLE SIZE IN EACH CASE
SV	=	SAMPLE VARIANCE
MEAN	=	SAMPLE MEAN
MD	=	DIFFERENCE OF SAMPLE MEANS
SSB	=	SUM OF SQUARES BETWEEN GROUPS
SSE	=	SUM OF SQUARES WITHIN GROUPS
SST	=	SUM OF SQUARES TOTAL

```
C       ***P1..(RATIO OF POPULATION VARIANCES ARE 1:1:1) ***
C-------------------------------------------------------------------
      DIMENSION SV(3),MEAN(3),X(3),MD(3),BB(3)
      DOUBLE PRECISION SUMN,SSQN,SSQ(3),SUM(3),SST,SSB,SSE
      COMMON IA
      REAL MEAN,NL,NS,MSE,MD
      WRITE(6,500)
      STD           =  SQRT(100.)
      DO 90 N       =  5,30,5
            IA      =  65539
            IF(N.EQ.5)  GO TO  5
            IF(N.EQ.10) GO TO 10
            IF(N.EQ.15) GO TO 15
            IF(N.EQ.20) GO TO 20
            IF(N.EQ.25) GO TO 25
            IF(N.EQ.30) GO TO 30
C-----------------N = 5-------------------------------------------------
 5          TBON05 =  2.7795
            TBON01 =  3.6489
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  3.005
            TTAM01 =  4.120
            GO TO 40
C-----------------N = 10------------------------------------------------
 10         TBON05 =  2.5525
            TBON01 =  3.2194
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.631
            TTAM01 =  3.379
            GO TO 40
C-----------------N = 15------------------------------------------------
 15         TBON05 =  2.4937
            TBON01 =  3.1125
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.539
            TTAM01 =  3.207
            GO TO 40
C-----------------N = 20------------------------------------------------
 20         TBON05 =  2.4667
            TBON01 =  3.0640
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.498
            TTAM01 =  3.132
            GO TO 40
C-----------------N = 25------------------------------------------------
 25         TBON05 =  2.4512
            TBON01 =  3.0363
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.474
            TTAM01 =  3.089
            GO TO 40
C-----------------N = 30------------------------------------------------
 30         TBON05 =  2.4411
            TBON01 =  3.0180
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.458
            TTAM01 =  3.060
C-------------------------------------------------------------------
 40         NS     =  N
            Y2     =  0.
            B5     =  0.
            B1     =  0.
            R5     =  0.
            R1     =  0.
            T5     =  0.
            T1     =  0.
```

```
      DO 80 I       =  1,4000
            CNBON5 =  0.
            CNBON1 =  0.
            CNMAR5 =  0.
            CNMAR1 =  0.
            CNTAM5 =  0.
            CNTAM1 =  0.
      DO 60 J       =  1,3
            CALL MSV(NS,Y2,STD,VS,SUMN,SSQN)
            SV(J)   =  VS
            X(J)    =  Y2
            SSQ(J)  =  SSQN
            SUM(J)  =  SUMN
 60         MEAN(J)=   SUMN/NS
C
C           FIND THE DIFFERENCE OF MEANS
C           ----------------------------
            MD(1)   =  ABS(MEAN(1)-MEAN(2))
            MD(2)   =  ABS(MEAN(1)-MEAN(3))
            MD(3)   =  ABS(MEAN(2)-MEAN(3))
C           ----------------------------
            NL      =  3*NS
            SST     =  ((SSQ(1)+SSQ(2)+SSQ(3))
     *                -(((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL))
            SSB     =  (((SUM(1)**2)+(SUM(2)**2)+(SUM(3)**2))/NS)
     *                -(((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL)
            SSE     =  SST-SSB
            MSE     =  SSE/(NL-3)
            AA      =  SQRT((MSE**2)/NS)
            BB(1)   =  SQRT((SV(1)+SV(2))/NS)
            BB(2)   =  SQRT((SV(1)+SV(3))/NS)
            BB(3)   =  SQRT((SV(2)+SV(3))/NS)
C
C           TEST THE SIGNIFICANCE
C
      DO 70 K       =  1,3
            IF(MD(K).GT.TBON05*AA)      CNBON5  =  CNBON5+1
            IF(MD(K).GT.TBON01*AA)      CNBON1  =  CNBON1+1
            IF(MD(K).GT.XMAR05*BB(K))   CNMAR5  =  CNMAR5+1
            IF(MD(K).GT.XMAR01*BB(K))   CNMAR1  =  CNMAR1+1
            IF(MD(K).GT.TTAM05*BB(K))   CNTAM5  =  CNTAM5+1
            IF(MD(K).GT.TTAM01*BB(K))   CNTAM1  =  CNTAM1+1
 70   CONTINUE
            IF(CNBON5.GE.1)    B5       =  B5 +1
            IF(CNBON1.GE.1)    B1       =  B1 +1
            IF(CNMAR5.GE.1)    R5       =  R5 +1
            IF(CNMAR1.GE.1)    R1       =  R1 +1
            IF(CNTAM5.GE.1)    T5       =  T5 +1
            IF(CNTAM1.GE.1)    T1       =  T1 +1
 80   CONTINUE
            PBON05 = B5/4000.
            PBON01 = B1/4000.
            PMAR05 = R5/4000.
            PMAR01 = R1/4000.
            PTAM05 = T5/4000.
            PTAM01 = T1/4000.
            WRITE(6,501)N,PBON05,PMAR05,PTAM05,PBON01,PMAR01,PTAM01
 90   CONTINUE
 500  FORMAT(//34X,'**** RESULTS OF ACTUAL TYPE I ERROR RATE OF MULTIPLE
     * COMPARISONS ****'
     *//46X,'THE RATIO OF POPULATION VARIANCES ARE 1:1:1'
     *///T33,'LEVEL OF SIGNIFICANCE .05',T91,'LEVEL OF SIGNIFICANCE.01'
     *//10X,'N',11X,'BONFERRONI T',7X,'MARASCUILO',10X,'TAMHANE',T81,
     *'BONFERRONI T',8X,'MARASCUILO',11X,'TAMHANE')
 501  FORMAT(//9X,I2,3(10X,F9.5),3(11X,F9.5))
      STOP
      END
```

```
C          ***P2...(RATIO OF POPULATION VARIANCES ARE 1:2:3)***
C-------------------------------------------------------------------
      DIMENSION SV(3),MEAN(3),X(3),MD(3),BB(3)
      DOUBLE PRECISION SUMN,SSQN,SSQ(3),SUM(3),SST,SSB,SSE
      COMMON IA
      REAL MEAN,NL,NS,MSE,MD
      WRITE(6,500)
      DO 90 N       =  5,30,5
            IA      =  65539
            IF(N.EQ.5)  GO TO  5
            IF(N.EQ.10) GO TO 10
            IF(N.EQ.15) GO TO 15
            IF(N.EQ.20) GO TO 20
            IF(N.EQ.25) GO TO 25
            IF(N.EQ.30) GO TO 30
C-----------------N = 5-------------------------------------------
 5          TBON05 =  2.7795
            TBON01 =  3.6489
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  3.005
            TTAM01 =  4.120
            GO TO 40
C-----------------N = 10------------------------------------------
 10         TBON05 =  2.5525
            TBON01 =  3.2194
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.631
            TTAM01 =  3.379
            GO TO 40
C-----------------N = 15------------------------------------------
 15         TBON05 =  2.4937
            TBON01 =  3.1125
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.539
            TTAM01 =  3.207
            GO TO 40
C-----------------N = 20------------------------------------------
 20         TBON05 =  2.4667
            TBON01 =  3.0640
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.498
            TTAM01 =  3.132
            GO TO 40
C-----------------N = 25------------------------------------------
 25         TBON05 =  2.4512
            TBON01 =  3.0363
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.474
            TTAM01 =  3.089
            GO TO 40
C-----------------N = 30------------------------------------------
 30         TBON05 =  2.4411
            TBON01 =  3.0180
            XMAR05 =  2.4477
            XMAR01 =  3.0348
            TTAM05 =  2.458
            TTAM01 =  3.060
C-------------------------------------------------------------------
 40         NS     =  N
            B5     =  0.
            B1     =  0.
            R5     =  0.
            R1     =  0.
            T5     =  0.
            T1     =  0.
      DO 80 I      =  1,4000
            CNBON5 =  0.
            CNBON1 =  0.
            CNMAR5 =  0.
            CNMAR1 =  0.
            CNTAM5 =  0.
            CNTAM1 =  0.
```

```
      DO 60 J       =  1,3
            Y2      =  0.
            IF(J.EQ.1) THEN
                  STD             = SQRT(100.)
                  IF(I.NE.1) Y2   = X(1)
            ELSE IF(J.EQ.2) THEN
                  STD             = SQRT(200.)
                  IF(I.NE.1) Y2   = X(2)
            ELSE IF(J.EQ.3) THEN
                  STD             = SQRT(300.)
                  IF(I.NE.1) Y2   = X(3)
            END IF
            CALL MSV(NS,Y2,STD,VS,SUMN,SSQN)
            SV(J)   =  VS
            X(J)    =  Y2
            SSQ(J)  =  SSQN
            SUM(J)  =  SUMN
 60         MEAN(J)=   SUMN/NS
C
C           FIND THE DIFFERENCE OF MEANS
C           ----------------------------
            MD(1)   =  ABS(MEAN(1)-MEAN(2))
            MD(2)   =  ABS(MEAN(1)-MEAN(3))
            MD(3)   =  ABS(MEAN(2)-MEAN(3))
C           ----------------------------
            NL      =  3*NS
            SST     =  ((SSQ(1)+SSQ(2)+SSQ(3))
     *                 -(((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL))
            SSB     =  (((SUM(1)**2)+(SUM(2)**2)+(SUM(3)**2))/NS)
     *                 -(((SUM(1)+SUM(2)+SUM(3))**2)/NL)
            SSE     =  SST-SSB
            MSE     =  SSE/(NL-3)
            AA      =  SQRT((MSE**2)/NS)
            BB(1)   =  SQRT((SV(1)+SV(2))/NS)
            BB(2)   =  SQRT((SV(1)+SV(3))/NS)
            BB(3)   =  SQRT((SV(2)+SV(3))/NS)
C
C           TEST THE SIGNIFICANCE
C
      DO 70 K       =  1,3
            IF(MD(K).GT.TBON05*AA)      CNBON5  =  CNBON5+1
            IF(MD(K).GT.TBON01*AA)      CNBON1  =  CNBON1+1
            IF(MD(K).GT.XMAR05*BB(K))   CNMAR5  =  CNMAR5+1
            IF(MD(K).GT.XMAR01*BB(K))   CNMAR1  =  CNMAR1+1
            IF(MD(K).GT.TTAM05*BB(K))   CNTAM5  =  CNTAM5+1
            IF(MD(K).GT.TTAM01*BB(K))   CNTAM1  =  CNTAM1+1
 70   CONTINUE
            IF(CNBON5.GE.1)  B5     =  B5 +1
            IF(CNBON1.GE.1)  B1     =  B1 +1
            IF(CNMAR5.GE.1)  R5     =  R5 +1
            IF(CNMAR1.GE.1)  R1     =  R1 +1
            IF(CNTAM5.GE.1)  T5     =  T5 +1
            IF(CNTAM1.GE.1)  T1     =  T1 +1
 80   CONTINUE
            PBON05 = B5/4000.
            PBON01 = B1/4000.
            PMAR05 = R5/4000.
            PMAR01 = R1/4000.
            PTAM05 = T5/4000.
            PTAM01 = T1/4000.
            WRITE(6,501)N,PBON05,PMAR05,PTAM05,PBON01,PMAR01,PTAM01
 90   CONTINUE
 500  FORMAT(//34X,'**** RESULTS OF ACTUAL TYPE I ERROR RATE OF MULTIPLE
     * COMPARISON ****'
     *//46X,'THE RATIO OF POPULATION VARIANCES ARE 1:2:3'
     *///T33,'LEVEL OF SIGNIFICANCE .05',T91,'LEVEL OF SIGNIFICANCE .01'
     *//10X,'N',11X,'BONFERRONI T',7X,'MARASCUILO',10X,'TAMHANE',T81,
     *'BONFERRONI T',8X,'MARASCUILO',11X,'TAMHANE')
 501  FORMAT(//9X,I2,3(10X,F9.5),3(11X,F9.5))
      STOP
      END
```

```
C-------------------------------------------------------------------------
C*****SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED RANDUM*********************************
      SUBROUTINE RANDUM(IX,IY,RN)
      COMMON IA
      IY    =  IX*65539
      IF(IY)5,6,6
 5    IY    =  IY+2147483647+1
 6    RN    =  IY
      RN    =  RN*.4656613E-9
      IX    =  IY
      IA    =  IX
      RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------------------
C*****SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED NORMAL*********************************
      SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,Y1,Y2)
      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)
      Y1    =  EX + RNN1 * STD
      Y2    =  EX + RNN2 * STD
      RETURN
      END
C-------------------------------------------------------------------------
C*****SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED MSV************************************
      SUBROUTINE MSV(NS,Y2,STD,VS,SUMN,SSQN)
      DIMENSION NODAT(90)
      DOUBLE PRECISION SQN(90),SUMN,SSQN
      COMMON IA
      REAL NODAT,NS
             EX          = 500.
             SUMN        = 0.
             SSQN        = 0.
      DO 120 K           = 1,NS
             IF(Y2.NE.0) GO TO 100
             CALL NORMAL(EX,STD,Y1,Y2)
             GO TO 110
 100         Y1          = Y2
             Y2          = 0.
 110         NODAT(K)    = Y1
             SUMN        = SUMN+NODAT(K)
             SQN(K)      = NODAT(K)**2
             SSQN        = SSQN+SQN(K)
 120  CONTINUE
             VS          = ((NS*SSQN)-(SUMN**2))/(NS*(NS-1))
             RETURN
             END
C-------------------------------------------------------------------------
```

ประวัติผู้เขียน

นายสมคิด ไวยวุฒินันท์ เกิดที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคาม มีการศึกษา 2525 เข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาสถิติการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีการศึกษา 2528 ปัจจุบันรับราชการสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ระหัสไปรษณีย์ 31120