

บรรณานุกรม

- Blair, R.C. and Higgins, J.J. "A Comparison of the Power of Wilcoxon's Rank-Sum Statistic to that of Student's t statistic under Various Nonnormal Distributions." Journal of Educational Statistics 5 (Winter 1980) : 309-335.
- Box, G.E.P. "Non-Normality and Tests on Variances." Biometrika 40 (1953) : 318-335.
- Box, G.E.P., Hunter, W.G., and Hunter, J.S. Statistics for Experimenters. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1978.
- Brown, M.B. and Forsythe, A.B. "Robust test for the Equality of Variances." Journal of the American Statistical Association 69 (June 1974) : 364-367.
- Brownlee, K.A. Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1967.
- Games, P.A., Winkler, H.B. and Probert, D.A. "Robust tests for Homogeneity of Variance." Educational and Psychological Measurement 32 (winter 1972) : 887-909.
- Garside, P.S. "A Study of Methods for Comparing Several Variances." Journal of the American Statistical Association 67 (June 1972) : 342-346.
- Ghosh, B.K. "On Lehmann's test for Homogeneity of Variances." Journal of the Royal Statistical Society, Series B 34 (1972) : 221-223.
- Glass, G.V. and Stanley, J.C. Statistical Methods in Education and Psychology. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1970.

- Glass, G.V., Peckham, P.D. and Sanders, J.R. "Consequences of Failure To Meet Assumptions Underlying The Fixed Effects Analysis of Variance and Covariance." Review of educational research 42 (Summer 1972) : 238-285.
- Layard, M.W.J. "Robust large-Sample test for Homogeneity of Variances." Journal of the American Statistical Association 68 (March 1973): 195-198.
- Leslie, R.T. and Brown, B.M. "Use of range in testing heterogeneity of Variance." Biometrika 53 (June 1966) : 221-227.
- Levene, Haward. "Robust test for equality of Variances." In Contributions to Probability and Statistics, pp. 278-292. Edited- by Olkin, I. Stanford, Calif. Standford University Press, 1960.
- Miller, R.G. "Jackknifing Variances." Annals of Mathematical Statistics 39 (April 1968) : 567-582.
- Pearson, E.S. "Alternative tests for heterogeneity of Variances; some Monte Carlo results." Biometrika 53 (June 1966) : 229-234.
- Ramberg, J.S., Dudewicz, E.J., Tadikamalla, P.R. and Mykytka, E.F. "A Probability Distribution and Its Uses in Fitting Data." Technometrics 21 (May 1979) : 201-214.
- Ramsey, P.H. "Exact Type I Error Rate for Robustness of Student's t Test with Unequal Variances." Journal of Educational Statistics 5 (Winter 1980) : 337-349.
- Scheffe, Henry. The Analysis of Variance. 6 th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959.
- Shannon, R.E. System Simulation. New York : Prentice-Hall, 1975.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```

C*****
C*****
C* THIS PROGRAM FOR COMPARING THE POWER OF TEST FOR HOMOGENEITY OF **
C* POPULATION VARIANCES USING BARTLETT'S STATISTIC CAWELL'S STATISTIC**
C* AND THE MODIFIED LEVENE'S STATISTIC.THE MONTE-CARLO SIMULATION **
C* TECHNIQUE IS USED IN THIS PROGRAM TO CALCULATE 1,000 REPLICATIONS **
C* IN EACH CASE.THE COMPARI ON DEPEND ON THE RATIO OF POPULATION **
C* VARIANCES AND SHAPE OF POPULATION,NORMAL AND NON-NORMAL DISTRIBUTION*
C* THE SAMPLE SIZE ARE 5,11,21,31 AND 61.THE LEVEL OF SIGNIFICANCE OF **
C* TESTS ARE 0.01 AND 0.05 **
C*****
C*****
C*****
C
C

```

```

      DIMENSION OBS1(100),OBS2(100),OBS3(100),VA(3),A1(3),A2(3),A3(3)
      *,A4(3),AKU(3),SK(3),STDA(3),B1(3),B2(3),B3(3),OBSA1(100),
      *OBSA2(100),OBSA3(100)
      COMMON IA
23  READ(5,*)MTYPE,EX,N1,N2,N3,CH1,W1,CR1,CH5,W5,CR5
      IF(MTYPE.EQ.0.)GO TO 50
      IF (N1.EQ.5) IA =65539
      WRITE(6,25)
25  FORMAT(///10X,'*****'///10X,'THE PROGRAM
      *FOR TEST STATISTICS'///)
      IRE1=0
      IRE2=0
      IRE3=0
      IAC1=0
      IAC2=0
      IAC3=0
      IRS=0
      IR6=0
      IR7=0
      IA5=0
      IA6=0
      IA7=0
      WRITE(6,27)N1,N2,N3,CH1,W1,CR1,CH5,W5,CR5,MTYPE,EX
27  FORMAT(/10X,'N1=',I2,5X,'N2=',I2,5X,'N3=',I2/10X,'LIMIT OF CHI -
      *SQURE TEST(0.01)=' ,F10.7/10X,'LIMIT OF W-TEST(0.01)=' ,F10.7/10X,
      *'LIMIT OF C-TEST(0.01)=' ,F10.7//10X,'LIMIT OF CHI-SQURE TEST(0.05)
      *=' ,F10.7/10X,'LIMIT OF W-TEST(0.05)=' ,F10.7/10X,'LIMIT OF C-TEST(0
      *.05)=' ,F10.7/10X,'TYPE OF POP. =' ,I1,10X,'MEAN =' ,F7.2//)
      DO 29 I=1,3
      READ(5,*)VA(I),AKU(I),SK(I),A1(I),A2(I),A3(I),A4(I)
29  CONTINUE
      DO 30 K = 1,1000,
      IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 11
      DO 40 I=1,3
      B1(I)=A1(I)*SQRT(VA(I))+EX
40  B2(I)=A2(I)/SQRT(VA(I))
      DO 41 I = 1,N1
      CALL RANDOM(IA,IY,RN)
41  OBS1(I)=B1(I)+(RN**A3(I)-(1-RN)**A4(I))/B2(I)
      DO 42 I = 1 ,N2

```

```

CALL RANDOM(IA,IY,RN)
42 OBS2(I)=B1(2)+(RN**A3(2)-(1-RN)**A4(2))/B2(2)
DO 43 I = 1,N3
CALL RANDOM(IA,IY,RN)
43 OBS3(I)=B1(3)+(RN**A3(3)-(1-RN)**A4(3))/B2(3)
GOTO 22
11 DO 44 I =1,3
44 STD(I)=SORT(VA(I))
DO 45 I=1,N1
CALL NORMAL(EX,STD(1),X)
45 OBS1(I)=X
DO 46 I =1,N2
CALL NORMAL(EX,STD(2),X)
46 OBS2(I)=X
DO 47 I =1,N3
CALL NORMAL(EX,STD(3),X)
47 OBS3(I)=X
C*****BARTLETT'S TEST*****C
C*****BARTLETT'S TEST*****C
C*****BARTLETT'S TEST*****C
22 C1=0.0
CC1=0.0
CC2=0.
C2=0.0
CC3=0.0
C3=0.0
DO 1 I=1 ,N1
1 C1=C1+OBS1(I)
CMEAN1=C1/N1
DO 2 I =1,N1
OBSV1=(OBS1(I)-CMEAN1)**2
2 CC1=CC1+OBSV1
OBSVAR1=CC1/(N1-1)
DO 3 I =1,N2
3 C2=C2+OBS2(I)
CMEAN2=C2/N2
DO 4 I =1,N2
OBSV2=(OBS2(I)-CMEAN2)**2
4 CC2=CC2+OBSV2
OBSVAR2=CC2/(N2-1)
DO 5 I =1,N3
5 C3=C3+OBS3(I)
CMEAN3=C3/N3
DO 6 I=1,N3
OBSV3=(OBS3(I)-CMEAN3)**2
6 CC3=CC3+OBSV3
OBSVAR3=CC3/(N3-1)
SS1=((N1-1)*OBSVAR1+(N2-1)*OBSVAR2+(N3-1)*OBSVAR3)/(N1+N2+N3-3)
SS2=(N1+N2+N3-3)*ALOG(SS1)
SS3=(N1-1)*ALOG(OBSVAR1)+(N2-1)*ALOG(OBSVAR2)+(N3-1)*ALOG(OBSVAR3)
SS4=1./(N1-1)+1./(N2-1)+1./(N3-1)
SS5=SS4-1./(N1+N2+N3-3)
SS6=(SS2-SS3)/(1+SS5/6)
IF (SS6.LT.CH1) GOTO 80
IRE1=IRE1+1
GO TO 444
80 IAC1=IAC1+1
444 IF (SS6.LT.CH5) GOTO 111
IRS=IRS+1
GOTO 7

```

111 IAS=IAS+1

C*****C
 C***** CADWELL'S TEST *****C
 C*****C

```

7 AMIN=OBS1(1)
  AMAX=OBS1(1)
  DO 8 I =2,N1
    IF (AMIN.GT.OBS1(I))AMIN=OBS1(I)
8 IF (AMAX.LT.OBS1(I))AMAX=OBS1(I)
  RANGE1=AMAX-AMIN
  AMIN=OBS2(1)
  AMAX=OBS2(1)
  DO 9 I=2,N2
    IF (AMIN.GT.OBS2(I)) AMIN=OBS2(I)
9 IF (AMAX.LT.OBS2(I)) AMAX=OBS2(I)
  RANGE2 = AMAX-AMIN
  AMIN=OBS3(1)
  AMAX=OBS3(1)
  DO 10 I=2,N3
    IF (AMIN.GT.OBS3(I)) AMIN=OBS3(I)
10 IF (AMAX.LT.OBS3(I)) AMAX=OBS3(I)
  RANGE3 =AMAX-AMIN
  AMAX = RANGE1
  AMIN = RANGE1
  IF (AMAX.GT.RANGE2) GOTO 90
  AMAX = RANGE2
  GOTO 100
90 AMIN = RANGE2
100 IF (AMAX.LE.RANGE3) AMAX = RANGE3
  IF (AMIN.GE.RANGE3) AMIN = RANGE3
  CADW = AMAX/AMIN
  IF (CADW.LT.CR1) GOTO 110
  IRE2 = IRE2 + 1
  GOTO 555
110 IAC2 = IAC2 + 1
555 IF (CADW.LT.CRS) GOTO 222
  IR6=IR6 + 1
  GOTO 22
222 IA6=IA6 + 1

```

C*****C
 C***** LEVENE'S TEST *****C
 C*****C

```

22 F1=0.0
  F2=0.0
  F3=0.0
  PP1=0.0
  PP2=0.0
  PP3=0.0
  NN=N1-1
  DO 13 I=1,NN
    DO 13 J =1,NN
      IF(OBS1(J).LT.OBS1(J+1)) GOTO 13
      U = OBS1(J)
      OBS1(J) = OBS1(J+1)
      OBS1(J+1) = U
13 CONTINUE
  AMED1=OBS1((N1+1)/2)
  NN=N2-1
  DO 14 I=1,NN
    DO 14 J=1,NN

```

```

IF (OBS2(J).LT.OBS2(J+1)) GOTO 14
U=OBS2(J)
OBS2(J)=OBS2(J+1)
OBS2(J+1)=U
14 CONTINUE
N=N3-1
AMEI2 = OBS2((N2+1)/2)
DO 15 I=1,NV
DO 15 J=1,NV
IF (OBS3(J).LT.OBS3(J+1)) GOTO 15
U = OBS3(J)
OBS3(J)=OBS3(J+1)
OBS3(J+1)=U
15 CONTINUE
AMEI3 = OBS3((N3+1)/2)
DO 16 I=1,N1
OBSA1(I) = ABS(OBS1(I)-AMEI1)
16 F1=F1+OBSA1(I)
ZME1=F1/N1
DO 17 I=1,N2
OBSA2(I)=ABS(OBS2(I)-AMEI2)
17 F2=F2+OBSA2(I)
ZME2= F2/N2
DO 18 I=1,N3
OBSA3(I)=ABS(OBS3(I)-AMEI3)
18 F3=F3+OBSA3(I)
ZME3=F3/N3
ZZME=(F1+F2+F3)/(N1+N2+N3)
DO 19 I=1,N1
P1=(OBSA1(I)-ZME1)**2
19 PP1=PP1+P1
DO 20 I=1,N2
P2= (OBSA2(I)-ZME2)**2
20 PP2=PP2+P2
DO 21 I=1,N3
P3=(OBSA3(I)-ZME3)**2
21 PP3=PP3+P3
P7=(PP1+PP2+PP3)/(N1+N2+N3-3)
F7=N1*(ZME1-ZZME)**2+N2*(ZME2-ZZME)**2+N3*(ZME3-ZZME)**2
CE=F7/(2.*P7)
IF(CE.LT.W1) GOTO 120
IRE3=IRE3+1
GOTO 666
120 IAC3=IAC3+1
666 IF(CE.LT.W5) GOTO 333
IR7=IR7+1
GOTO 30
333 IA7=IA7+1
30 CONTINUE
WRITE(6,24)N1,AKU(1),SK(1),VA(1),VA(2),VA(3),IRE1,IAC1,IRE2,IAC2,
*IRE3,IAC3,IRS,IAS,IR6,IA6,IR7,IA7
24 FORMAT(//25X,'N1=N2=N3=',I3//25X,'KU=',F6.3,5X,'SK=',F6.3//25X,
*'V1=',F4.0,3X,'V2=',F4.0,3X,'V3=',F4.0,///40X,'ALPHA=0.01',///
*30X,'REJECT',10X,'ACCEPT',//10X,'BARTLETT'S TEST',5X,I4,12X,I4/
*10X,'CADWELL'S TEST',6X,I4,12X,I4/10X,'LEVENE'S TEST',7X,I4,12X,
*I4//27X,'*****'//40X,'ALPHA=0.05',///30X,
*'REJECT',10X,'ACCEPT',//10X,'BARTLETT'S TEST',5X,I4,12X,I4/10X,
*'CADWELL'S TEST',6X,I4,12X,I4/10X,'LEVENE'S TEST',7X,I4,12X,I4)
GOTO 31
50 STOP
END

```



```
C *****
SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X)
COMMON IA
A =0.0
DO 30 I=1,12
CALL RANDOM(IA,IY,RN)
30 A=A+RN
X=EX+(A-6.0)*STD
RETURN
END
C*****
C*****
SUBROUTINE RANDOM(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
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


```

C *****
C *****
C ***** TEST SHAPE OF DISTRIBUTION *****
C *****
C *****
C *****
DOUBLE PRECISION T,S1,B2,AK3,VA
COMMON IA
IA = 65539
READ(5,*)MTYPE,EX,VA,AKU,SK,A1,A2,A3,A4
IF (MTYPE.NE.0) GOTO 77
WRITE (6,1) MTYPE,EX,VA,AKU,SK,A1,A2,A3,A4
FORMAT(/10X,'CHARACTER OF POPULATION WHICH YOU WANT TYPE',I1/10X,
*'MEAN=' ,F6.2,5X,'VARIANCE=' ,F6.2/10X,'KU=' ,F6.3,5X,'SK=' ,F6.3/10X
*, 'LAMDA 1=' ,F12.8,5X,'LAMDA2=' ,F12.8/10X,'LAMDA 3 =' ,F12.8,5X,'LAM
*DA 4=' ,F12.8/)
T=0.0
S1=0.0
AK3=0.0
B2=0.0
IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 18
A1=A1*DSORT(VA)+EX
A2=A2/DSORT(VA)
DO 2 I=1,100000
CALL RANDOM(IA,IY,RN)
C=A1+(RN**A3-(1-RN)**A4)/A2
T = T+C
GOTO 19
3 STD =DSORT(VA)
DO 6 I=1,100000
CALL NORMAL(EX,STD,X)
C = X
T=T+C
EX1=T/100000.
DO 3 I=1,100000
ST=C-EX1
AK2=ST**4
S=ST**2
S1=S1+S
AK3=AK3+AK2
B1=ST**3
3 B2=B2+B1
AK4=AK3/100000.
S2=S1/100000.
AK5=AK4/S2**2
B3=B2/100000.
B4=B3/S2**(1.5)
WRITE(6,7)EX1,S2,AK5,B4
7 FORMAT(/10X,'THE REAL POPULATION IS'/10X,'MEAN =' ,F8.4,5X,'VARIANC
*'E=' ,F8.4/10X,'KU =' ,F6.4/10X,'SK =' ,F6.4/)
GOTO 10
77 STOP
END

```

```

C*****
SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X)
DOUBLE PRECISION T,S1,B2,AK3,VA
COMMON IA
A=0.0
DO 30 I=1,12
CALL RANDOM(IA,IY,RN)
30 A=A+RN
X=EX+(A-6.0)*STD
RETURN
END
C*****
SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)
DOUBLE PRECISION T,S1,B2,AK3,VA
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

```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ 3 ประเภท ที่ระดับ $\alpha = 0.01$ ซึ่งกำหนดจำนวนซ้ำของการทดลอง 15,000 ครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5

การแจกแจง	ตัวสถิติ	$\sigma_1^2 : \sigma_2^2 : \sigma_3^2$			
		1 : 1 : 1	1 : 1.2 : 1.3	1 : 1.2 : 1.3	1 : 1.3 : 1.4
แบบปกติ	χ^2	0.0084	0.0086	0.0092	0.0098
	C	0.0088	0.0092	0.0098	0.0102
	W'	0.00006	0.00013	0.00013	0.00013
แบบพลาติเคอร์ติก (K,S) = (2.8,0.25)	χ^2	0.0092	0.0092	0.0096	0.0099
	C	0.0089	0.0102	0.0102	0.0104
	W'	0.00013	0.00013	0.00013	0.0002
แบบเมโซเคอร์ติก (K,S) = (3.0,0.75)	χ^2	0.0106	0.0112	0.0116	0.0122
	C	0.0107	0.0110	0.0111	0.0111
	W'	0.00008	0.0002	0.0002	0.00026
แบบเมโซเคอร์ติก (K,S) = (3.0,0.75)	χ^2	0.0123	0.0133	0.0138	0.0151
	C	0.0123	0.0124	0.0126	0.013
	W'	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ 3 ประเภท ที่ระดับ $\alpha = 0.01$ ซึ่งกำหนดจำนวนซ้ำของการทดลอง 25,000 ครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5

การแจกแจง	ตัวสถิติ	$\sigma_1^2 : \sigma_2^2 : \sigma_3^2$			
		1 : 1 : 1	1 : 1.1 : 1.2	1 : 1.2 : 1.3	1 : 1.3 : 1.4
แบบพลาติเคอร์ติด (K,S) = (2.8,0.75)	χ^2	0.0140	0.0145	0.0154	0.0160
	C	0.0141	0.0142	0.0151	0.0154
	W	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
แบบพลาติเคอร์ติด (K,S) = (2.8,0.5)	χ^2	0.0098	0.0106	0.0112	0.0113
	C	0.0106	0.0106	0.0107	0.0113
	W	0.00008	0.00008	0.0001	0.0001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Use of range in testing heterogeneity of variance

Table 1 (continued)

$n \backslash k$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Upper 0.5% points										
3	20.05	30.09	38.43	45.82	52.58	58.82	64.70	70.28	75.60	80.71	85.62
4	8.825	11.78	14.03	15.91	17.55	19.01	20.35	21.58	22.73	23.81	24.83
5	5.897	7.427	8.537	9.436	10.20	10.88	11.48	12.03	12.54	13.01	13.45
6	4.636	5.638	6.345	6.907	7.379	7.789	8.153	8.482	8.783	9.060	9.319
7	3.947	4.691	5.205	5.608	5.943	6.232	6.488	6.717	6.925	7.117	7.294
8	3.516	4.109	4.514	4.828	5.088	5.310	5.508	5.681	5.839	5.984	6.118
9	3.220	3.717	4.053	4.311	4.523	4.705	4.863	5.005	5.133	5.249	5.357
10	3.005	3.435	3.723	3.944	4.124	4.278	4.412	4.531	4.638	4.736	4.826
11	2.840	3.223	3.476	3.669	3.827	3.961	4.077	4.180	4.273	4.358	4.436
13	2.606	2.922	3.129	3.286	3.414	3.521	3.614	3.697	3.771	3.838	3.900
16	2.383	2.640	2.807	2.932	3.033	3.118	3.192	3.257	3.315	3.367	3.415
21	2.167	2.371	2.502	2.600	2.678	2.744	2.800	2.850	2.894	2.934	2.971
31	1.951	2.107	2.206	2.279	2.337	2.386	2.427	2.463	2.496	2.525	2.551
61	1.719	1.830	1.899	1.950	1.990	2.024	2.053	2.078	2.101	2.121	2.140
∞	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Table 2. Efficiency ratios for proposed test against that of Hartley

$n \backslash k$	Upper 5% points				Upper 1% points			
	2	4	8	12	2	4	8	12
3	1.003	1.006	1.006	1.007	1.004	1.004	1.007	1.007
5	1.019	1.023	1.028	1.033	1.020	1.020	1.019	1.028
10	1.051	1.067	1.078	1.086	1.064	1.078	1.082	1.084
21	1.090	1.115	1.135	1.146	1.114	1.137	1.151	1.159
61	1.129	1.172	1.204	1.222	1.174	1.202	1.250	1.254

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอารยา กุลานุษย์ เกิดเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2500 สำเร็จ
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (เกียรตินิยม) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เมื่อปีการ
ศึกษา 2520 และสำเร็จปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรี-
นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อปีการศึกษา 2525 เข้าศึกษาในภาควิชาสถิติ คณะพาณิชย-
ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2523 บัณฑิตรับราชการ
ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย