รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2544). **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูลเวอร์ชั่น 7-10.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้ สตูดิโอ.

ดิเรก ศรีสุโข. (2533). การทดสอบสมมติฐานด้วยไคสแควร์. **วิธีวิทยาการวิจัย** ฉบับพิเศษ (กรกฎาคม): 107-129.

พิมเพ็ญ กลับอุดม. (2534). **การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบระหว่างสถิติทดสอบเอชของครัลคัล-วอลลิศกับสถิติทดสอบไคสแควร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันทิพย์ เดชชูไชย. (2529). **การศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความเป็นอิสระระหว่างตัวแปร 2 ตัวโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการทดสอบไคสแควร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิศิษฐ์ เสรีอรุโณ. (2531). **ความแม่นยำในการใช้การทดสอบไคสแควร์สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนเมื่อความถี่ที่คาดหวังมีขนาดเล็ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีณา เตชะพนาดร. (2529). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สหพันธ์กับค่าทดสอบไคสแควร์โดยการจำลองแบบ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรานันท์ พงศาภักดี. (2544). **การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงกลุ่ม: ทฤษฎีและการประยุกต์ (กับ GLIM และ SPSS/ FW).** พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

สมเพลิน เกษมรัตนสันติ. (2532). **การวิเคราะห์ทวิตัวแปรและพหุตัวแปรของข้อมูลแบบตาราง.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บพิธการพิมพ์.

สุชาดา กีระนันทน์. (2534). **อนุมานเชิงสถิติ: ทฤษฎีขั้นต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2533). **การวิเคราะห์จำแนกประเภท.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Agresti, A. (1990). **Categorical data analysis.** New York: John Wiley & Sons.

Agresti, A. (1996). **An Introduction to Categorical Data Analysis.** New York: John Wiley & Sons.

Berry, K. J., and Mielke, P. W. (1988). Monte Carlo Comparisons of the Asymptotic Chi-Square and Likelihood-Ratio Tests With the Nonasymptotic Chi-Square Test for Sparse r X c Tables. **Psychological Bulletin** 103: 256-264.

Camilli, G., and Hopkins, K. D. (1978). Applicability of chi-square to 2×2 contingency tables with small expected cell frequencies. **Psychological Bulletin** 85: 163-167.

Cochran, W. G. (1954). Some Methods for Strengthening the Common Tests. **Biometrics** 10: 417-451.

Daniel, W. W. (1987). **Biostatistics : A Foundation for Analysis in the Health Sciences.** New York: John Wiley & Sons.

Everitt, B. S. (1992). **The Analysis of Contingency Tables.** Great Britain: Chapman & Hall.

Fisher, R. A. (1934). **Statistical methods for research workers.** Edinburgh: Oliver and Boyd.

Fisher, R. A. (1935). **The design of experiments.** Edinburgh: Oliver and Boyd.

Howell, D. C. (1997). **Statistical methods for psychology.** 4th ed. California: Duxbury Press.

Howell, D. C. (1999). **Fundamental statistics for the behavioral sciences.** California: Duxbury Press.

Kroll, N. E. A. (1989). Testing Independence in 2 X 2 Contingency Tables. **Journal of Educational statistics** 14: 47-79.

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

Parshall, C. G., and Kromrey, J. D. (1996). Tests of independence in contingency tables with small samples : a comparison of statistical power. **Educational and Psychological Measurement** 56: 26-44.

Roscoe, J. T., and Byars, J. A. (1971). 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: 755-759.

Starmer, C. F., Grizzed, J. E., and Sen, P. K. (1974). Comment Some Reasons for Not Usting the Yates Continuity Correction on 2 × 2 Contingency Table. **Journal of the American statistical Association** 69: 374-382.

Swinscow, T. D. V. (1977). **Statistics at square one.** 2nd ed. London: British Method Association.

Wilks, S. S. (1935). The Likelihood Test of Independence in Contingency Table. **Annuals of Mathematics and Statistics** 6: 190-196.

Wilks, S. S. (1938). The Large-Sample Distribution of the Likelihood Ratio for Testing Composite Hypothesis. **Annuals of Mathematics and Statistics** 9: 60-62.

Yamame, T. (1973). **Statistics An Introductory Analysis.** 3rd ed. New York: Harper & Row.

Yates, F. (1934). Contingency tables involving small numbers and the chi-square test. **Journal of Royal Statistical Society** 1: 217-235.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโปรแกรม เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สำหรับตารางการณ์จรขนาด 2 × 2

```
MACRO
INDEPENDENCE
MCOLUMN ROW1 ROW2 COL1 COL2 P11 P12 P21 P22
MCOLUMN OBS O11 O12 O21 O22 SUMR1 SUMR2 SUMC1 SUMC2
MCOLUMN E11 E12 E21 E22 TOTAL
MCOLUMN R1 R2 R3 R4 SUMR X2C GC X2Y P C1 C2 C3 C5 C6 C8 C9 C10
MCOLUMN C11 C12 C13 C14 C20 C21 C22 C23
MCONSTANT N R K K1 K2 K3 K4 K5 K6 K10 K11 K12 K17
MCONSTANT CAX2C01 T1X2C01 CAX2C05 T1X2C05 CAGC01 T1GC01 CAGC05 T1GC05
MCONSTANT CAX2Y01 T1X2Y01 CAX2Y05 T1X2Y05 CAFish01 T1Fish01 CAFish05 T1Fish05
MCONSTANT IX2C01 IX2C05 IGC01 IGC05 IX2Y01 IX2Y05 IFish01 IFish05
    LET ROW1 = .5
    LET ROW2 = .5
    LET COL1 = .5
    LET COL2 = .5
    LET P11 = ROW1 * COL1
    LET P12 = P11 + (ROW1 * COL2)
    LET P21 = P12 + (ROW2 * COL1)
    LET P22 = P21 + (ROW2 * COL2)
    LET N= 25
    NAME C1 = 'C1'
    NAME C2 = 'C2'
    NAME C3 = 'TOTAL'
    NAME C20 = 'n'
    NAME C21 = 'LOGe(n)'
    LET R = 0
    LET K = 0
    LET CAX2C01= 0
    LET T1X2C01= 0
    LET CAX2C05 = 0
    LET T1X2C05 = 0
    LET CAGC01= 0
    LET T1GC01= 0
    LET CAGC05 = 0
    NAME C22 = 'LOGe(n!)'
    NAME C23 = 'LOGE(a!b!C!d!)'
    NAME C10 = 'a'
    NAME C11 = 'b'
    NAME C12 = 'C'
    LET T1GC05 = 0
    LET CAX2Y01= 0
    LET T1X2Y01 =0
    LET CAX2Y05 = 0
    LET T1X2Y05 = 0
    LET CAFish01 = 0
    LET T1Fish01 = 0
    LET CAFish05 = 0
    LET T1Fish05 = 0
    NAME C13 = 'd'
    NAME C14 = 'table-P'
    MLABEL 999
        LET SUMR = 0
        WHILE SUMR <> 1
            RANDOM N OBS;
                UNIFORM 0.0 1.0.
        LET C1(1) = O11
        LET O11 = SUM(0 < OBS And OBS <= P11)
        LET C2(1) = O12
        LET O12= SUM(P11 < OBS And OBS <= P12)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET C1(2) = O21
LET O21 = SUM(P12 < OBS  And OBS <= P21)
LET C2(2) = O22
LET O22 = SUM(P21 < OBS  And OBS <= P22)
IF O11 =0
   GO TO 999
ELSEIF O12 = 0
   GO TO 999
ELSEIF O21 = 0
   GO TO 999
ELSEIF O22 = 0
   GO TO 999
ENDIF
     LET R=R+1
     LET SUMR1 =O11 +O12
     LET SUMR2 = O21 + O22
     LET SUMC1 =O11 + O21
     LET SUMC2 = O12 + O22
     LET E11 = (SUMR1 *SUMC1) / N
     LET E12 = (SUMR1 * SUMC2) / N
     LET E21 = (SUMR2 * SUMC1) / N
     LET E22 = (SUMR2 * SUMC2) / N
     LET R1 = COUNT(E11) And E11 < 5
     LET R2 = COUNT(E12) And E12 < 5
     LET R3 = COUNT(E21) And E21 < 5
     LET R4 = COUNT(E22) And E22 < 5
     LET SUMR = R1 + R2 + R3 + R4
     IF R = 10001
          EXIT
     ENDIF
  ENDWHILE
LET K = K + 1
LET X2C = ((O11 - E11)**2) / E11 + ((O12 - E12)**2) / E12 + ((O21 - E21)**2) / E21 +
     ((O22 - E22)**2) / E22
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET GC = 2 * ((O11 * LOGE(O11 / E11))+(O12 * LOGE(O12 / E12))+(O21 * LOGE(O21 / E21))+
        (O22 * LOGE(O22 / E22)))
LET X2Y = ((ABSO(O11-E11)-0.5)**2) / E11+((ABSO(O12-E12)-0.5)**2) / E12 +
        ((ABSO(O21-E21)-0.5)**2) / E21+((ABSO(O22-E22)-0.5)**2) / E22
IF MIN(C1) <= MIN(C2)
   COPY C1 C2 C8 C9
ELSE
   COPY C1 C2 C9 C8
ENDIF
SORT C8 C9 C8 C9;
   BY C8.
LET K1 = C8(1) + C9(1)
LET K2 = C8(2) + C9(2)
LET K3 = C8(1) + C8(2)
LET K4 = C9(1) + C9(2)
LET K5 = C8(1)
LET K6 = K1 + K2
SET C20
    1 1:K6
END
LET C21 = LOGE(C20)
PARSUMS C21 C22
LET K17 = C22(K1+1) + C22(K2+1) + C22(K3+1) + C22(K4+1)
LET K17 = K17 - C22(K6+1)
IF K1 < K3
  LET K10 = K1
ELSE
  LET K10 = K3
ENDIF
SET C10
  0:K10
END
LET C11 = K1 - C10
LET C12 = K3 - C10
LET C13 = K4 - C11
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET K10 = COUNT(C10)
DO K11 = 1:K10
    LET C23(K11) = C22(C10(K11)+1) + C22(C11(K11)+1) + C22(C12(K11)+1) + C22(C13(K11)+1)
    LET C14(K11) = EXPO(K17 - C23(K11))
ENDDO
LET C6(4) = C14(K5+1)
IF K5 > 0
    DO K11 = 1:K5
        LET C6(4) = C6(4) + C14(K11)
    ENDDO
ENDIF
IF X2C < 6.63
    LET CAX2C01= CAX2C01+ 1
ELSE
    LET T1X2C01 = T1X2C01 + 1
ENDIF
IF X2C < 3.84
    LET CAX2C05= CAX2C05+ 1
ELSE
    LET T1X2C05 = T1X2C05 + 1
ENDIF
IF GC < 6.63
    LET CAGC01= CAGC01+ 1
ELSE
    LET T1GC01 = T1GC01 + 1
ENDIF
IF GC < 3.84
    LET CAGC05= CAGC05+ 1
ELSE
    LET T1GC05 = T1GC05 + 1
ENDIF
IF X2Y < 6.63
    LET CAX2Y01= CAX2Y01+ 1
ELSE
    LET T1X2Y01 = T1X2Y01 + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
ENDIF
IF X2Y < 3.84
   LET CAX2Y05= CAX2Y05+ 1
ELSE
   LET T1X2Y05 = T1X2Y05 + 1
ENDIF
IF C6(4) > 0.01
   LET CAFish01= CAFish01+ 1
ELSE
   LET T1Fish01 = T1Fish01 + 1
ENDIF
IF C6(4) > 0.05
   LET CAFish05= CAFish05+ 1
ELSE
   LET T1Fish05 = T1Fish05 + 1
ENDIF
LET  IX2C01 = T1X2C01/K
LET  IX2C05 = T1X2C05/K
LET  IGC01 = T1GC01/K
LET  IGC05 = T1GC05/K
LET  IX2Y01 = T1X2Y01/K
LET  IX2Y05 = T1X2C05/K
LET  IFish01 =  T1Fish01/K
LET  IFish05 =  T1Fish05/K
PRINT  R K IX2C01 IGC01  IX2Y01  IFish01  IX2C05  IGC05  IX2Y05  IFish05
GO TO 999
ENDMACRO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโปรแกรม เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สำหรับตารางการณ์จรขนาด 2 × 2

```
MACRO
INDEPENDENCE
MCOLUMN ROW1 ROW2 COL1 COL2 P11 P12 P21 P22
MCOLUMN OBS  O11  O12  O21  O22  SUMR1 SUMR2 SUMC1 SUMC2
MCOLUMN E11 E12 E21 E22 TOTAL
MCOLUMN R1 R2 R3 R4 SUMR X2C GC X2Y P C1 C2 C3 C5 C6 C8 C9 C10
MCOLUMN C11 C12 C13 C14 C20 C21 C22 C23
MCONSTANT N R K K1 K2 K3 K4 K5 K6 K10 K11 K12 K17
MCONSTANT CAX2C01 T1X2C01 CAX2C05 T1X2C05 CAGC01 T1GC01 CAGC05 T1GC05
MCONSTANT CAX2Y01 T1X2Y01 CAX2Y05 T1X2Y05 CAFish01 T1Fish01 CAFish05 T1Fish05
MCONSTANT IX2C01 IX2C05 IGC01 IGC05 IX2Y01 IX2Y05 IFish01 IFish05
    LET ROW1 = .5
    LET ROW2 = .5
    LET COL1 = .5
    LET COL2 = .5
    LET P11 = ROW1 * COL1
    LET P12 = P11 + (ROW1 * COL2)
    LET P21 = P12 + (ROW2 * COL1)
    LET P22 = P21 + (ROW2 * COL2)
    LET N= 25
    NAME C1 = 'C1'
    NAME C2 = 'C2'
    NAME C3 = 'TOTAL'
    NAME C20 = 'n'
    NAME C21 = 'LOGe(n)'
    LET R = 0
    LET K = 0
    LET CAX2C01= 0
    LET T1X2C01= 0
    LET CAX2C05 = 0
    LET T1X2C05 = 0
    LET CAGC01= 0
    LET T1GC01= 0
    LET CAGC05 = 0
    NAME C22 = 'LOGe(n!)'
    NAME C23 = 'LOGE(a!b!C!d!)'
    NAME C10 = 'a'
    NAME C11 = 'b'
    NAME C12 = 'C'
    LET T1GC05 = 0
    LET CAX2Y01= 0
    LET T1X2Y01 =0
    LET CAX2Y05 = 0
    LET T1X2Y05 = 0
    LET CAFish01 = 0
    LET T1Fish01 = 0
    LET CAFish05 = 0
    LET T1Fish05 = 0
    NAME C13 = 'd'
    NAME C14 = 'table-P'
    MLABEL 999
        LET SUMR = 0
        WHILE SUMR <> 2
            RANDOM N OBS;
                UNIFORM 0.0 1.0.
        LET C1(1) = O11
        LET O11 = SUM(0 < OBS And OBS <= P11)
        LET C2(1) = O12
        LET O12= SUM(P11 < OBS And OBS <= P12)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET C1(2) = O21
LET O21 = SUM(P12 < OBS  And OBS <= P21)
LET C2(2) = O22
LET O22 = SUM(P21 < OBS  And OBS <= P22)
IF O11 =0
   GO TO 999
ELSEIF O12 = 0
   GO TO 999
ELSEIF O21 = 0
   GO TO 999
ELSEIF O22 = 0
   GO TO 999
ENDIF
      LET R=R+1
      LET SUMR1 =O11 +O12
      LET SUMR2 = O21 + O22
      LET SUMC1 =O11 + O21
      LET SUMC2 = O12 + O22
      LET E11 = (SUMR1 *SUMC1) / N
      LET E12 = (SUMR1 * SUMC2) / N
      LET E21 = (SUMR2 * SUMC1) / N
      LET E22 = (SUMR2 * SUMC2) / N
      LET R1 = COUNT(E11) And E11 < 5
      LET R2 = COUNT(E12) And E12 < 5
      LET R3 = COUNT(E21) And E21 < 5
      LET R4 = COUNT(E22) And E22 < 5
      LET SUMR = R1 + R2 + R3 + R4
      IF R = 10001
            EXIT
      ENDIF
   ENDWHILE
LET K = K + 1
LET X2C = ((O11 - E11)**2) / E11 + ((O12 - E12)**2) / E12 + ((O21 - E21)**2) / E21 +
      ((O22 - E22)**2) / E22
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET GC = 2 * ((O11 * LOGE(O11 / E11))+(O12 * LOGE(O12 / E12))+(O21 * LOGE(O21 / E21))+
        (O22 * LOGE(O22 / E22)))
LET X2Y = ((ABSO(O11-E11)-0.5)**2) / E11+((ABSO(O12-E12)-0.5)**2) / E12 +
        ((ABSO(O21-E21)-0.5)**2) / E21+((ABSO(O22-E22)-0.5)**2) / E22
IF MIN(C1) <= MIN(C2)
   COPY C1 C2 C8 C9
ELSE
   COPY C1 C2 C9 C8
ENDIF
SORT C8 C9 C8 C9;
   BY C8.
LET K1 = C8(1) + C9(1)
LET K2 = C8(2) + C9(2)
LET K3 = C8(1) + C8(2)
LET K4 = C9(1) + C9(2)
LET K5 = C8(1)
LET K6 = K1 + K2
SET C20
   1 1:K6
END
LET C21 = LOGE(C20)
PARSUMS C21 C22
LET K17 = C22(K1+1) + C22(K2+1) + C22(K3+1) + C22(K4+1)
LET K17 = K17 - C22(K6+1)
IF K1 < K3
  LET K10 = K1
ELSE
  LET K10 = K3
ENDIF
SET C10
  0:K10
END
LET C11 = K1 - C10
LET C12 = K3 - C10
LET C13 = K4 - C11
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
LET K10 = COUNT(C10)
DO K11 = 1:K10
   LET C23(K11) = C22(C10(K11)+1) + C22(C11(K11)+1) + C22(C12(K11)+1) + C22(C13(K11)+1)
   LET C14(K11) = EXPO(K17 - C23(K11))
ENDDO
LET C6(4) = C14(K5+1)
IF K5 > 0
   DO K11 = 1:K5
      LET C6(4) = C6(4) + C14(K11)
   ENDDO
ENDIF
IF X2C < 6.63
   LET CAX2C01= CAX2C01+ 1
ELSE
   LET T1X2C01 = T1X2C01 + 1
ENDIF
IF X2C < 3.84
   LET CAX2C05= CAX2C05+ 1
ELSE
   LET T1X2C05 = T1X2C05 + 1
ENDIF
IF GC < 6.63
   LET CAGC01= CAGC01+ 1
ELSE
   LET T1GC01 = T1GC01 + 1
ENDIF
IF GC < 3.84
   LET CAGC05= CAGC05+ 1
ELSE
   LET T1GC05 = T1GC05 + 1
ENDIF
IF X2Y < 6.63
   LET CAX2Y01= CAX2Y01+ 1
ELSE
   LET T1X2Y01 = T1X2Y01 + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
ENDIF
IF X2Y < 3.84
   LET CAX2Y05= CAX2Y05+ 1
ELSE
   LET T1X2Y05 = T1X2Y05 + 1
ENDIF
IF C6(4) > 0.01
   LET CAFish01= CAFish01+ 1
ELSE
   LET T1Fish01 = T1Fish01 + 1
ENDIF
IF C6(4) > 0.05
   LET CAFish05= CAFish05+ 1
ELSE
   LET T1Fish05 = T1Fish05 + 1
ENDIF
LET  IX2C01 = T1X2C01/K
LET  IX2C05 = T1X2C05/K
LET  IGC01 = T1GC01/K
LET  IGC05 = T1GC05/K
LET  IX2Y01 = T1X2Y01/K
LET  IX2Y05 = T1X2C05/K
LET  IFish01 =  T1Fish01/K
LET  IFish05 =  T1Fish05/K
PRINT  R K IX2C01 IGC01  IX2Y01  IFish01  IX2C05  IGC05  IX2Y05  IFish05
GO TO 999
ENDMACRO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโปรแกรม เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สำหรับตารางการณ์จรขนาด 3 × 4

```
MACRO
INDEPENDENCE
MCOLUMN   ROW1 ROW2 ROW3 COL1 COL2 COL3 COL4
MCOLUMN   P11 P12 P13 P14 P21 P22 P23 P24 P31 P32 P33 P34
MCOLUMN   OBS  O11  O12   O13 O14 O21 O22 O23 O24 O31 O32 O33 O34
MCOLUMN   SUMR1 SUMR2 SUMR3 SUMC1 SUMC2  SUMC3 SUMC4
MCOLUMN   E11  E12 E13 E14   E21  E22 E23 E24 E31 E32 E33 E34
MCOLUMN   R11  R12   R13  R14 R21 R22 R23 R24 R31 R32 R33 R34   SUMR  X2C  GC
MCONSTANT  N  R  K A  AA  AAA B BB  BBB
MCONSTANT  CAX2C01 T1X2C01  CAX2C05  T1X2C05  CAGC01  T1GC01  CAGC05  T1GC05
MCONSTANT  IX2C01  IX2C05  IGC01 IGC05
LET  ROW1 = .45
LET  ROW2 = .45
LET  ROW3  = .1
LET  COL1  = .4
LET  COL2  = .3
LET  COL3  = .2
LET  COL4  = .1
LET  P11  = ROW1 * COL1
LET  P12  = P11 + (ROW1 * COL2)
LET  P13  = P12 + (ROW1 * COL3)
LET  P14  = P13 + (ROW1 * COL4)
LET  P21  = P14 + (ROW2 * COL1)
LET  P22  = P21 + (ROW2 * COL2)
LET  P23  = P22 + (ROW2 * COL3)
LET  P24  = P23 + (ROW2 * COL4)
LET  P31  = P24 + (ROW3 * COL1)
LET  P32  = P31 + (ROW3 * COL2)
LET P33   = P32 + (ROW3 * COL3)
LET  P34  = P33 + (ROW3 * COL4)
LET N =80
LET R = 0
LET K = 0
LET A = 0
LET AA = 0
LET AAA = 0
LET B = 0
LET BB = 0
LET BBB = 0
LET CAX2C01= 0
LET T1X2C01= 0
LET CAX2C05 = 0
LET T1X2C05 = 0
LET CAGC01= 0
LET T1GC01= 0
LET CAGC05 = 0
LET T1GC05 = 0
    MLABEL 999
        LET SUMR = 0
        WHILE   SUMR <> 1 and  SUMR <> 2 and SUMR <> 3
              RANDOM N OBS;
                UNIFORM 0.0 1.0.
```

```
LET O11 = SUM(0 < OBS  And OBS <= P11)
LET O12= SUM(P11 < OBS  And OBS <= P12)
LET O13= SUM(P12 < OBS  And OBS <=P13)
LET O14 = SUM(P13 < OBS  And OBS <= P14)
LET O21 = SUM(P14 < OBS  And OBS <= P21)
LET O22 = SUM(P21 < OBS  And OBS <= P22)
LET O23 = SUM(P22 < OBS  And OBS <= P23)
LET O24 = SUM(P23 < OBS  And OBS <=P24)
LET O31 = SUM(P24 < OBS  And OBS <= P31)
LET O32 = SUM(P31 < OBS  And OBS <=P32)
LET O33 = SUM(P32 < OBS  And OBS <= P33)
LET O34 = SUM(P33 < OBS  And OBS <= P34)
IF O11 = 0
GO TO 999
ELSEIF O12 = 0
GO TO 999
ELSEIF O13 = 0
GO TO 999
ELSEIF O14 = 0
GO TO 999
ELSEIF O21 = 0
GO TO 999
ELSEIF O22 = 0
GO TO 999
ELSEIF O23 = 0
GO TO 999
ELSEIF O24 = 0
GO TO 999
ELSEIF O31 = 0
GO TO 999
ELSEIF O32 = 0
GO TO 999
ELSEIF O33 = 0
GO TO 999
ELSEIF O34 = 0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
GO TO 999
ENDIF
    LET R=R+1
    LET SUMR1 = O11 + O12 + O13 + O14
    LET SUMR2 = O21 + O22 + O23 + O24
    LET SUMR3 = O31 + O32 + O33 + O34
    LET SUMC1 = O11 + O21 + O31
    LET SUMC2 = O12 + O22 + O32
    LET SUMC3 = O13 + O23 + O33
    LET SUMC4 = O14 + O24 + O34
    LET E11 = (SUMR1 *SUMC1) / N
    LET E12 = (SUMR1 * SUMC2) / N
    LET E13 = (SUMR1 * SUMC3) / N
    LET E14 = (SUMR1 * SUMC4) / N
    LET E21 = (SUMR2 * SUMC1) / N
    LET E22 = (SUMR2 * SUMC2) / N
    LET E23 = (SUMR2 * SUMC3) / N
    LET E24 = (SUMR2 * SUMC4) / N
    LET E31 = (SUMR3 * SUMC1) / N
    LET E32 = (SUMR3 * SUMC2) / N
    LET E33 = (SUMR3 * SUMC3) / N
    LET E34 = (SUMR3 * SUMC4) / N
    LET R11 = COUNT(E11) And E11 < 5
    LET R12 = COUNT(E12) And E12 < 5
    LET R13 = COUNT(E13) And E13 < 5
    LET R14 = COUNT(E14) And E14 < 5
    LET R21 = COUNT(E21) And E21 < 5
    LET R22 = COUNT(E22) And E22 < 5
    LET R23 = COUNT(E23) And E23 < 5
    LET R24 = COUNT(E24) And E24 < 5
    LET R31 = COUNT(E31) And E31 < 5
    LET R32 = COUNT(E32) And E32 < 5
    LET R33 = COUNT(E33) And E33 < 5
    LET R34 = COUNT(E34) And E34 < 5
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            LET SUMR = R11 + R12 + R13 + R14 + R21 + R22 + R23 + R24
                     + R31 + R32 + R33 + R34
            IF R = 10001
              EXIT
            ENDIF
        ENDWHILE
        LET K = K + 1
        LET A = ((O11 - E11)**2) / E11 + ((O12 - E12)**2) / E12  + ((O13 - E13)**2) / E13
              + ((O14 - E14)**2) / E14
        LET AA =  ((O21 - E21)**2) / E21 + ((O22 - E22)**2) / E22 + ((O23 - E23)**2) / E23
               + ((O24 - E24)**2) / E24
        LET AAA = ((O31 - E31)**2) / E31 + ((O32 - E32)**2) / E32 + ((O33 - E33)**2) / E33
                + ((O34 - E34)**2) / E34
        LET X2C =  A + AA + AAA
        LET B =  (O11 * LOGE(O11 / E11))+(O12 * LOGE(O12 / E12))+(O13 * LOGE(O13 / E13))
              +(O14 * LOGE(O14 / E14))
        LET BB =  (O21 * LOGE(O21 / E21))+(O22 * LOGE(O22 / E22))+(O23 * LOGE(O23 / E23))
               +(O24 * LOGE(O24 / E24))
        LET BBB =  (O31 * LOGE(O31 / E31))+(O32 * LOGE(O32 / E32))+(O33 * LOGE(O33 / E33))
                +(O34 * LOGE(O34 / E34))
        LET GC = 2 * ( B + BB + BBB )
IF X2C <16.81
   LET CAX2C01= CAX2C01+ 1
ELSE
   LET T1X2C01 = T1X2C01 + 1
ENDIF
IF X2C <12.59
   LET CAX2C05= CAX2C05+ 1
ELSE
   LET T1X2C05 = T1X2C05 + 1
ENDIF
IF GC < 16.81
   LET CAGC01= CAGC01+ 1
ELSE
   LET T1GC01 = T1GC01 + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
ENDIF
IF GC < 12.59
   LET CAGC05= CAGC05+ 1
ELSE
   LET T1GC05 = T1GC05 + 1
ENDIF
   LET  IX2C01 = T1X2C01/k
   LET  IX2C05 = T1X2C05/k
   LET  IGC01 = T1GC01/k
   LET  IGC05 = T1GC05/k
   PRINT R K N  IX2C01  IGC01 IX2C05  IGC05
   GO TO 999
ENDMACRO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโปรแกรม เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สำหรับตารางการณ์จรขนาด 3 × 4

```
MACRO
INDEPENDENCE
MCOLUMN   ROW1 ROW2 ROW3 COL1 COL2 COL3 COL4
MCOLUMN   P11 P12 P13 P14 P21 P22 P23 P24 P31 P32 P33 P34
MCOLUMN   OBS  O11  O12   O13 O14 O21 O22 O23 O24 O31 O32 O33 O34
MCOLUMN   SUMR1 SUMR2 SUMR3 SUMC1 SUMC2  SUMC3 SUMC4
MCOLUMN   E11  E12 E13 E14   E21  E22 E23 E24 E31 E32 E33 E34
MCOLUMN   R11  R12   R13  R14 R21 R22 R23 R24 R31 R32 R33 R34   SUMR  X2C  GC
MCONSTANT  N  R  K A  AA  AAA B BB  BBB
MCONSTANT  CAX2C01 T1X2C01  CAX2C05  T1X2C05 CAGC01  T1GC01  CAGC05  T1GC05
MCONSTANT  IX2C01  IX2C05  IGC01 IGC05
LET  ROW1 = .45
LET  ROW2 = .45
LET  ROW3  = .1
LET  COL1  = .4
LET  COL2  = .3
LET  COL3  = .2
LET  COL4  = .1
LET  P11  = ROW1 * COL1
LET  P12  = P11 + (ROW1 * COL2)
LET  P13  = P12 + (ROW1 * COL3)
LET  P14  = P13 + (ROW1 * COL4)
LET  P21  = P14 + (ROW2 * COL1)
LET  P22  = P21 + (ROW2 * COL2)
LET  P23  = P22 + (ROW2 * COL3)
LET  P24  = P23 + (ROW2 * COL4)
LET  P31  = P24 + (ROW3 * COL1)
LET  P32  = P31 + (ROW3 * COL2)
LET P33   = P32 + (ROW3 * COL3)
LET  P34  = P33 + (ROW3 * COL4)
LET N =80
LET R = 0
LET K = 0
LET A = 0
LET AA = 0
LET AAA = 0
LET B = 0
LET BB = 0
LET BBB = 0
LET CAX2C01= 0
LET T1X2C01= 0
LET CAX2C05 = 0
LET T1X2C05 = 0
LET CAGC01= 0
LET T1GC01= 0
LET CAGC05 = 0
LET T1GC05 = 0
    MLABEL 999
        LET SUMR = 0
        WHILE   SUMR <> 4 and  SUMR <> 5 and SUMR <> 6
              RANDOM N OBS;
                 UNIFORM 0.0 1.0.
```

```
LET O11 = SUM(0 < OBS  And OBS <= P11)
LET O12= SUM(P11 < OBS  And OBS <= P12)
LET O13= SUM(P12 < OBS  And OBS <=P13)
LET O14 = SUM(P13 < OBS  And OBS <= P14)
LET O21 = SUM(P14 < OBS  And OBS <= P21)
LET O22 = SUM(P21 < OBS  And OBS <= P22)
LET O23 = SUM(P22 < OBS  And OBS <= P23)
LET O24 = SUM(P23 < OBS  And OBS <=P24)
LET O31 = SUM(P24 < OBS  And OBS <= P31)
LET O32 = SUM(P31 < OBS  And OBS <=P32)
LET O33 = SUM(P32 < OBS  And OBS <= P33)
LET O34 = SUM(P33 < OBS  And OBS <= P34)
IF O11 = 0
GO TO 999
ELSEIF O12 = 0
GO TO 999
ELSEIF O13 = 0
GO TO 999
ELSEIF O14 = 0
GO TO 999
ELSEIF O21 = 0
GO TO 999
ELSEIF O22 = 0
GO TO 999
ELSEIF O23 = 0
GO TO 999
ELSEIF O24 = 0
GO TO 999
ELSEIF O31 = 0
GO TO 999
ELSEIF O32 = 0
GO TO 999
ELSEIF O33 = 0
GO TO 999
ELSEIF O34 = 0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
GO TO 999
ENDIF
    LET R=R+1
    LET SUMR1 = O11 + O12 + O13 + O14
    LET SUMR2 = O21 + O22 + O23 + O24
    LET SUMR3 = O31 + O32 + O33 + O34
    LET SUMC1 = O11 + O21 + O31
    LET SUMC2 = O12 + O22 + O32
    LET SUMC3 = O13 + O23 + O33
    LET SUMC4 = O14 + O24 + O34
    LET E11 = (SUMR1 *SUMC1) / N
    LET E12 = (SUMR1 * SUMC2) / N
    LET E13 = (SUMR1 * SUMC3) / N
    LET E14 = (SUMR1 * SUMC4) / N
    LET E21 = (SUMR2 * SUMC1) / N
    LET E22 = (SUMR2 * SUMC2) / N
    LET E23 = (SUMR2 * SUMC3) / N
    LET E24 = (SUMR2 * SUMC4) / N
    LET E31 = (SUMR3 * SUMC1) / N
    LET E32 = (SUMR3 * SUMC2) / N
    LET E33 = (SUMR3 * SUMC3) / N
    LET E34 = (SUMR3 * SUMC4) / N
    LET R11 = COUNT(E11) And E11 < 5
    LET R12 = COUNT(E12) And E12 < 5
    LET R13 = COUNT(E13) And E13 < 5
    LET R14 = COUNT(E14) And E14 < 5
    LET R21 = COUNT(E21) And E21 < 5
    LET R22 = COUNT(E22) And E22 < 5
    LET R23 = COUNT(E23) And E23 < 5
    LET R24 = COUNT(E24) And E24 < 5
    LET R31 = COUNT(E31) And E31 < 5
    LET R32 = COUNT(E32) And E32 < 5
    LET R33 = COUNT(E33) And E33 < 5
    LET R34 = COUNT(E34) And E34 < 5
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            LET SUMR = R11 + R12 + R13 + R14 + R21 + R22 + R23 + R24
                     + R31 + R32 + R33 + R34
            IF R = 10001
              EXIT
            ENDIF
        ENDWHILE
        LET K = K + 1
        LET A = ((O11 - E11)**2) / E11 + ((O12 - E12)**2) / E12  + ((O13 - E13)**2) / E13
              + ((O14 - E14)**2) / E14
        LET AA =  ((O21 - E21)**2) / E21 + ((O22 - E22)**2) / E22 + ((O23 - E23)**2) / E23
              + ((O24 - E24)**2) / E24
        LET AAA = ((O31 - E31)**2) / E31 + ((O32 - E32)**2) / E32 + ((O33 - E33)**2) / E33
              + ((O34 - E34)**2) / E34
        LET X2C =  A + AA + AAA
        LET B =  (O11 * LOGE(O11 / E11))+(O12 * LOGE(O12 / E12))+(O13 * LOGE(O13 / E13))
              +(O14 * LOGE(O14 / E14))
        LET BB =  (O21 * LOGE(O21 / E21))+(O22 * LOGE(O22 / E22))+(O23 * LOGE(O23 / E23))
              +(O24 * LOGE(O24 / E24))
        LET BBB =  (O31 * LOGE(O31 / E31))+(O32 * LOGE(O32 / E32))+(O33 * LOGE(O33 / E33))
              +(O34 * LOGE(O34 / E34))
        LET GC = 2 * ( B + BB + BBB )
IF X2C <16.81
   LET CAX2C01= CAX2C01+ 1
ELSE
   LET T1X2C01 = T1X2C01 + 1
ENDIF
IF X2C <12.59
   LET CAX2C05= CAX2C05+ 1
ELSE
   LET T1X2C05 = T1X2C05 + 1
ENDIF
IF GC < 16.81
   LET CAGC01= CAGC01+ 1
ELSE
   LET T1GC01 = T1GC01 + 1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
ENDIF
IF GC < 12.59
   LET CAGC05= CAGC05+ 1
ELSE
   LET T1GC05 = T1GC05 + 1
ENDIF
   LET  IX2C01 = T1X2C01/k
   LET  IX2C05 = T1X2C05/k
   LET  IGC01 = T1GC01/k
   LET  IGC05 = T1GC05/k
   PRINT R K N  IX2C01  IGC01 IX2C05  IGC05
   GO TO 999
ENDMACRO
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเสาวรส ยิ่งวรรณะ เกิดเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2522 สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย