หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บรรณานุกรม


หนังสือ

ทัศนีย์ ชังเทศ และสมภพ ถาวรยิ่ง, การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2530

ศิริจันทร์ ทองประเสริญ, การจำลองแบบปัญหา, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

Book

Anderson, T.W., An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, New York: John Wiley & Sons, 1958.

Averill, M. Law and W. David Kelton, Simulation Modeling and Analysis, New York: McGraw-Hill, 1982.

Snedecor, G. and Cochran, W.G., Statistical Methods, Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1967.

Article

Brass, W. "Models of birth distribution in human population" Bulletin de L'Institut International de Statistique 36 (1958): 165-179.

Rosner, B., Donner, A. and Hennekens, C.H. "Estimation of interclass correlation from familial data" Applied Statistics 26(1977): 179-187.

————. Significance testing of interclass correlations from familial data" Biometrics 35(1979):461-471.

# บรรณานุกรม (ต่อ)

Konishi, S. "Testing hypotheses about interclass correlations from familial data" Biometrics 41(1985):167-176.

Srivastava, M.S. "Estimation of interclass correlations in familial data" Biometrika 71(1984):177-185.

ภาคผนวก

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method)

เทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นี้ มีอยู่หลายวิธี วิธี Monte Carlo เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งหลักการของวิธีนี้จะใช้ตัวเลขสุ่ม (Random number) มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนที่สำคัญของวิธีมอนติคาร์โลเป็นดังนี้

1. ขั้นการสร้างตัวเลขสุ่ม การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งสำคัญมากในวิธี Monte Carlo ทั้งนี้เพราะว่าหลักของวิธีนี้ จะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งลักษณะของตัวเลขสุ่มนั้นมีผู้เสนอไว้หลายวิธี แต่วิธีหนึ่งที่ดีและใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิธีของไวท์และชมิดท์ (White and Schmidt 1975:421) ลักษณะของตัวเลขสุ่มที่เกิดขึ้น มีความแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform) ในช่วง (0,1) และเป็นอิสระต่อกัน

2. ขั้นการประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม

3. ขั้นการทดลอง เมื่อประยุกต์ปัญหาให้ใช้กับตัวเลขสุ่มได้แล้ว ขั้นต่อไป คือ การทดลองโดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random process) มากระทำในลักษณะที่ซ้ำ ๆ กัน (Replication) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

## การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐาน ในการสร้างสำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีอยู่หลายวิธี Shanon(1975:352-356) เสนอวิธีการสร้างเลขสุ่มดังนี้

1. เลือกตัวเลขคี่บางตัวที่มีค่าน้อยกว่าจำนวนเลข 9 หลักเป็นค่าเริ่มต้น

2. คูณตัวเลขที่กำหนดเป็นค่าเริ่มต้นด้วยค่า a ซึ่งเป็นเลขจำนวนเต็มอย่างน้อย 5 หลัก

3. คูณผลลัพธ์ในขั้นตอนที่สองด้วย $0.4656613 \times 10^{-9}$

4. จากขั้นตอนที่ 3 จะได้ค่าตัวเลขสุ่มซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง (0,1)

5. กำหนดค่าเริ่มต้นใหม่ให้มีค่าเท่ากับผลคูณในขั้นที่ 2

6. กระทำซ้ำ ๆ กันจากขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 จนกระทั่งได้ค่าตัวเลขสุ่มครบตามต้องการ

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างตัวเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Schmidt (1975:421) ซึ่ง White และ Schmidt สร้างตัวเลขสุ่มโดยหลักการเดียวกันกับวิธีของ Shanon เสนอไว้ กล่าวคือใช้คำสั่ง CALL RANDOM (IX, IY, FLY) ในโปรแกรมย่อย RANDOM ค่า IX เป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มที่เป็นเลขคี่ ค่า IY เป็นจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง $2^{31} - 1$ และ FLY เป็นค่าเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ

ใช้วิธีของ Box และ Muller (1958) คือสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานพร้อม ๆ กัน 2 ค่า ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ตัวผลิต (Generator) $Z_1$ และ $Z_2$

$$Z_1 = (-2\ln R_1)^{\frac{1}{2}} \cos (2\pi R_2)$$

$$Z_2 = (-2\ln R_1)^{\frac{1}{2}} \sin (2\pi R_2)$$

$R_1$ และ $R_2$ เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจากโปรแกรมย่อย RANDOM เมื่อได้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานแล้ว ทำการแปลงค่าเลขสุ่มดังกล่าวโดยอาศัยฟังก์ชัน

$$Z'_1 = \mu + \sigma Z_1$$

$$Z'_2 = \mu + \sigma Z_2$$

ซึ่งจะได้ว่า $Z'_1$ และ $Z'_2$ มีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ย $\mu$ และความแปรปรวน $\sigma^2$ โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ย $\mu$ และความแปรปรวน $\sigma^2$ คือ FUNCTION NORMAL (DMEAN, SIGMA) ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข สำหรับการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ DMEAN เท่ากับ 0 และ SIGMA เท่ากับ 1

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงนิเล่ธทวินาม

โดยวิธีของ Averill M.Law และ W.David Kelton(1982) ให้ทำการสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงนิเล่ธทวินาม จากตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1) จำนวน k ตัว (k เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่า) โดยที่

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{k} \log R_i}{\log q}$$

$$= \frac{\log\left(\sum_{i=1}^{k} R_i\right)}{\log q}$$

เมื่อ $R_i$ เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

q เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่า

X เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงนิเล่ธทวินาม

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงนิเล่ธทวินามคือ FUNCTION NEGATIVE (K,Q) ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

```
C=============================================================C
C            A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST            C
C            STATISTICS FOR INTERCLASS CORRELATION            C
C=============================================================C
C            MAIN PROGRAM TO COMPUTE TYPE I ERROR             C
C                    AND POWER OF TEST                        C
C=============================================================C
      DIMENSION IIX(50),V(50,16),X(50,16),XSL(50),XBSL(50),
     *XBMM(50),XBSS(50),XBMS(50),XBMM2(50),XBSS2(50),XIS(50),
     *B2(50)
      COMMON IX
      COMMON KK
      REAL NORMAL
      DMEAN1=0.0
      SIGMA1=1.0
C=============================================================
      N=50
      K=7
      Q=0.5
      SM=0.3
      SS=0.1
C=============================================================
      IX=973253
      KK=0
      SI10=0.0
      SI05=0.0
      EN10=0.0
      EN05=0.0
      AP10=0.0
      AP05=0.0
C=============================================================
      DO 500 MN=1,1000
      DO 50 I=1,N
      IIX(I)=NEGA(K,Q)
      IA=IIX(I)
      IA1=IA+1
      X(I,IA1)=NORMAL(DMEAN1,SIGMA1)
      V(I,1)=NORMAL(DMEAN1,SIGMA1)
      X(I,1)=(V(I,1)*SQRT(1.0-SM**2))+(X(I,IA1)*SM)
      IF(IA.EQ.1) GO TO 50
      DO 30 J=2,IA
      V(I,J)=NORMAL(DMEAN1,SIGMA1)
      Y=(1.0+(J-2)*SS-((J-1)*SM**2)
      SIG=SQRT(1.0-((SM**2)*(1.0-SS)+((J-1)*SS)*(SS-SM**2))/Y)
      SUM=0.0
      JJ=J-1
      DO 20 L=1,JJ
      SUM=SUM+((SS-SM**2)*X(I,L))
   20 CONTINUE
      AMEAN=(SM*(1.0-SS)*X(I,IA1)+SUM)/Y
      X(I,J)=V(I,J)*SIG+AMEAN
   30 CONTINUE
   50 CONTINUE
C=============================================================
```

```
C=================================================================
C                        COMPUTE ESTIMATOR
C=================================================================
      SUMM=0.0
      SUMIA=0.0
      SXK=0.0
      KAL=0
      DO 60 I=1,N
      IA=IIX(I)
      IA1=IA+1
      IA11=IA-1
      SUMM=SUMM+X(I,IA1)
      SUMIA=SUMIA+IA
      XK=IA*X(I,IA1)
      SXK=SXK+XK
      KL=IA*IA11
      KAL=KAL+KL
   60 CONTINUE
      XBM=SUMM/N
      XM=SXK/SUMIA
C=================================================================
      SUMS=0.0
      SXX=0.0
      SSKX=0.0
      DO 120 I=1,N
         XSL(I)=0.0
         IA=IIX(I)
         IA1=IA+1
      DO 90 J=1,IA
         XSL(I)=XSL(I)+X(I,J)
         SXX=SXX+X(I,J)
   90 CONTINUE
         XBSL(I)=XSL(I)/IA
         SKX=IA*((X(I,IA1)-XM)**2)
         SUMS=SUMS+XBSL(I)
         SSKX=SSKX+SKX
  120 CONTINUE
      XBS=SUMS/N
      XS=SXX/SUMIA
C=================================================================
      BMS=0.0
      BMM2=0.0
      BSS2=0.0
      DO 150 I=1,N
         IA=IIX(I)
         IA1=IA+1
         XBMM(I)=X(I,IA1)-XBM
         XBSS(I)=XBSL(I)-XBS
         XBMS(I)=XBMM(I)*XBSS(I)
         BMS=BMS+XBMS(I)
         XBMM2(I)=XBMM(I)**2
         XBSS2(I)=XBSS(I)**2
         BMM2=BMM2+XBMM2(I)
         BSS2=BSS2+XBSS2(I)
  150 CONTINUE
C=================================================================
```

```
C=================================================================
C          SIB-MEAN ESTIMATOR OF INTERCLASS CORRELATION
C=================================================================

      SIB=BMS/SQRT(BMM2*BSS2)

C=================================================================
C                      THE SIB-MEAN TEST
C=================================================================

      D=N-1
      SIBT=SIB*SQRT(D)
      IF(SIBT.GT.1.2817)SI1Ø=SI1Ø+1.Ø
      IF(SIBT.GT.1.645)SIØ5=SIØ5+1.Ø

C=================================================================
      B22=Ø.Ø
      SSXS2=Ø.Ø
      SSXLM1=Ø.Ø
      DO 2ØØ I=1,N
         XIS(I)=Ø.Ø
         SXLM=Ø.Ø
         IA=IIX(I)
         IA1=IA+1
      DO 19Ø J=1,IA
         XIS(I)=XIS(I)+((X(I,J)-XBSL(I))**2)
         SXS=X(I,J)-XS
         XLM=X(I,J)-XS
         SXS2=SXS**2
         SSXS2=SSXS2+SXS2
         SXLM=SXLM+XLM
  19Ø CONTINUE
         B2(I)=XIS(I)/IA
         B22=B22+B2(I)
         SSXLM=(X(I,IA1)-XM)*SXLM
         SSXLM1=SSXLM1+SSXLM
  2ØØ CONTINUE
C=================================================================
C          ENSEMBLE ESTIMATOR OF INTERCLASS CORRELATION
C=================================================================

      ENSEM=BMS/SQRT(BMM2*((N-1)*B22/N+BSS2))

C=================================================================
C          PAIRWISE ESTIMATOR OF INTERCLASS CORRELATION
C=================================================================

      PAIR=SSXLM1/SQRT(SSKX*SSXS2)

C=================================================================
```

```
C=================================================================
C         PAIRWISE ESTIMATOR OF INTRACLASS CORRELATION
C=================================================================
      SSIJ=Ø.Ø
      DO 25Ø I=1,N
         IA=IIX(I)
      IF(IA.EQ.1) GO TO 25Ø
         IA11=IA-1
      DO 24Ø J=1,IA11
         J1=J+1
      DO 24Ø L=J1,IA
         SIJ=(X(I,J)-XS)*(X(I,L)-XS)
         SSIJ=SSIJ+SIJ
  24Ø CONTINUE
  25Ø CONTINUE
      SSIJ2=SSIJ*2
      SSP=(SSIJ2*SUMIA)/(KAL*SSXS2)
C=================================================================
      IF(SSP)3ØØ,31Ø,31Ø
  3ØØ SSP=Ø.Ø
  31Ø SIA=Ø.Ø
      SDD=Ø.Ø
      DO 32Ø I=1,N
         IA=IIX(I)
         IA11=IA-1
         AIA=1.Ø/IA
         SIA=SIA+AIA
         DD=IA/(1.Ø+(IA11*SSP))
      SDD=SDD+DD
  32Ø CONTINUE
C=================================================================
C                          THE ENSEMBLE TEST
C=================================================================

      ENSEMT=SQRT(D+1)*ENSEM/SQRT((SIA*(1.Ø-SSP)/N)+SSP)
      IF(ENSEMT.GT.1.2817)EN1Ø=EN1Ø+1.Ø
      IF(ENSEMT.GT.1.645)ENØ5=ENØ5+1.Ø

C=================================================================
C                  THE ADJUSTED PAIRWISE TEST
C=================================================================

      APAIRT=(SQRT(SDD-2.Ø)*PAIR)/SQRT(1.Ø-PAIR**2)
      IF(APAIRT.GT.1.3ØØ2)AP1Ø=AP1Ø+1.Ø
      IF(APAIRT.GT.1.6788)APØ5=APØ5+1.Ø
  5ØØ CONTINUE

C=================================================================
```

```
C=============================================================
C       COMPUTE PROB TYPE I ERROR OR POWER OF TEST
C=============================================================
      PSI10=SI10/1000.
      PSI05=SI05/1000.
      PN10=EN10/1000.
      PN05=EN05/1000.
      PAP10=AP10/1000.
      PAP05=AP05/1000.
      WRITE(6,400)PSI10,PSI05,PN10,PN05,PAP10,PAP05
  400 FORMAT(10X,'THE SIB-MEAN TEST',5X,'SI10=',F10.5/
     *10X,'THE SIB-MEAN TEST',5X,'SI05=',F10.5/
     *10X,'THE ENSEMBLE TEST',5X,'EN10=',F10.5/
     *10X,'THE ENSEMBLE TEST',5X,'EN05=',F10.5/
     *10X,'THE ADJUSTED PAIRWISE TEST',5X,'AP10=',F10.5/
     *10X,'THE ADJUSTED PAIRWISE TEST',5X,'AP05=',F10.5/
  600 CONTINUE
      STOP
      END
C=============================================================
C                  SUBROUTINE RANDOM VARIABLE
C=============================================================
      SUBROUTINE RAND (IX,IY,FLY)
      IY=IX*16807
      IF(IY)5,6,6
    5 IY=IY+2147483647+1
    6 FLY=IY
      FLY=FLY*.4656613E-9
      IX=IY
      RETURN
      END
C=============================================================
C            FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA) DISTRIBUTION
C=============================================================
      FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA)
      REAL NORMAL
      COMMON IX
      COMMON KK
      PI=3.1415926
      IF(KK.EQ.1)GO TO 10
      CALL RAND (IX,IY,FLY)
      RONE=FLY
      CALL RAND (IX,IY,FLY)
      RTWO=FLY
      ZONE=SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
      ZTOW=SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
      NORMAL=ZONE*SIGMA+DMEAN
      KK=1
      RETURN
   10 NORMAL=ZTWO*SIGMA+DMEAN
      KK=0
      RETURN
      END
C=============================================================
```

```
C=================================================================
C         FUNCTION NEGATIVE BINOMIAL(K,Q) DISTRIBUTION
C=================================================================
      FUNCTION NEGA(K,Q)
      COMMON IX
      NX=0
      QR=ALOG(Q)
    1 DO 6 I=1,K
      CALL RAND(IX,IY,FLY)
      R=FLY
      RR=ALOG(R)
      LX=RR/QR
      NX=NX+LX
    6 CONTINUE
      NEGA=NX
      IF(NEGA.LT.1)GO TO 1
      IF(NEGA.LE.15) GO TO 9
      CALL MOD15(NEGA)
    9 RETURN
      END
C=================================================================
C                          SUBROUTINE MOD15
C=================================================================
      SUBROUTINE MOD15(NEGA)
      ITIME=NEGA/15
      NEGA=NEGA-ITIME*15
      RETURN
      END
C=================================================================
```

# ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุวรรณี ปุสละนาค เกิดเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2506 สำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีการศึกษา 2528 เข้าศึกษาในภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2530