# บรรณานุกรม

## ภาษาไทย


ยุ้ศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2527.

ประชุม สุวัตถี. ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2527.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529 .


## ภาษาต่างประเทศ


ANDERSON, T.W. An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. 2nd ed. New York : John Wiley, 1958.

BHATTACHARYA, P.K. "Convergence of Sample Paths of Normalized Sums of Induced Order Statistics." The Annuals of Statistics 2 (1974):1034-1039.

CRAMER, J.S. "Efficient Grouping , Regression and Correlation in Engel Curve Analysis." Journal of the American Statistical Association 59(1964):233-250.

NANCY L. SPRUILL and JOSEPH L. GASTWIRTH. "On the Estimation of the Correlation Coefficient From Grouped Data." Journal of the American Statistical Association 77 (1982): 614-620.

YANG, SHIE-SHIEN. "Linear Functions of Concomitants Order Statistics with Application to Nonparametric Estimation of Regression Function." Journal of the American Statistical Association 76(1981):658-662.

# ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

วิธีมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation Technique)

เทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นี้ มีอยู่หลายวิธี วิธี Monte Carlo เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งหลักการของวิธี Monte Carlo นั้น จะใช้ตัวเลขสุ่ม (Random Number) มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการสร้างตัวเลขสุ่ม การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งสำคัญมากในวิธี Monte ทั้งนี้เพราะว่าหลักการของวิธี Monte นั้นจะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งลักษณะของตัวเลขสุ่มนั้นมีผู้เสนอไว้หลายวิธี แต่วิธีหนึ่งที่ดีและใช้ในการวิจัยนี้ คือ วิธีของไวท์และชมิดท์ (White and Schmidt 1975:421) ลักษณะของตัวเลขสุ่มที่เกิดขึ้น มีการแจกแจงแบบ Uniform ในช่วง (0,1) และเป็นอิสระกัน

2. ขั้นการประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม

3. ขั้นการทดลอง เมื่อประยุกต์ปัญหาให้ใช้กับตัวเลขสุ่มได้แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การทดลองโดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random Process) มากระทำในลักษณะที่ซ้ำ ๆ กัน (Replication) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number)

วิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีอยู่หลายวิธี ซึ่งในการวิจัยนี้จะใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มตามวิธีที่ White และ Schmidt เสนอไว้ ซึ่งจะใช้โปรแกรมย่อย RANDU ผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในพิสัย 0 ถึง 1.0 โดยใช้คำสั่ง CALL RANDU (IX, IY, RN) โดยมีพารามิเตอร์ในวงเล็บ IX คือ เลขสุ่มตัวแรกซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ และน้อยกว่า 2147483648 ซึ่ง IX นี้จะเป็นค่าเริ่มต้นที่จะให้โปรแกรมย่อยคำนวณ IY ออกมาให้ IY จึงเป็นค่าที่เป็นเลขสุ่มจำนวนเต็มของโปรแกรมย่อยนี้ และใช้เป็นตัวคำนวณ IY ตัวต่อ ๆ ไป

ภาคผนวก ข

โปรแกรม 1

โปรแกรมย่อยสำหรับการสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ชื่อว่า SUBROUTINE GAUSS

```
      SUBROUTINE GAUSS (IX,S,AM,V)
      A = 0.0
      DO 50  I = 1, 12
      CALL RANDU (IX,IY,RN)
      IX = IY
50    A = A+RN
      V = (A - 6.0)* S + AM
      RETURN
      END
```

SUBROUTINE GAUSS จะทำหน้าที่สร้างตัวแปรปกติที่กำหนดค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานให้โดยอาศัย SUBROUTINE อีกอันหนึ่งคือ SUBROUTINE RANDU

SUBROUTINE RANDU จะทำหน้าที่สร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ ในช่วง [0 , 1] SUBROUTINE RANDU ที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM ระบบ/360 ซึ่งมีขีดความสามารถในการสร้างตัวแปรสุ่มจำนวน $2^{29}$ จำนวน ก่อนที่จะซ้ำวัฏฏจักรอีกครั้งหนึ่ง

```
      SUBROUTINE RANDU (IX,IY,RN)
      IY = IX*65539
      IF(IY) 5,6,6
5     IY = IY + 2147483647 + 1
6     RN = IY
      RN = RN*.4656613E - 9
      RETURN
      END
```

ค่า RN จะเป็นค่าที่ SUBROUTINE RANDU ส่งค่ามาเมื่อเราต้องการสร้างตัวแปรปกติ เราจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีทางสถิติคือ ทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit theorem) กล่าวคือ ถ้า $RN_i$ $(i = 1,2,...,n)$ เป็นตัวแปรอิสระมีการแจกแจงเหมือนกัน โดยที่มีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แน่นอน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจะมีการแจกแจงแบบปกติ โดยประมาณนั่นคือจะสรุปได้ว่า

$$Z = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} RN_i - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \approx N(0,1)$$

SUBROUTINE GAUSS จะใช้ RN เป็นจำนวน 12 ตัว

เราทราบว่า ถ้า $RN \sim$ UNIFORM $(0,1)$

โดย $E(RN) = 1/2$

$V(RN) = 1/12$

ดังนั้นเราจะสรุปได้ว่า กรณี $n = 12$, $\mu = 1/2$, $\sigma^2 = 1/12$

$$Z = \frac{\frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} RN_i - 1/2}{\sqrt{\frac{1}{12x12}}} \approx N(0,1)$$

$$Z = \sum_{i=1}^{12} RN_i - 6.0 \sim N(0,1)$$

จากนั้นเราอาศัยทฤษฎีทางสถิติที่กล่าวว่า ถ้า Z มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 จะได้

$X = \mu + Z\sigma$ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu$ และค่าความแปร-ปรวน $\sigma^2$

สรุปขั้นตอนในการสร้างตัวแปรปกติ $N(\mu, \sigma^2)$

1. เรียก GAUSS
2. ปรับค่า $X = \mu + Z\sigma$ หลังจากกำหนดค่า $\mu$, $\sigma^2$ แล้ว

## โปรแกรม 2

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรที่ระดับ ρ ต่าง ๆ 6 ค่า ได้แก่ ρ = 0.10 , 0.25, 0.50, 0.75 , 0.90 และ 1.00 รายละเอียดของโปรแกรม มีดังนี้

```
        IX = 2*J + 1
         S = 1.0
        AM = 0.0
        DO 30 I = 1,N
        CALL GAUSS (IX, S, AM, X (I))
        CALL GAUSS (IX, S, AM, W(I))
        Y(I) = W(I)*SQRT(1.0-RHO(K)**2) + X(I)*RHO(K)
30      CONTINUE
```

โดยที่ IX เป็นค่าเริ่มต้น

J มีค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 50

AM คือค่าเฉลี่ย

S คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X(I) คือค่าเลขสุ่มของตัวแปร X ที่มี $\mu_x = 0$, $\sigma_x = 1$

Y(I) คือค่าเลขสุ่มของตัวแปร Y ที่มี $\mu_y = 0$, $\sigma_y = 1$

I มีค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง N (ขนาดตัวอย่าง)

K มีค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 6 ดังนั้นค่าของ RHO(K) คือ

RHO (1) = 0.10

RHO (2) = 0.25

RHO (3) = 0.50

RHO (4) = 0.75

RHO (5) = 0.90

RHO (6) = 1.00

โปรแกรม 3

โปรแกรมจัดเรียงลำดับค่าสังเกต ของตัวแปร X จากน้อยไปมาก โดยที่ค่าของตัวแปร Y จะสัมพันธ์กับค่าของตัวแปร X ที่เรียงลำดับแล้ว รายละเอียดของโปรแกรม มีดังนี้

```
      KK = N-1
      DO 15 I = 1, KK
      LL = N - I
      DO 15 J = 1, LL
      IF(X(J).LE.X(J+1))GO TO 15
      SAVE = X(J)
      YSAVE = Y(J)
      X(J)   = X(J+1)
      Y(J)   = Y(J+1)
      X(J+1) = SAVE
      Y(J+1) = YSAVE
15    CONTINUE
```

# ประวัติผู้เขียน

นางสาว จิราภรณ์ ด่านวิรุฑัย เกิดวันที่ 10 พฤศจิกายน 2502 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2524 และเข้าศึกษาต่อในภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2528 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งนักสถิติ ฝ่ายสถิติและวิเคราะห์ กองวิชาการ กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง