บรรณานุกรม

หนังสือ

มนตรี พิริยะกุล, เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (เล่ม 1), กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2529

สุชาดา กีระนันทน์, การอนุมานเชิงสถิติ : ทฤษฎีขั้นต้น, กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525

เอกสารอื่น ๆ

ศิรพร วีระพันธ์, "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนอนพาราเมตริกซ์ สำหรับการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

สมชัย ยืนนาน "การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โลเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบ การเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองกลุ่ม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

Book

Chow, C.G., Econometrics, New York : McGraw Hill, 1983.

Gibbons, J.D. Nonparametric Statistical Inference, Tokyo:McGraw Hill, 1971.

Hammersley, J.M. and Handscomb, D.C. Monte Carlo Method, London: methuen, 1964.

Judge, G.G., Griffiths, W.E., Hill, R.C. and Lee, T.C., The theory and practice of Econometrics:New York, John Wiley & Sons, 1980.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Kelejian, H.H and Oates, W. Introduction to Econometrics Principles and application, 2nd ed, New York:Harper & Row, Publishers, 1981.

Theil, H. Principle of Econometrics, New York:Wiley 1971.

White, J.A., and Schmidt, J.W. Analysis of Quening System, New York: Academic press, Inc., 1975.

Wonnacott, J.R. and Wonnacott, H.T. Econometrics, 2nd ed, New York: John Wiley & Sons, 1970.

Article

Adesi, B.G. and Talwar, P.P. "Market Model and Heteroscedasticity of Residual Security Returns" Journal of Business & Economic Statistics 1 (April 1983): 163-168.

Alii, M.M. and Giaccotto, C. "A Study of Several new and existing tests for heteroscedasticity in the general linear model" Journal of Econometrics 26 (1984): 355-374.

Bradley, J.V. "Robustness " British Journal of Mathematical and Statistics Psychology 31(1978): 144-152.

Breusch, T.S. and Pagan, A.R. "A Simple test for heteroscedasticity and random coefficient Variation" Econometrica 47 (September 1979): 1287-1294.

Epps, W.T. and Epps L.M. "The robustness of some Standard test for autocorrelation and heteroscedasticity when both problems are present" Econometrica 45 (April 1977): 745-753.

Evans M.A. and King M.L. "A point optimal test for heteroscedasticity disturbances" Journal of Econometrics 27(1985): 163-178.

Godfrey, L.G. "Testing for multiplicative heteroscedasticity" Journal of Econometrics 8(1978) : 227-336.

Goldfeld,. S.M. and Quandt, R.E. "Some test for heteroscedasticity" Journal of American Statistical Association 60(1969) : 539-547.

Griffiths, W.E. and Surekha, k " monte carlo evaluation of the power of some test for heteroscedasticity" Journal of Econometrics 31(1986) : 219-231.

Harrison, M.J. and MeCabe, M.P.B. "A test for heteroscedasticity based on Ordinary least squares residuals: Journal of the American Statistical Association 74 (June 1979) : 494-499.

Harvey, A.C. "Estimating regression models with multiplicative heteroscedasticity" Econometrica 44(1976) : 460-465.

Harvey, A.C. and Phellips, G.D.A. "A comparison of the power of some tests for heteroscedasticity in the general linear model" Journal of Econometrics 2 (1974) : 307-316.

Ramsey, J.B. "Tests for specification error in classical linear least squares regression analysis" Journal of the Royal Statistical Society B 31 (1969) : 350-371.

Ramsey, P.H. "Exact Type I error Rate for Robusness of Student's t test with Unequal Variances" Journal of Education Statistics 5 (winter 1980) : 337-349.

Ramsey, J.B. Gilbert, R. "Some Small Sample properties of tests for specification error" Journal of the American Statistical Association 67 (1972) : 180-186.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Rutemiller, H.C. and Bowers, D.A. "Estimation in a heteroscedastic regression model" Journal of the American Statistical Association 63(1968) : 552-557.

Silvey, S.D. "The Lagrangian multiplier test" Annals of Mathematical Statistics 30(1959) : 389-407.

Szrocter, J. "A class of parametric test for heteroscedasticity in linear econometric model." Econometrica 46 (November 1978) : 1311-1327.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

<u>การสร้างตัวเลขสุ่ม</u> (Random Number)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีอยู่หลายวิธี Shanon (1975:352-356) เสนอวิธีการสร้างเลขสุ่มดังนี้

1. เลือกตัวเลขคี่บางตัวซึ่งมีค่าน้อยกว่า 9 หลักเป็นค่าเริ่มต้น

2. คูณตัวเลขที่กำหนดเป็นค่าเริ่มต้นด้วยค่า a ซึ่งเป็นเลขจำนวนเต็มอย่างน้อย 5 หลัก

3. คูณผลลัพธ์ในขั้นตอนที่สองด้วยเศษที่มีค่า $1/m$

4. จากขั้นตอนที่ 3 ก็จะได้ค่าตัวเลขสุ่มซึ่งมีค่าในช่วง (0,1)

5. กำหนดให้ค่าเริ่มต้นใหม่ให้มีค่าเท่ากับผลคูณในขั้นที่ 2

6. กระทำซ้ำ ๆ กันจากขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 จนกระทั่งได้ค่าตัวเลขสุ่มครบตามต้องการ

จากขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนนี้ Shanon ได้สรุปเป็นโปรแกรมย่อม ซึ่งเขียนเป็นภาษาฟอร์แทรน IV ได้ดังนี้

```
     SUBROUTINE RANDON (IX, IY, RD)
1.   IY = IX * a
2.   IF (IY) 3, 4, 4
3.   IY = IY + m
4.   RD = IY
5.   RD = RD * (1/m)
6.   IX = IY
7.   RETURN
8.   END
```

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Schmidt (1975: 421) ซึ่ง White และ Schmidt สร้างตัวเลขสุ่มโดยหลักการเดียวกันกับวิธีที่ Shanon เสนอไว้ โดยแสดงรายละเอียดโปรแกรมย่อยได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE RANDOM (IX, IY, RD)
      IY = IX * 65539
      IF (IY) 3, 4, 4
3     IY = IY + 2147483647 + 1
4     RD = IY
      RD = RD * 0.4656613 E - 9
      IX = IY
      RETURN
      END
```

ค่า IX จะเป็นค่า SEED หรือค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่

IY จะเป็นค่า INTEGER มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง $2^{31} - 1$

RD จะเป็นค่าเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนดในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้โปรแกรมย่อยชื่อ NORMAL โดยอาศัยผลลัพธ์คือ RD ซึ่งเป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Unifrom) ที่มีค่าในช่วง (0,1) ที่ได้จากโปรแกรมย่อย RANDOM เป็นจำนวน 12 ตัว มาสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ 1 ตัว หลักการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติวิธีนี้ อาศัยทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit theorem) กล่าวคือ ถ้า RD_i $(i = 1,2,\ldots, n)$ เป็นตัวแปรอิสระที่มีการแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ย μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ แล้ว

$$Z = \frac{\sum_{i}^{n} RD_i / n - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

จะเป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และค่าความแปรปรวน 1

จากที่เราทราบ RD มีการแจกแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

ดังนั้น $E(RD) = a + b/2 = 1/2$

$$V(RD) = \frac{(b-a)^2}{12} = \frac{1}{12}$$

นำไปแทนค่าใน (1) เมื่อ $n = 12$ จะได้

$$Z = \frac{\frac{1}{12}\sum_{i}^{12} RD_i - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{1}{12}}}$$

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

และเพื่อให้ตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นมาแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนด จะอาศัยทฤษฎีที่กล่าวว่า ถ้า Z มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 แล้ว $x = \mu + Z\sigma$ จะมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

<u>สรุปขั้นตอนในการสร้างตัวแปรสุ่มแบบปกติได้ดังนี้</u>

1. เรียก NORMAL

2. ปรับค่า $x = \mu + Z\sigma$ หลังจากกำหนด μ , σ^2 แล้ว ซึ่งโปรแกรมย่อยที่ใช้สร้างการแจกแจงแบบปกติ แสดงได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE NORMAL (RMEAN, SD, X)
        A = 0.0
        DO 50 I = 1, 12
        CALL RANDOM (IX, IY, RD)
        A + A + RD
50      CONTINUE
        X = (A - 6.) * SD + RMEAN
        RETURN
        END
```

```
C *============================================================*
C *                THIS PROGRAM TO COMPUTED                    *
C *      PROBABILITY OF TYPE I ERROR AND POWER OF THE TEST     *
C *      OF 4 METHOD ; GOLDFELD-QUANDT TEST,SZROETER TEST      *
C *      BRUSCH-PAGAN TEST,BAMSET TEST WHEN OBSERVATIONS       *
C *      CAN BE ORDER ACCORDING TO INCREASING VARIANCE WITH    *
C *      MULTIPLICATIVE MODEL AND SAMPLE SIZE IS 50            *
C *============================================================*
C *                DESCRIPTION SOME VARIABLE                   *
C *               X(I) = INDEPENDENT  VARIABLE                 *
C *               Y(I) = DEPENDENT  VARIABLE                   *
C *               E(I) = ERROR                                 *
C *============================================================*
      DIMENSION X(60),Y(60),YHAT(60),EHAT(60),Z(60,2),
     *RR(60,2),RRDAD(2,60),ZDADZ(2,2),ZDADZI(2,2),Z21(2,2),
     *ZDADRR(2,2),Z12(2,2),ST1(5),W1(2,60),W2(60,2),
     *W1W2(2,2),ZDAD(2,60),H(60),ERR105(5),ERR101(5),
     *T105(5),T101(5),VARE(60),WWT(60),W(60)
      COMMON IX
      B0 = 10
      B1 = 1
      RMEANX = 85
      SDX = 20
      RMEANE = 0
      N = 50
      POWER = 0.0
 1    IX = 973253
      CV11 = 0
      IF (POWER.GT.10) STOP
      DO 2 I=1,4
      T105(I) = 0
      T101(I) = 0
 2    CONTINUE
      DO 540 KK = 1,3000
      DO 20 I = 1,N
      CALL NORMAL(RMEANX,SDX,X(I))
      VARE(I) = X(I)**POWER
      VVV = VARE(I)
```

```
         SDE = SQRT(VVV)
         CALL NORMAL(RMEANE,SDE,E)
         Y(I) = B0+B1*X(I)+E
   20    CONTINUE
         I1 = N-1
         DO 60 I=1,I1
         I2 = N-I
         DO 60 J = 1,I2
         CALL RANKXY(X(J),Y(J),X(J+1),Y(J+1))
   60    CONTINUE
C ==============================================================
C                   SZROETER  TEST
C ==============================================================
         SUME2 = 0
         SUMHI = 0
         SUMWIH = 0
         SUMSD = 0
         I1 = 1
         I2 = N
         CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
         DO 100 I = 1,N
         H(I) = I
         SUME2 = SUME2+EHAT(I)**2
         SUMHI = SUMHI+H(I)
  100    CONTINUE
         HBAR = SUMHI/N
         DO 1000 I = 1,N
         W(I) = EHAT(I)**2/SUME2
         SUMWIH = SUMWIH+(W(I)*H(I))
         SUMSD = SUMSD+(H(I)-HBAR)**2
 1000    CONTINUE
         UUU = 2*SUMSD
         UU = SQRT(UUU)
         ST1(1) = (N*(SUMWIH-HBAR))/UU
C ==============================================================
C                   GOLDFELD-QUANDT  TEST
C ==============================================================
         S1 = 0
```

```
          S2 = 0
          I1 = 1
          I2 = 20
          CALL OLS (I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 150 J = I1,I2
          S1 = S1+EHAT(J)**2
   150    CONTINUE
          I1 = 31
          I2 = 50
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 160 J = I1,I2
          S2 = S2+EHAT(J)**2
   160    CONTINUE
          ST1(2) = S2/S1
C ==============================================================
C                     BAMSET TEST
C ==============================================================
          BA1 = 0
          BA2 = 0
          BA3 = 0
          BA4 = 0
          I1 = 1
          I2 = 17
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 200 J = I1,I2
          BA1 = BA1+EHAT(J)**2
   200    CONTINUE
          S12 = (3./(N-2))*BA1
          U1 = ALOG(S12)
          I1 = 18
          I2 = 33
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 210 J = I1,I2
          BA2 = BA2+EHAT(J)**2
   210    CONTINUE
          S22 =(3./(N-2))*BA2
          U2 = ALOG(S22)
          I1 = 34
```

```
          I2 = 50
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 220 J = I1,I2
          BA3 = BA3+EHAT(J)**2
  22      S32 = (3./(N-2))*BA3
          U3 = ALOG(S32)
          I1 = 1
          I2 = N
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DO 250 J = I1,I2
          BA4 = BA4+EHAT(J)**2
  250     CONTINUE
          SIGMA2 = BA4/(N-2.)
          U4 = ALOG(SIGMA2)
          ST1(3) = (N-2.)*U4-((N-2.)/3.)*(U1+U2+U3)
C ==============================================================
C                    BREUSCH-PAGAN  TEST
C ==============================================================
          DO 300 J = 1,N
          Z(J,1) = 1
          F = X(J)
          Z(J,2) = ALOG(F)
  300     CONTINUE
          DO 301 J = 1,N
          ZDAD(1,J) = 1
          FF = X(J)
          ZDAD(2,J) = ALOG(FF)
  301     CONTINUE
          I1 = 1
          I2 = N
          CALL OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          SUMEF2 = 0
          DO 302 J = 1,N
          SUMEF2 = SUMEF2+EHAT(J)**2
  302     CONTINUE
          SIG2 = SUMEF2/N
          DO 303 J = 1,N
          RR(J,1) = EHAT(J)**2/SIG2)-1
```

```
  303     CONTINUE
          DO 304 J = 1,N
          RRDAD(1,J) =(EHAT(J)**2/SIG2)-1
  304     CONTINUE
          M = 2
          K = 2
          LL = N
          CALL MULTI(M,K,LL,ZDAD,Z,ZDADZ)
          HT = (ZDADZ(1,1)*ZDADZ(2,2)-ZDADZ(2,1)*ZDADZ1,2))
          ZDADZI(1,1) = ZDADZ(2,2)/HT
          ZDADZI(1,2) = -1.*(ZDADZ(1,2)/HT)
          ZDADZI(2,1) = -1.*(ZDADZ(2,1)/HT)
          ZDADZI(2,2) = ZDADZ(1,1)/HT
          ZDADRR(1,1) = 0
          ZDADRR(2,1) = 0
          DO 800 J = 1,N
          ZDADRR(1,1) = ZDADRR(1,1)+ZDAD(1,J)*RR(J,1)
          ZDADRR(2,1) = ZDADRR(2,1)+ZDAD(2,J)*RR(J,1)
  800     CONTINUE
          Z21(1,1)=ZDADZI(1,1)*ZDADRR(1,1)+ZDADZI(1,2)*ZDADRR(2,1)
          Z21(2,1)=ZDADZI(2,1)*ZDADRR(1,1)+ZDADZI(2,2)*ZDADRR(2,1)
          M = 1
          K = 2
          LL = N
          CALL MULTI(M,K,LL,RRDAD,Z,Z12)
          GR = Z12(1,1)*Z21(1,1)+Z12(1,2)*Z21(2,1)
          ST1(4) = GR/2.
C ==============  COUNT  NUMBERS OF REJECTION    ================
          IF (ST1(1).GE.1.645) T105(1) = T105(1)+1
          IF (ST1(1).GE.2.327) T101(1) = T101(1)+1
          IF (ST1(2).GE.2.260) T105(2) = T105(2)+1
          IF (ST1(2).GE.3.220) T101(2) = T101(2)+1
          IF (ST1(3).GE.5.991) T105(3) = T105(3)+1
          IF (ST1(3).GE.9.210) T101(3) = T101(3)+1
          IF (ST1(4).GE.3.841) T105(4) = T105(4)+1
          IF (ST1(4).GE.6.635) T101(4) = T101(4)+1
          SVE = 0
          SVE2 = 0
```

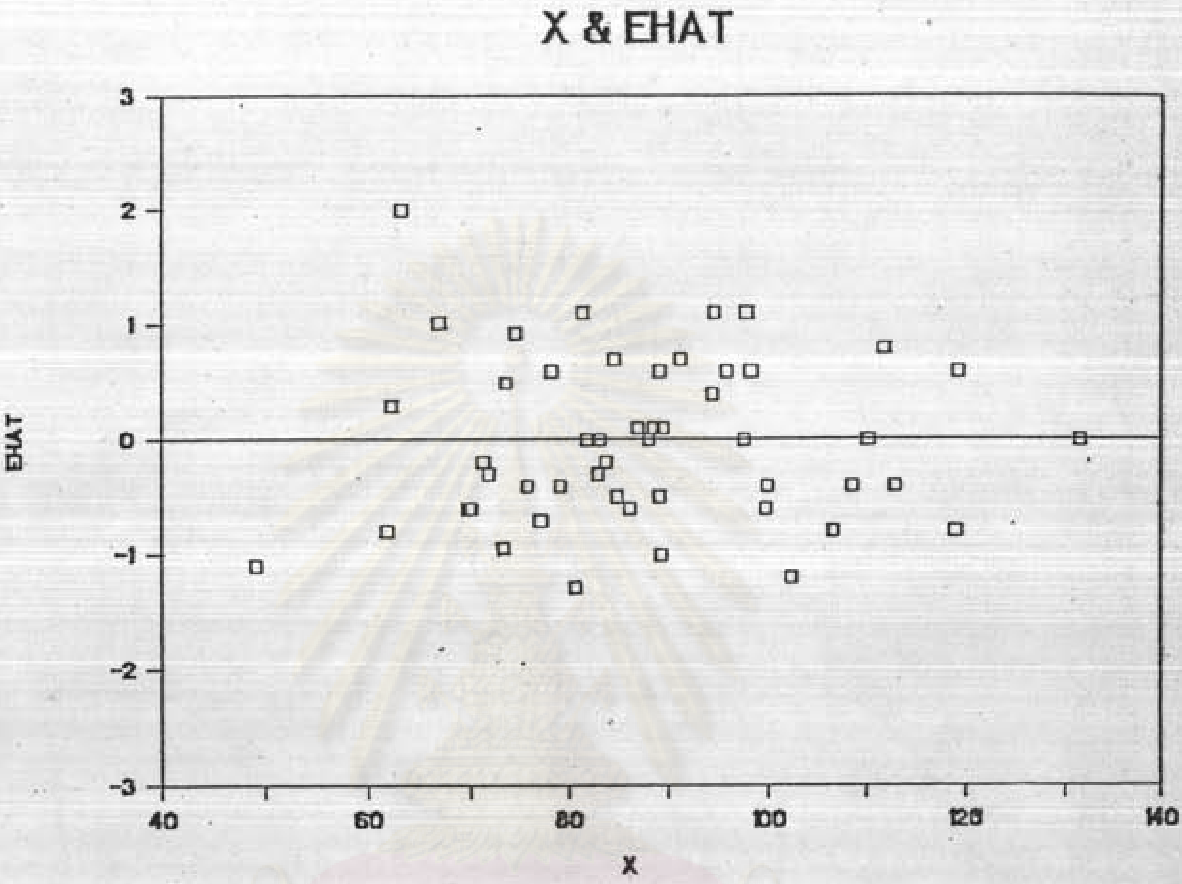
```
      DO 570 I = 1,N
      SVE = SVE+VARE(I)
      SVE2 = SVE2+VARE(I)**2
570   CONTINUE
      CV2 = ((SVE2-SVE**2/N)/(N-1))/(SVE/N)**2
      CV1 = SQRT(CV2)
      CV11 = CV11+CV1
540   CONTINUE
      CV = CV11/3000
      DO 550 I = 1,4
      ERR105(I) = T105(I)/3000
      ERR101(I) = T101(I)/3000
550   CONTINUE
      WRITE(6,91) CV
91    FORMAT(10X,'CV    =    ',F10.4)
      WRITE(6,92) POWER
92    FORMAT(10X,'POWER  =  ',F5.2)
      DO 900 J = 1,4
      WRITE(6,93)ERR105(J),ERR101(J)
93    FORMAT(10X,F10.3,5X,F10.3)
900   CONTINUE
      POWER = POWER+0.2
      GO TO 1
      END
C ==================================================================
C                       RANDOM  NUMBER
C ==================================================================
      SUBROUTINE  RANDOM(IX,IY,RD)
      IY = IX*65539
      IF(IY) 70,80,80
70    IY = IY+2147483647+1
80    RD = IY
      RD = RD*0.4656613E-9
      IX = IY
      RETURN
      END
```

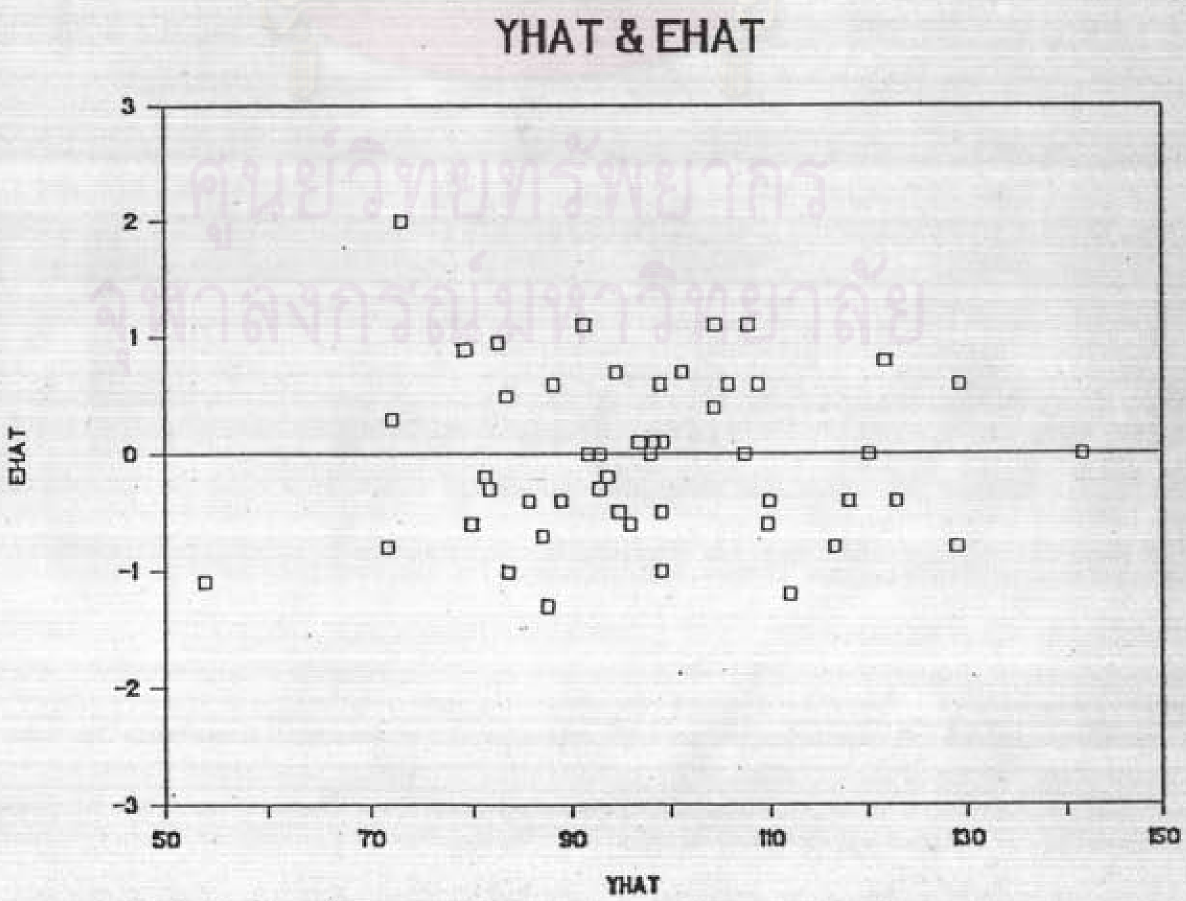
```
C ==============================================================
C                    NORMAL  DISTRIBUTION
C ==============================================================
          SUBROUTINE  NORMAL(RMEAN,SD,EX)
          COMMON IX
          A = 0
          DO 50 I = 1,12
          CALL RANDOM(IX,IY,RAN)
          A = A+RAN
   50     CONTINUE
          EX = (A-6.)*SD+RMEAN
          RETURN
          END
C ==============================================================
C                 RANKING  PAIR  OBSERVATION
C ==============================================================
          SUBROUTINE RANKXY(X1,Y1,X2,Y2)
          IF(X1.LE.X2) GO TO 40
          TX = X1
          TY = Y1
          X1 = X2
          Y1 = Y2
          X2 = TX
          Y2 = TY
   40     RETURN
          END
C ==============================================================
C                       OLS RESIDUAL
C ==============================================================
          SUBROUTINE  OLS(I1,I2,X,Y,EHAT)
          DIMENSION X(60),Y(60),EHAT(60),YHAT(60)
          SUMX = 0
          SUMY = 0
          SUMXY = 0
          SUMX2 = 0
          DO 120 J = I1,I2
          SUMX = SUMX+X(J)
          SUMY = SUMY+Y(J)
```

```
          SUMXY = SUMXY+X(J)*Y(J)
          SUMX2 = SUMX2+X(J)**2
  120     CONTINUE
          CT = (I2-I1)+1
          XBAR = SUMX/CT
          YBAR = SUMY/CT
          B = (SUMXY-SUMX*SUMY/CT)/(SUMX2-SUMX**2/CT)
          A = YBAR-B*XBAR
          DO 130 I = I1,I2
          YHAT(I) = A+B*X(I)
          EHAT(I) = Y(I)-YHAT(I)
  130     CONTINUE
          RETURN
          END
C ==============================================================
C                    MULTIPLIER  MATRIX
C ==============================================================
          SUBROUTINE  MULTI(M,K,LL,W1,W2,W1W2)
          DIMENSION W1(2,6),W2(60,2),W1W2(2,2)
          DO 6 I = 1,M
          DO 6 J = 1,K
          W1W2(I,J) = 0
          DO 6 L = 1,LL
  6       W1W2(I,J) = W1W2(I,J)+W1(I,L)*W2(L,J)
          RETURN
          END
C ==============================================================
```

ตัวอย่างกราฟข้อมูลที่จำลองขึ้นจากการทดลองเมื่อ $\sigma_t^2 = \sigma^2$; C.V. = 0

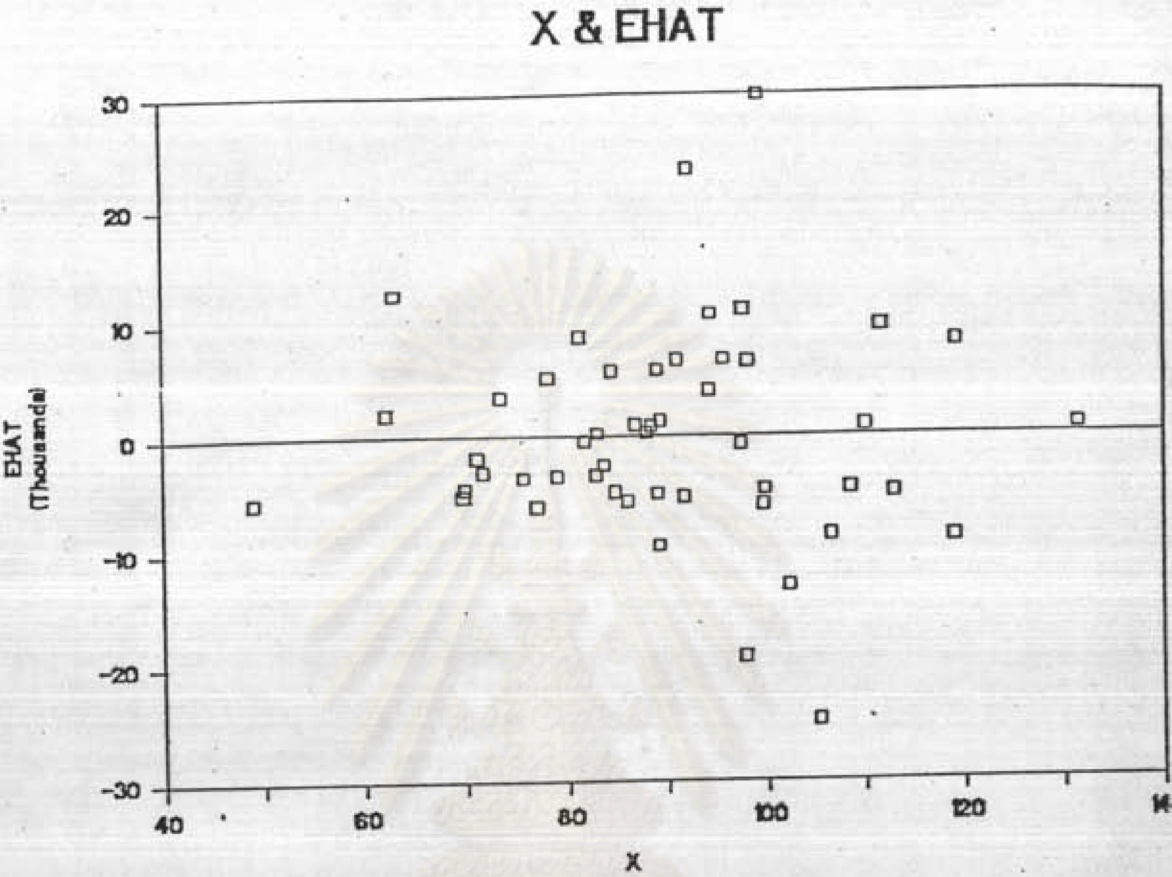
X = ตัวแปรอิสระ YHAT = ตัวแปรตาม EHAT = ความคลาดเคลื่อน

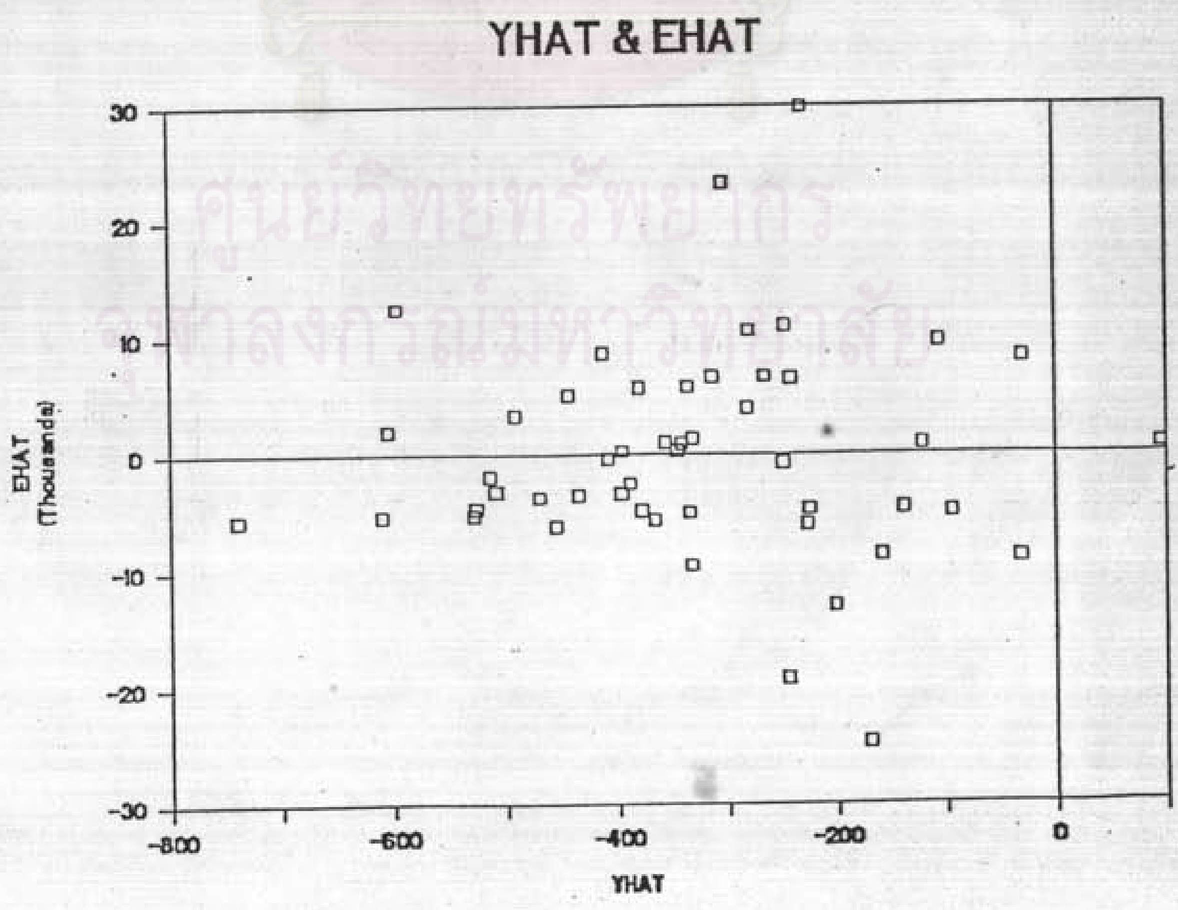




ตัวอย่างกราฟข้อมูลที่จำลองขึ้นจากการทดลอง เมื่อ $\sigma_t^2 = k^2(1+100x_t)^2$; C.V. = 0.44

X = ตัวแปรอิสระ YHAT = ตัวแปรตาม EHAT = ความคลาดเคลื่อน

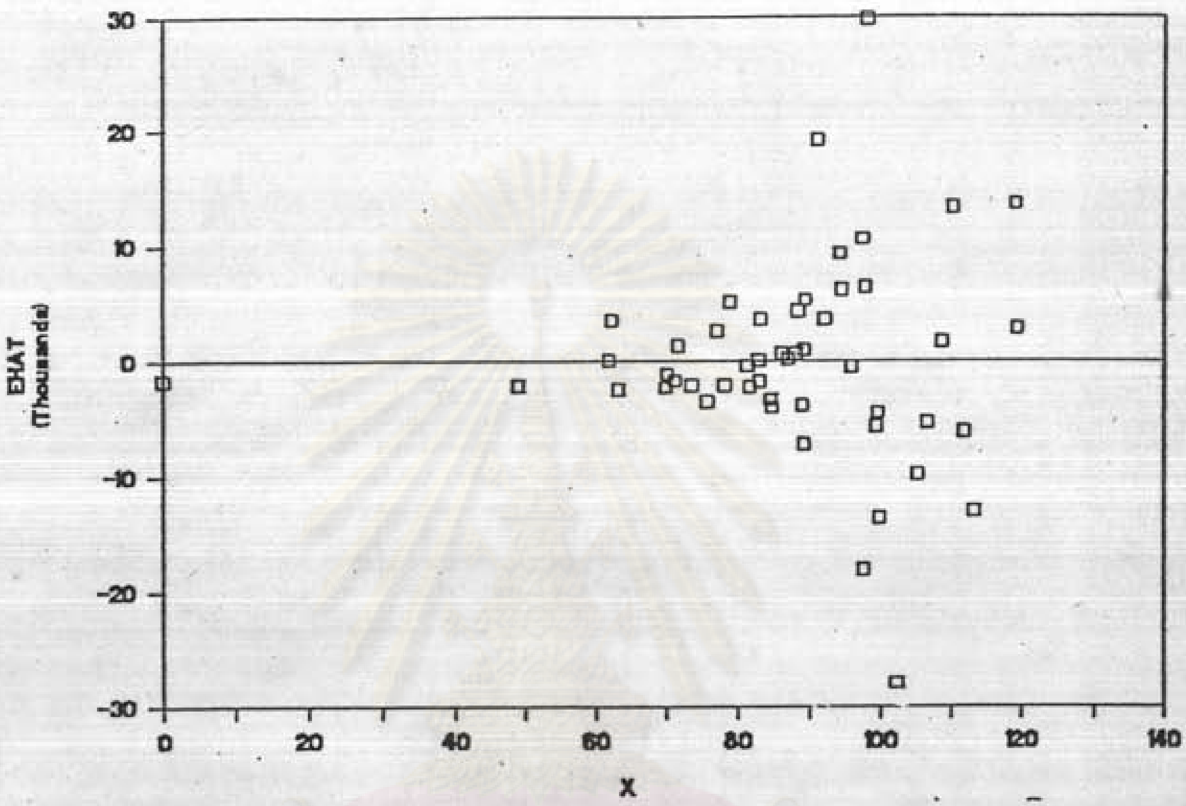




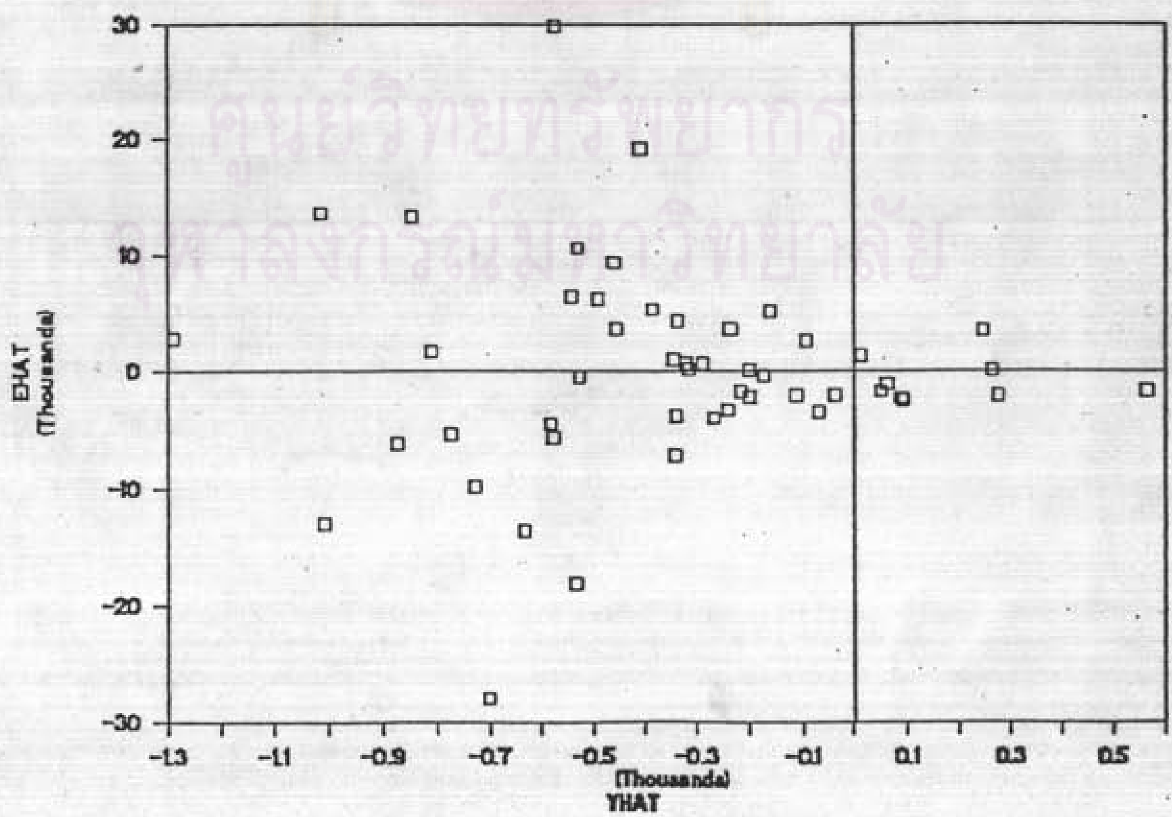
ตัวอย่างกราฟข้อมูลที่จำลองขึ้นจากการทดลอง เมื่อ $\sigma_t^2 = kx_t^7$; C.V. = 1.38

X = ตัวแปรอิสระ YHAT = ตัวแปรตาม EHAT = ความคลาดเคลื่อน

X & EHAT



YHAT & EHAT



ประวัติผู้เขียน

นางสาวดาว คงศิริวัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2505 สำเร็จปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติ) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2526 เข้าศึกษาในภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2529 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนอุดรพิชัยรักษ์พิทยา อุดรธานี