หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบอัตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์สมการถดถอยที่มีตัวแปรตามย้อนเวลาร่วมเป็นตัวแปรอิสระ โดยศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 5 วิธีคือ สถิติทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson test) สถิติทดสอบ h ของเดอร์บิน (Durbin's h test) สถิติทดสอบ h ของเดอร์บินที่ได้ปรับปรุงใหม่ (Modified Durbin's h test) สถิติทดสอบบอกซ์-เพียซ (Box-Pierce test) และสถิติทดสอบ m (m test) โดยในขั้นตอนแรกจะศึกษาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแต่ละวิธีก่อน แล้วจึงคัดเลือกสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ในแต่ละสถานการณ์มาพิจารณาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบอีกทีหนึ่ง โดยทำการศึกษาภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ดังนี้ (1) ณ ระดับความรุนแรงของอัตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ซึ่งถูกควบคุมโดยค่าพารามิเตอร์ทั้ง 6 ค่าจากระดับความรุนแรงน้อยไปมากคือ 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 (2) ขนาดตัวอย่าง 3 ขนาดคือ 30, 60, 100 (3) ตัวแปรอิสระ x_t ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีรูปแบบการถดถอยของตนเองตำแหน่งที่ 1 (First-Order Autoregressive Model) ซึ่งมีพารามิเตอร์ θ ของสมการนี้เป็นตัวกำหนดลักษณะของตัวแปรอิสระ (4) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (e_t) และ (5) สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของ Y_t ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิควิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Method) สร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนั้นจึงจะขอกล่าวถึงวิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โลก่อนแล้วจึงจะแสดงรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัยและโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิจัยตามลำดับต่อไป

3.1 วิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique)

เทคนิคที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลายวิธี วิธีมอนติคาร์โล เป็นวิธีหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาได้ และเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แฮมเมอร์สเลย์และแฮนส์โคมบ์ (Hammersley and Handscomb 1964:2) กล่าวว่าวิธีมอนติคาร์โลเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์เชิงทดลอง ซึ่งหลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้ตัวเลขสุ่ม (Random Numbers)มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โลที่ใช้กันในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1.1 การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิธีมอนติคาร์โลทั้งนี้เพราะว่า หลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ลักษณะของตัวเลขสุ่มจะมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) สำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีผู้เสนอไว้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีนั้นลักษณะของตัวเลขสุ่มที่เกิดขึ้นจะต้องมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) และเป็นอิสระกัน

3.1.2 การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการศึกษา บางปัญหาอาจจะไม่ใช้ตัวเลขสุ่มโดยตรง แต่อาจจะมีขั้นตอนอื่นอีกหลาย ๆ ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนเหล่านั้นมีบางขั้นตอนที่ต้องใช้ตัวเลขสุ่ม

3.1.3 การทดลองกระทำ เมื่อประยุกต์ปัญหาให้ใช้กับตัวเลขสุ่มได้แล้วขั้นตอนต่อไปก็คือ การทดลองโดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random process)มากระทำในลักษณะที่ซ้ำ ๆ กัน เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

3.2 แผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี ณ ระดับความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนที่มีอัตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ในระดับที่ต่าง ๆ กันจากน้อยไปมาก 6 ระดับ ขนาดตัวอย่าง 3 ขนาดรูปแบบการถดถอยของตนเองแลกที่ 1 ของตัวแปรอิสระ x_t โดยใช้พารามิเตอร์ θ 2 ระดับ ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (e_t) 3 ระดับค่าสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของตัวแปรตาม Y_t:β_1 4 ค่า ซึ่งรวมทั้งสิ้นแล้ว 432 สถานการณ์ โดยทำการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบทั้ง 5 วิธี ในทุก

สถานการณ์เพื่อหาสถิติทดสอบที่ดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ต่อไป

3.3 ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลักคือ

1. สร้างค่าความคลาดเคลื่อน (u_t) และค่าของตัวแปรอิสระ x_t ตามรูปแบบที่กำหนดไว้

2. สร้างข้อมูล (Y_{t-1} , x_t, Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตามรูปแบบ

$$Y_t = \beta_o + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 x_t + u_t \quad ; t = 1,2,..., n$$

3. คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 5 ค่า

4. หาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจของการทดสอบ และทำการเปรียบเทียบ

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 สร้างค่าความคลาดเคลื่อน (u_t) และค่า x_t ตามรูปแบบที่กำหนด

3.3.1.1 การสร้างค่าความคลาดเคลื่อน u_t

สร้างค่าความคลาดเคลื่อน u_t โดยวิธี Box-Muller (รายละเอียดในการหาแสดงไว้ในภาคผนวก ก.) โดยกำหนด u_t มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น σ_e^2 เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็น 0 แต่ถ้ามีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 รูปแบบของ u_t จะเปลี่ยนแปลงไปโดย $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$; u_t จะมีการแจกแจงปกติค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น $\frac{\sigma_e^2}{(1-\rho^2)}$ และมีขั้นตอนการสร้าง u_t ดังนี้

1. สร้าง u_o ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น $\frac{\sigma_e^2}{1-\rho^2}$ และสร้าง e_t ; t = 1,2,..., nให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น σ_e^2

2. จากนั้นสร้าง u_t ; $t = 1,2,\ldots, n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$

$$u_1 = \rho u_o + e_1$$

$$u_2 = \rho u_1 + e_2$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$u_n = \rho u_{n-1} + e_n$$

3.3.1.2 สร้างค่าตัวแปรอิสระ x_t ตามรูปแบบที่กำหนด

x_t เป็นตัวแปรอิสระที่มีรูปแบบการถดถอยของตัวเองแลกที่ 1 โดยมีรูปแบบ $x_t = x_{t-1} + \eta_t$ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้าง x_o ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น $\frac{\sigma_\eta^2}{1-\theta^2}$ และสร้าง η_t ; $t = 1,2, \ldots, n$ ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความเปรปรวนเป็น σ_η^2

2. จากนั้นสร้าง x_t ; $t = 1, 2, \ldots, n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ $x_t = \theta x_{t-1} + \eta_t$

$$x_1 = \theta x_o + \eta_1$$

$$x_2 = \theta x_1 + \eta_2$$

$$\vdots$$

$$x_n = \theta x_{n-1} + \eta_n$$

3.3.2 สร้างข้อมูล (Y_{t-1}, x_t, Y_t) ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้างค่า Y_o (ค่าเริ่มต้นของ Y_{t-1}) ก่อน โดยสร้าง Y_o ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น $\sigma_Y^2 = (\beta_2^2 \cdot \sigma_\eta^2 (1 + \theta\beta_1))/((1 - \theta^2)(1 - \beta_1^2)(1 - \theta\beta_1) + (\sigma_e^2 (1 + \rho\beta_1)/((1 - \rho^2)(1 - \beta_1^2)(1 - \rho\beta_1))$

2. จากนั้นสร้าง Y_t ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ Y_{t-1} , x_t ดังนี้ $Y_t = \beta_o + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 x_t + u_t$; $t = 1,2,\ldots, n$ ซึ่ง $\beta_o, \beta_1, \beta_2$ เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นมา u_t เป็นความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบดังนี้ $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$ และตัวแปรอิสระ x_t มีรูปแบบการถดถอยของตัวเองดังนี้ $x_t = \theta x_{t-1} + \eta_t$ e_t และ η_t ต่างเป็นตัวแปรอิสระ มีการแจกแจงปกติค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_e^2 และ σ_η^2 ตามลำดับ

<u>ตัวอย่างการสร้างค่าเศษตกค้าง $\hat{u}_t$ มีดังนี้</u>

<u>ตัวอย่าง 3.1</u> การหาค่าเศษตกค้าง $\hat{u}_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ของข้อมูลอนุกรมเวลา

$$\text{ตัวแบบ} \quad Y_t = 0 + 0{,}1\, Y_{t-1} + 1x_t + u_t \qquad t = 2,3,\ldots, 60$$

$$x_t = 0.9\, x_{t-1} + \eta_t$$

$$u_t = 0.7\, u_{t-1} + e_t$$

โดยที่ e_t และ η_t ต่างก็เป็นตัวเลขสุ่มที่อิสระกัน และมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1, 10 ตามลำดับ จากนั้นมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำค่า (Y_{t-1}, x_t, Y_t) , $t = 2,3,\ldots, 60$ มาประมาณค่า β_i คือ $\hat{\beta}_o, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$ โดยวิธี OLS

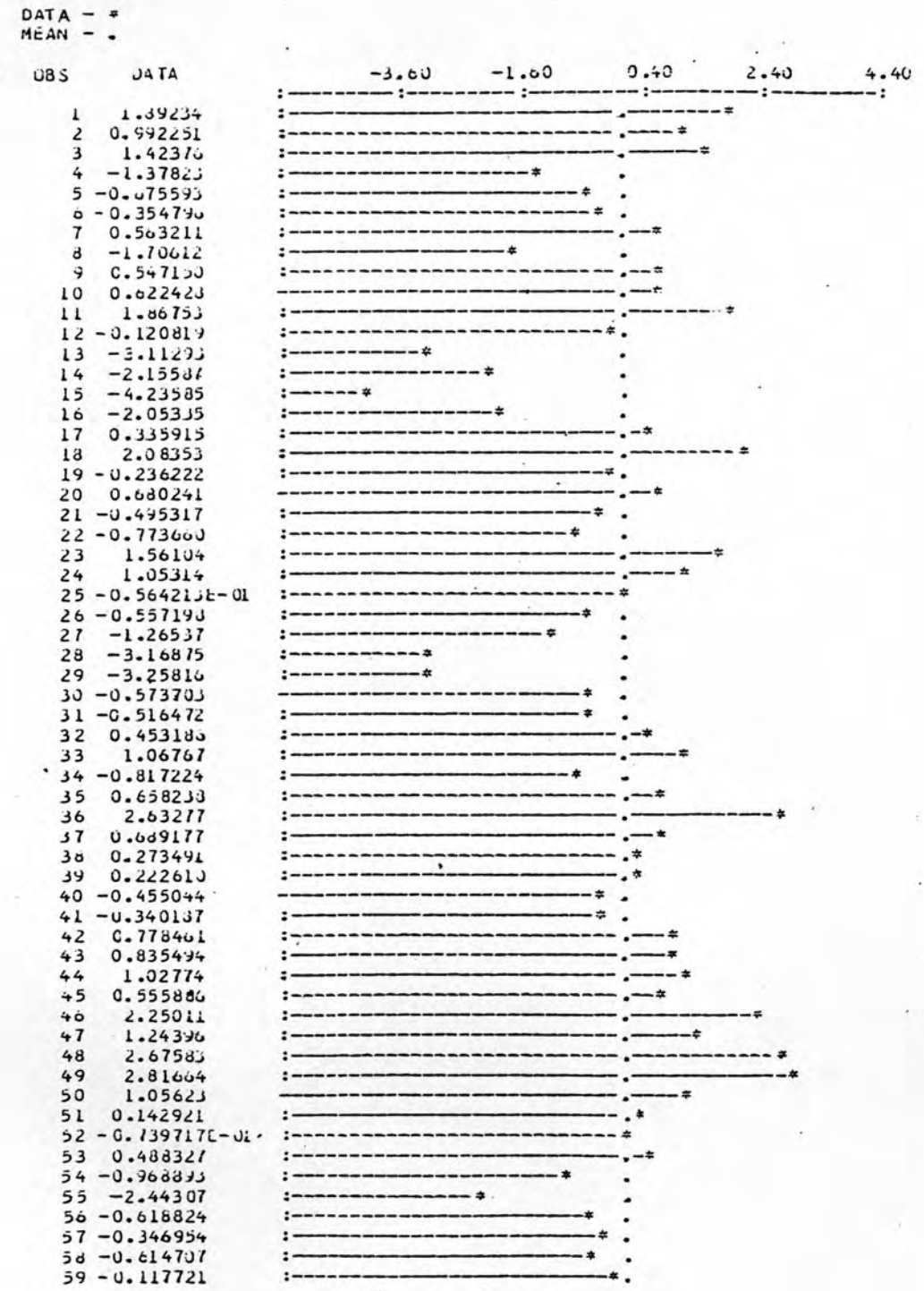
2. หาค่าพยากรณ์ $\hat{Y}_t = \hat{\beta}_o + \hat{\beta}_1 Y_{t-1} + \hat{\beta}_2 x_t$

3. จากนั้นหาค่า $\hat{u}_t = Y_t - \hat{Y}_t$

4. นำค่า $\hat{u}_t$ มาพลอตข้อมูลเพื่อพิจารณารูปแบบของ u_t โดยใช้คำสั่ง Box-Jenkins ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSSX ได้กราฟการพลอตข้อมูล ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function : ACF) และอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ดังนี้

I 10309895

รูปที่ 3.1 แสดงการพลอตข้อมูลของเศษตกค้าง (Residuals) $\hat{u}_t$



รูปที่ 3.2 แสดงการพลอตฟังก์ชันอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function) ของเศษตกค้าง $\hat{u}_t$

AUTOCORRELATION FUNCTION FOR VARIABLE
AUTOCORRELATIONS *
TWO STANDARD ERROR LIMITS . __

LAG	AUTO. CORR.	STAND. ERR.	-1 -.75 -.5 -.25 0 .25 .5 .75 1
1	0.541	0.126	. :*****.******
2	0.243	0.125	. :******
3	0.025	0.124	. :* .
4	-0.108	0.122	. **: .
5	-0.154	0.121	. ***: .
6	-0.043	0.120	. *: .
7	-0.054	0.119	. *: .
8	-0.116	0.118	. **: .
9	-0.070	0.117	. *: .
10	-0.085	0.115	. **: .
11	-0.031	0.114	. *: .
12	0.070	0.113	. :* .
13	0.198	0.112	. :*****
14	0.109	0.111	. :** .
15	0.096	0.109	. :** .
16	0.040	0.108	. :* .
17	-0.100	0.107	. **: .
18	-0.179	0.105	****: .
19	-0.223	0.104	****: .
20	-0.233	0.103	*.***: .
21	-0.160	0.101	.***: .
22	-0.117	0.100	. **: .
23	-0.055	0.099	. *: .
24	0.043	0.097	. :* .
25	0.097	0.096	. :** .

รูปที่ 3.3 แสดงการพลอตฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function) ของเศษตกค้าง $\hat{u}_t$

PARTIAL AUTOCORRELATION FUNCTION FOR VARIABLE
PARTIAL AUTOCORRELATIONS *
TWO STANDARD ERROR LIMITS .

LAG	PR-AUT CORR.	STAND. ERR.	-1 -.75 -.5 -.25 0 .25 .5 .75 1
1	0.541	0.130	:*****.******
2	-0.071	0.130	*:
3	-0.109	0.130	**:
4	-0.088	0.130	**:
5	-0.045	0.130	*:
6	0.120	0.130	:**
7	-0.106	0.130	**:
8	-0.127	0.130	***:
9	0.061	0.130	:*
10	-0.065	0.130	*:
11	0.058	0.130	:*
12	0.068	0.130	:*
13	0.138	0.130	:***
14	-0.111	0.130	**:
15	0.047	0.130	:*
16	0.003	0.130	*
17	-0.134	0.130	***:
18	-0.081	0.130	**:
19	-0.129	0.130	***:
20	-0.036	0.130	*:
21	0.031	0.130	:*
22	-0.127	0.130	***:
23	0.064	0.130	:*
24	0.063	0.130	:*
25	0.002	0.130	*

จากรูปที่ 3.1-3.3 พบว่าข้อมูล $\hat{u}_t$ มีอัตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

3.3.3 การคำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี

เมื่อสร้างข้อมูล (Y_{t-1}, x_t, Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามรูปแบบที่ต้องการได้แล้ว ขั้นต่อไปคือ การคำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี ดังนี้คือ

1. สถิติทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน มีขั้นตอนในการคำนวณหาค่าสถิติทดสอบดังนี้

1.1 นำข้อมูล Y_{t-1}, x_t, Y_t มาประมาณค่า β_i โดยวิธี OLS และหาค่า $\hat{Y}$

1.2 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน $\hat{u}_t$ จำนวน n ค่า

1.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบจากสูตร

$$D = \frac{\sum_{t=2}^{n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{u}_t^2}$$

2. สถิติทดสอบ H มีขั้นตอนในการคำนวณค่าสถิติทดสอบดังนี้

2.1 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $(\hat{\rho})$; $\hat{\rho} = 1 - \frac{D}{2}$

โดยที่ D คือค่าสถิติทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน

2.2 คำนวณค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y_{t-1} $(\hat{v}(\beta_1))$

2.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบจากสูตร

$$H = \hat{\rho} \sqrt{\frac{n}{1 - n\,\hat{v}(\beta_1)}}$$

3. สถิติทดสอบ H-M มีขั้นตอนในการคำนวณค่าสถิติทดสอบ ดังนี้

3.1 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $(\hat{\rho})$ เช่นเดียวกับสถิติทดสอบ H

3.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง ($\hat{\sigma}^2$) โดยวิธี OLS

3.3 สร้างเวคเตอร์ $\hat{m}_{-1}$ ที่มีสมาชิกในแถวที่ t เป็น

$$m_t = \hat{\beta}_1 m_{t-1} + \hat{\beta}_2 x_t \quad ; \quad t = 1,2,\ldots,n$$

$$m_o = y_o$$

3.4 สร้างเมตริกซ์ $\hat{M}$ ดังนี้

$$\hat{M} = I - \underset{\sim}{x}_1 (\underset{\sim}{x}_1' \underset{\sim}{x}_1)^{-1} \underset{\sim}{x}_1'$$

I = เมตริกซ์หน่วย (Identity Matrix) ขนาด nxn

$$\underset{\sim}{x}_1' = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

3.5 คำนวณค่า v^* จาก

$$\hat{v}^* = n\hat{\sigma}^2 / (n\hat{\sigma}^2 / (1 - \hat{\beta}_1^2) + \hat{m}_{-1}' \hat{M} \hat{m}_{-1})$$

3.6 คำนวณค่าสถิติทดสอบจากสูตร

$$\text{H-M} = \hat{\rho}\sqrt{n/(1 - \hat{v}^*)}$$

4. <u>สถิติทดสอบบอกซ์-เพียซ์</u> (Q) มีขั้นตอนในการคำนวณค่าสถิติทดสอบดังนี้

4.1 เมื่อคำนวณค่า $\hat{u}_t$ เช่นเดียวกับสถิติทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน

4.2 คำนวณค่า $\hat{r}_{u}(k)$ จาก

$$\hat{r}_{u}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^{n} \hat{u}_t \cdot \hat{u}_{t-k}}{\sum_{t=1}^{n} \hat{u}_t}$$

โดยที่ $k = 1,2,\ldots, K$ และ $K \simeq n/4$

4.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบจากสูตร

$$Q = n \sum_{k=1}^{K} \hat{r}_u(k)$$

5. สถิติทดสอบ m มีขั้นตอนในการคำนวณค่าสถิติทดสอบดังนี้

5.1 วิเคราะห์สมการถดถอย $Y_t = d_1 Y_{t-1} + d_2 Y_{t-2} + a_o x_t + a_1 x_{t-1} + e_t$ โดยนำค่า $Y_{t-1}, Y_{t-2}, x_t, x_{t-1}, Y_t$ มาประมาณค่า β_i โดยวิธี OLS และคำนวณค่า $\hat{Y}$, $\hat{u}$ ตามลำดับ

5.2 คำนวณค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_{t-1} $(\hat{v}(\hat{a}_1))$

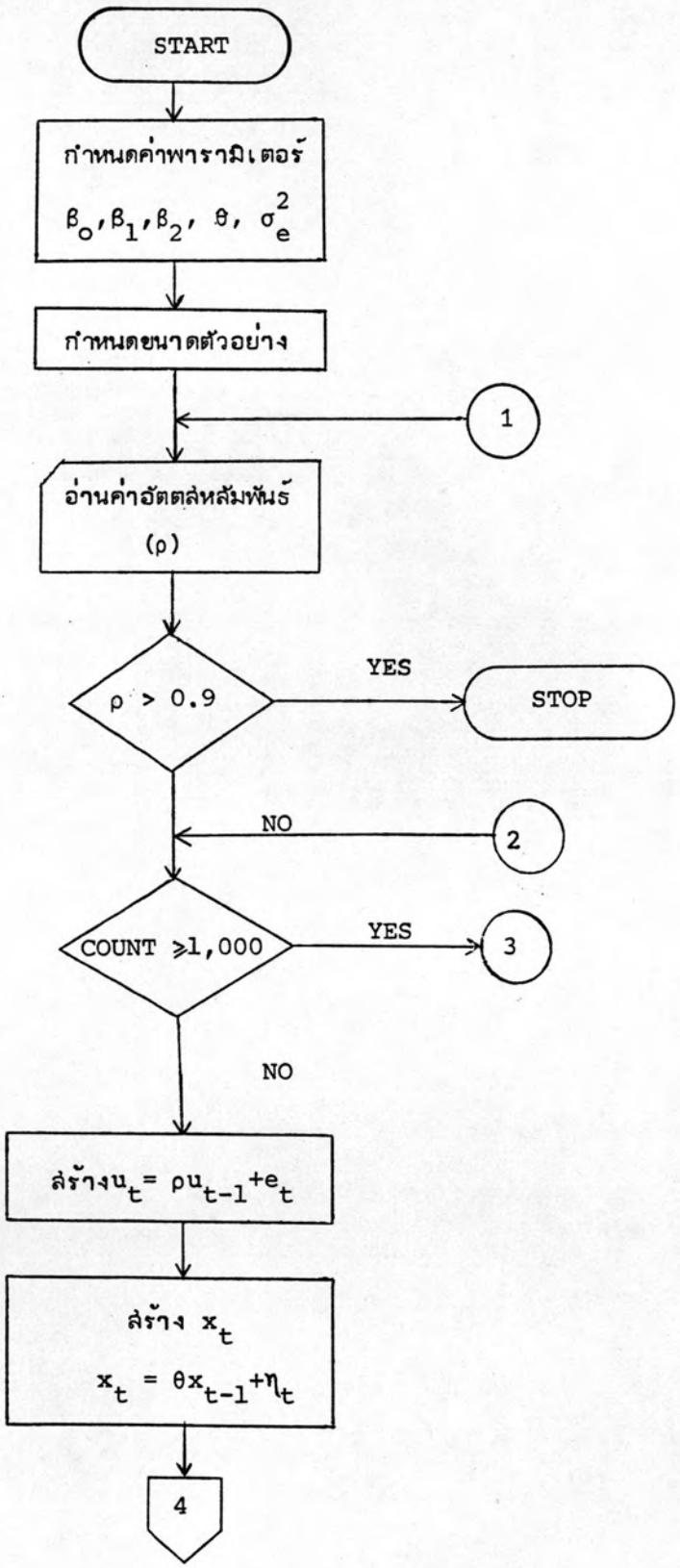
5.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบจากสูตร

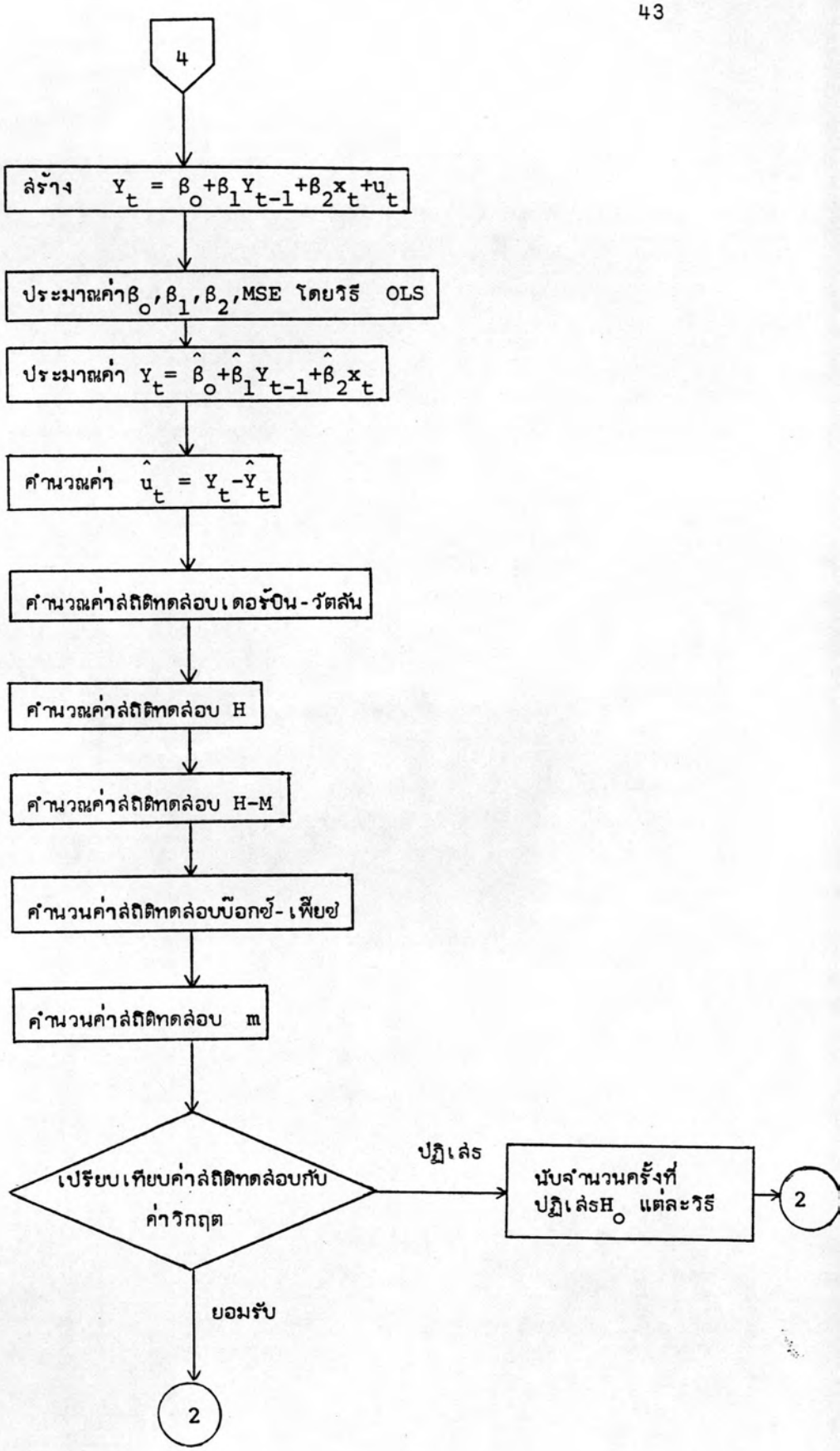
$$m = \frac{\hat{a}_1}{\sqrt{\hat{v}(a_1)}}$$

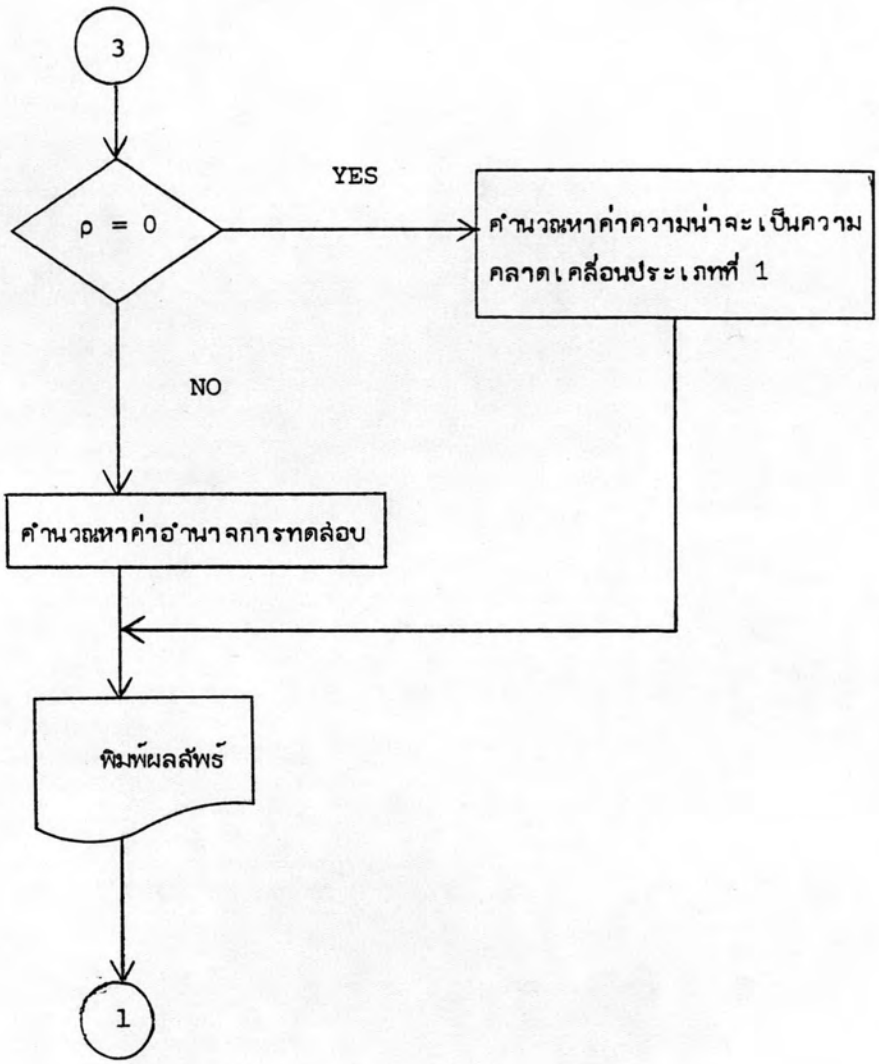
3.3.4 <u>การหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบและทำการเปรียบเทียบ</u>

เมื่อคำนวณค่าสถิติทดสอบครบทุกวิธีแล้ว จึงนำค่าสถิติทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อจะตัดสินใจว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐาน H_o ในกรณีปฏิเสธให้นับจำนวนครั้งไว้ แล้วย้อนกลับไปสุ่มตัวอย่างชุดใหม่ และทำกรรมวิธีซ้ำเช่นเดิม จนกระทั่งครบ 1,000 ครั้ง แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เป็น 0 และ ค่าอำนาจการทดสอบเมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0 ในกรณีหาค่าอำนาจการทดสอบนั้นจะเปลี่ยนค่าอัตตสหสัมพันธ์ทีละค่าจนครบทั้ง 5 ค่า จากนั้นเปลี่ยนขนาดตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์อัตตสหสัมพันธ์ Y_t และพารามิเตอร์ θ ของตัวแปรอิสระ x_t โดยแต่ละสถานการณ์จะสุ่มตัวอย่างซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง ทำการทดลองจนครบทุกสถานการณ์ซึ่งสรุปเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แสดงผังงานสำหรับการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ 5 วิธีคือ




4
สร้าง $Y_t = \beta_o+\beta_1 Y_{t-1}+\beta_2 x_t+u_t$
ประมาณค่า $\beta_o, \beta_1, \beta_2$, MSE โดยวิธี OLS
ประมาณค่า $Y_t = \hat{\beta}_o+\hat{\beta}_1 Y_{t-1}+\hat{\beta}_2 x_t$
คำนวณค่า $\hat{u}_t = Y_t-\hat{Y}_t$
คำนวณค่าสถิติทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน
คำนวณค่าสถิติทดสอบ H
คำนวณค่าสถิติทดสอบ H-M
คำนวนค่าสถิติทดสอบบ๊อกซ์-เพียซ
คำนวนค่าสถิติทดสอบ m
เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤต
ปฏิเสธ
นับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธ H_o แต่ละวิธี
2
ยอมรับ
2



3.4 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเขียนด้วยภาษาฟอร์แทนโฟ (Fortran IV) โดยใช้กับเครื่อง AMDAHL 5860 ซึ่งแต่ละแผนการทดลองลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะเหมือนกัน ดังรายละเอียดโปรแกรมในภาคผนวก ข