บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์อันดับ 1, 2 และ 3 โดยการศึกษาเปรียบเทียบวิธีคอคแครนและออร์คัต วิธีฮิลเดรธและลู และวิธีผลต่างอันดับที่หนึ่ง ควบคู่ไปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง และศึกษาเปรียบเทียบวิธีคอคแครนและออร์คัต วิธีฮิลเดรธและลู ควบคู่ไปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 2 และ 3 โดยศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) และ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของแต่ละวิธี และสำหรับการเปรียบเทียบจะกระทำภายใต้สถานการณ์ดังนี้ คือ ศึกษาค่าสหสัมพันธ์ (ρ) ณ ระดับ 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 ขนาดตัวอย่างที่ใช้มี 4 ขนาด คือ 15, 30, 40 และ 60 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) สร้างสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นจะขอกล่าวถึงเทคนิคมอนติคาร์โลแล้วจึงแสดงรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัย และโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

3.1 วิธีการจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย

3.3 ขั้นตอนในการวิจัย

3.1 วิธีการจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique)

มอนติคาร์โลเป็นเทคนิคการจำลองสถานการณ์ โดยอาศัยตัวเลขสุ่ม (Random number) มาสร้างสถานการณ์ให้เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงและมีการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือหาคำตอบของปัญหาที่สงสัยในสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ปัจจุบันวิธีการจำลองโดยเทคนิคมอนติคาร์โลเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการสร้างข้อมูลที่มีสภาพการแจกแจงตามที่ต้องการและใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย ซึ่งขั้นตอนของเทคนิคมอนติคาร์โลแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การสร้างตัวเลขสุ่ม (Generate random number) เป็นการสร้างตัวเลขสุ่มเพื่ออาศัยเครื่องมือต่างๆ ในการหาตัวเลขสุ่ม การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับเทคนิคนี้เนื่องจากหลักการของการจำลองแบบมอนติคาร์โลนั้นใช้ตัวเลขสุ่มมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหา โดยตัวเลขสุ่มที่นำมาใช้มีคุณสมบัติดังนี้

ก. ตัวเลขสุ่มมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1)

ข. ตัวเลขสุ่มมีความเป็นอิสระต่อกัน

ค. อนุกรมตัวเลขที่จะกลับมาซ้ำเดิมนั้นห่างพอสมควร มีช่วงยาวพอดีที่จะใช้

ง. สามารถสร้างซ้ำได้

2. การนำตัวเลขสุ่มที่ได้มาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ต้องการศึกษา ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะตัวแปรของปัญหานั้นๆ บางปัญหาอาจจะไม่ใช้ตัวเลขสุ่มโดยตรง แต่อาจจะขึ้นอยู่กับขั้นตอนอื่นอีกหลายขั้นตอนที่ต้องการใช้ตัวเลขสุ่ม

3. การทดลองกระทำ เมื่อนำตัวเลขสุ่มมาประยุกต์ให้เข้ากับปัญหาที่ต้องการศึกษาแล้ว ขั้นต่อไปคือ การทดลองโดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random process) มากระทำซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษาและสามารถสรุปปัญหานั้นได้

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ สำหรับศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1, 2 และ 3

1. แบบการถดถอยที่ใช้ในการศึกษาเป็นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา (Y_t)

2. ตัวแปรอิสระที่ใช้ทั้งหมดมีลักษณะเป็นรูปแบบแนวโน้มไม่คงที่ (Stochastic trend)

3. กำหนดค่า $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 1$

4. ขนาดตัวอย่างที่นำมาศึกษามี 4 ขนาด คือ 15, 30, 40 และ 60

5. ระดับความรุนแรงของอัตตสหสัมพันธ์แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง

6. พิจารณาระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

7. กระทำซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้งต่อ 1 สถานการณ์ที่กำหนดของขนาดตัวอย่างและค่าอัตตสหสัมพันธ์

8. การศึกษาครั้งนี้จะใช้ MSE และ R^2 เป็นตัวเปรียบเทียบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ขั้นตอนในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนเรียงตามลำดับดังนี้

3.3.1 การสร้างโปรแกรมย่อย (Subroutines) สำหรับการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน

3.3.2 การสร้างข้อมูล คือตัวแปรต้น (X_{t1}, X_{t2}, X_{t3} และ X_{t4}) และตัวแปรตาม (Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

3.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการ

3.3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์

สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.3.1 การสร้างโปรแกรมย่อยสำหรับการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อน

การสร้างลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดในข้อตกลงเบื้องต้นจะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม (Random number) ซึ่งมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1)เป็นพื้นฐานในการสร้าง

3.3.2 การสร้างข้อมูล X และ Y ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. สร้างความคลาดเคลื่อนตามตัวแบบที่กำหนดดังนี้

AR(1) ; $\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t$ โดย $|\rho| < 1$

AR(2); $\varepsilon_t = \rho_1\varepsilon_{t-1} + \rho_2\varepsilon_{t-2} + u_t$ โดย $\rho_1 + \rho_2 < 1,\ \rho_2 - \rho_1 < 1$ และ $|\rho_2| < 1$

AR(3) ; $\varepsilon_t = \rho_1\varepsilon_{t-1} + \rho_2\varepsilon_{t-2} + \rho_3\varepsilon_{t-3} + u_t$

โดย $|\rho_3| < 1,\ \rho_1 + \rho_2 + \rho_3 < 1,\ -\rho_1 + \rho_2 - \rho_3 < 1$ และ $\rho_3(\rho_3 - \rho_1) - \rho_2 < 1$

โดยที่ u_t เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวน $\sigma_u^2 = 5$

กำหนดขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้มี 4 ขนาด คือ 15, 30, 40 และ 60

กำหนดค่าอัตตสหสัมพันธ์ (ρ) 5 ระดับ คือ 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9

จากตัวแบบความคลาดเคลื่อน 3 ตัวแบบที่กำหนดดังนี้

- AR(1) เงื่อนไขความคงที่ คือ $|\rho| < 1$

ดังนั้นค่าอัตตสหสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิจัยจะเป็น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9

- AR(2) เงื่อนไขความคงที่ คือ $\rho_1 + \rho_2 < 1,\ \rho_2 - \rho_1 < 1$ และ $|\rho_2| < 1$

ดังนั้นค่าอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1 และ 2 เป็นดังตารางที่ 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- AR(3) เงื่อนไขความคงที่ คือ $|\rho_3|<1,\ \rho_1+\rho_2+\rho_3<1,\ -\rho_1+\rho_2-\rho_3<1$ และ $\rho_3(\rho_3-\rho_1)-\rho_2<1$ ดังนั้นค่าอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1, 2 และ 3 เป็นดังตารางที่ 3.2

ตาราง 3.1 แสดงค่าอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1 และ 2 ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการวิจัยตามเงื่อนไขความคงที่ของตัวแบบ AR(2)

การเกิดอัตตสหสัมพันธ์			การเกิดอัตตสหสัมพันธ์		
รูปแบบ	ρ_1	ρ_2	รูปแบบ	ρ_1	ρ_2
1	0.1	0.1	6	0.3	0.3
2	0.3	0.1	7	0.5	0.3
3	0.5	0.1	8	0.1	0.5
4	0.7	0.1	9	0.3	0.5
5	0.1	0.3	10	0.1	0.7

ตาราง 3.2 แสดงค่าอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1, 2 และ 3 ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการวิจัยตามเงื่อนไขความคงที่ของตัวแบบ AR(3)

การเกิดอัตตสหสัมพันธ์				การเกิดอัตตสหสัมพันธ์			
รูปแบบ	ρ_1	ρ_2	ρ_3	รูปแบบ	ρ_1	ρ_2	ρ_3
1	0.1	0.1	0.1	11	0.1	0.1	0.3
2	0.3	0.1	0.1	12	0.3	0.1	0.3
3	0.5	0.1	0.1	13	0.5	0.1	0.3
4	0.7	0.1	0.1	14	0.1	0.3	0.3
5	0.1	0.3	0.1	15	0.3	0.3	0.3
6	0.3	0.3	0.1	16	0.1	0.5	0.3
7	0.5	0.3	0.1	17	0.1	0.1	0.5
8	0.1	0.5	0.1	18	0.3	0.1	0.5
9	0.3	0.5	0.1	19	0.1	0.3	0.5
10	0.1	0.7	0.1	20	0.1	0.1	0.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นจึงสร้าง ε_t ให้มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

2. สร้างค่า X ซึ่งเป็นตัวแปรที่กำหนดตัวแบบที่มีลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลา

ตัวแบบ $X_{t1} = t + v_t$

$X_{t2} = t + v_t$

$X_{t3} = t + v_t$

$X_{t4} = t + v_t$

เมื่อ $v_t \sim N(0,1)$

3. สร้างค่าตัวแปรตาม Y ซึ่งมีรูปแบบสมการดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \beta_3 X_{t3} + \beta_4 X_{t4} + \varepsilon_t, \quad t = 1,2,\text{K } n$$

ซึ่ง $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ และ β_4 เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นมา

3.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการ

เมื่อสร้างข้อมูล (X_t, Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และตัวแบบความคลาดเคลื่อนที่กำหนดแล้ว จากนั้นจึงสร้างข้อมูล (X_t, Y_t) ที่ได้ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 4 วิธี ดังนี้

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การประมาณค่าพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}$ คือ

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}$$

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีคอคแครนและออร์คัต

ในขั้นตอนแรกจะคำนวณค่าประมาณ e_t, e_{t-1}, e_{t-2} และ e_{t-3} โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แล้วทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) ดังนี้

ในกรณี AR(1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากค่า r ดังสูตร

$$r = \frac{\sum_{t=2}^{n} e_t e_{t-1}}{\sum_{t=2}^{n} e_{t-1}^2}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกรณี AR(2) และ AR(3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จาก

$e_t = \rho_1 e_{t-1} + \rho_2 e_{t-2}$ และ $e_t = \rho_1 e_{t-1} + \rho_2 e_{t-2} + \rho_3 e_{t-3}$ ตามลำดับ

จากนั้นนำค่าประมาณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไปแทนในสมการ

$$Y_t^* = \beta_0^* + \beta_1 X_{t1}^* + \beta_2 X_{t2}^* + \beta_3 X_{t3}^* + \beta_4 X_{t4}^* + u_t$$

โดยที่ $Y_t^* = Y_t - \sum_{j=1}^{p} \rho_j Y_{t-j}$, $X_{ti}^* = X_{ti} - \sum_i \sum_j \rho_j X_{ti-j}$ สำหรับ $t = 2,3,\text{K}\ ,n$,

$j = 1,2,\text{K}\ , p$ และ $i = 1,2,3,4$

คำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}^*$ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะได้

$$\hat{\beta}^* = (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} Y^*$$

โดยที่

กรณี AR(1);

$$Y^* = \begin{bmatrix} Y_2 - \rho Y_1 \\ Y_3 - \rho Y_2 \\ \text{M} \\ Y_t - \rho Y_{t-1} \end{bmatrix},$$

$$X^* = \begin{bmatrix} 1-\rho & X_{21} - \rho X_{11} & X_{22} - \rho X_{12} & X_{23} - \rho X_{13} & X_{24} - \rho X_{14} \\ 1-\rho & X_{31} - \rho X_{21} & X_{32} - \rho X_{22} & X_{33} - \rho X_{23} & X_{34} - \rho X_{24} \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ 1-\rho & X_{t1} - \rho X_{t-1,1} & X_{t2} - \rho X_{t-1,2} & X_{t3} - \rho X_{t-1,3} & X_{t4} - \rho X_{t-1,4} \end{bmatrix}$$

กรณี AR(2);

$$Y^* = \begin{bmatrix} Y_3 - \rho_1 Y_2 - \rho_2 Y_1 \\ Y_4 - \rho_1 Y_3 - \rho_2 Y_2 \\ \text{M} \\ Y_t - \rho_1 Y_{t-1} - \rho_2 Y_{t-2} \end{bmatrix},$$

$$X^* = \begin{bmatrix} 1-\rho_1-\rho_2 & X_{31} - \rho_1 X_{21} - \rho_2 X_{11} & \Lambda & X_{34} - \rho_1 X_{24} - \rho_2 X_{14} \\ 1-\rho_1-\rho_2 & X_{41} - \rho_1 X_{31} - \rho_2 X_{21} & \Lambda & X_{44} - \rho_1 X_{34} - \rho_2 X_{24} \\ \text{M} & \text{M} & & \text{M} \\ 1-\rho_1-\rho_2 & X_{t1} - \rho_1 X_{t-1,1} - \rho_2 X_{t-2,1} & \Lambda & X_{t4} - \rho_1 X_{t-1,4} - \rho_2 X_{t-2,4} \end{bmatrix}$$

กรณี AR(3);

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Y^* = \begin{bmatrix} Y_4 - \rho_1 Y_3 - \rho_2 Y_2 - \rho_3 Y_1 \\ Y_5 - \rho_1 Y_4 - \rho_2 Y_3 - \rho_3 Y_2 \\ \text{M} \\ Y_t - \rho_1 Y_{t-1} - \rho_2 Y_{t-2} - \rho_3 Y_{t-3} \end{bmatrix},$$

$$X^* = \begin{bmatrix} 1-\rho_1-\rho_2-\rho_3 & X_{41}-\rho_1 X_{31}-\rho_2 X_{21}-\rho_3 X_{11} & \text{K} & X_{44}-\rho_1 X_{34}-\rho_2 X_{24}-\rho_3 X_{14} \\ 1-\rho_1-\rho_2-\rho_3 & X_{51}-\rho_1 X_{41}-\rho_2 X_{31}-\rho_3 X_{21} & \text{K} & X_{54}-\rho_1 X_{44}-\rho_2 X_{34}-\rho_3 X_{24} \\ \text{M} & \text{M} & & \text{M} \\ 1-\rho_1-\rho_2-\rho_3 & X_{t1}-\rho_1 X_{t-1,1}-\rho_2 X_{t-2,1}-\rho_3 X_{t-3,1} & \text{K} & X_{t4}-\rho_1 X_{t-1,4}-\rho_2 X_{t-2,4}-\rho_3 X_{t-3,4} \end{bmatrix}$$

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีฮิลเดรธและลู

ในขั้นตอนแรกจะทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) จากเทคนิคการค้นหาแบบกริด (Grid Search Technique) โดยการกำหนดเซตของ ρ ที่แตกต่างกันตั้งแต่ -1 ถึง 1 แล้วใช้ค่า ρ แต่ละค่าแทนในสมการ

$$Y_t^* = \beta_0^* + \beta_1 X_{t1}^* + \beta_2 X_{t2}^* + \beta_3 X_{t3}^* + \beta_4 X_{t4}^* + u_t$$

โดยที่ $Y_t^* = Y_t - \sum_{j=1}^{p} \rho_j Y_{t-j}$, $X_{ti}^* = X_{ti} - \sum_i \sum_j \rho_j X_{ti-j}$ สำหรับ $t = 2,3,\text{K}\ ,n$, $j = 1,2,\text{K}\ , p$ และ $i = 1,2,3,4$

คำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}^*$ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะได้

$$\hat{\beta}^* = (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} Y^*$$

จากนั้นคำนวณหาค่า SSE จาก

$$SSE_\rho = \sum (Y_t' - \hat{Y}_t')^2$$
$$= \sum (Y_t' - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{t1}' - \hat{\beta}_2 X_{t2}' - \hat{\beta}_3 X_{t3}' - \hat{\beta}_4 X_{t4}')^2$$

จะได้ค่า SSE_ρ ของ ρ แต่ละค่าตามลำดับ เลือกค่า ρ ที่ให้ค่า SSE น้อยที่สุด

4. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีผลต่างอันดับที่หนึ่ง

ขั้นตอนแรก กำหนด $\rho = 1$ แล้วทำการแปลงตัวแปร

$$Y_t^* = Y_t - Y_{t-1}$$
$$X_{ti}^* = X_{ti} - X_{t-1,i} \quad \text{สำหรับ } i = 1,2,3,4 \text{ และ } t = 2,3,\text{K}\ ,n$$

คำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}^*$ จาก

$$\hat{\beta}^* = (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} Y^*$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

$$Y^* = \begin{bmatrix} Y_2 - Y_1 \\ Y_3 - Y_2 \\ \text{M} \\ Y_t - Y_{t-1} \end{bmatrix},$$

$$X^* = \begin{bmatrix} X_{21} - \rho X_{11} & X_{22} - \rho X_{12} & X_{23} - \rho X_{13} & X_{24} - \rho X_{14} \\ X_{31} - \rho X_{21} & X_{32} - \rho X_{22} & X_{33} - \rho X_{23} & X_{34} - \rho X_{24} \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ X_{t1} - \rho X_{t-1,1} & X_{t2} - \rho X_{t-1,2} & X_{t3} - \rho X_{t-1,3} & X_{t4} - \rho X_{t-1,4} \end{bmatrix}$$

3.3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตัดสินใจจาก ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) และ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

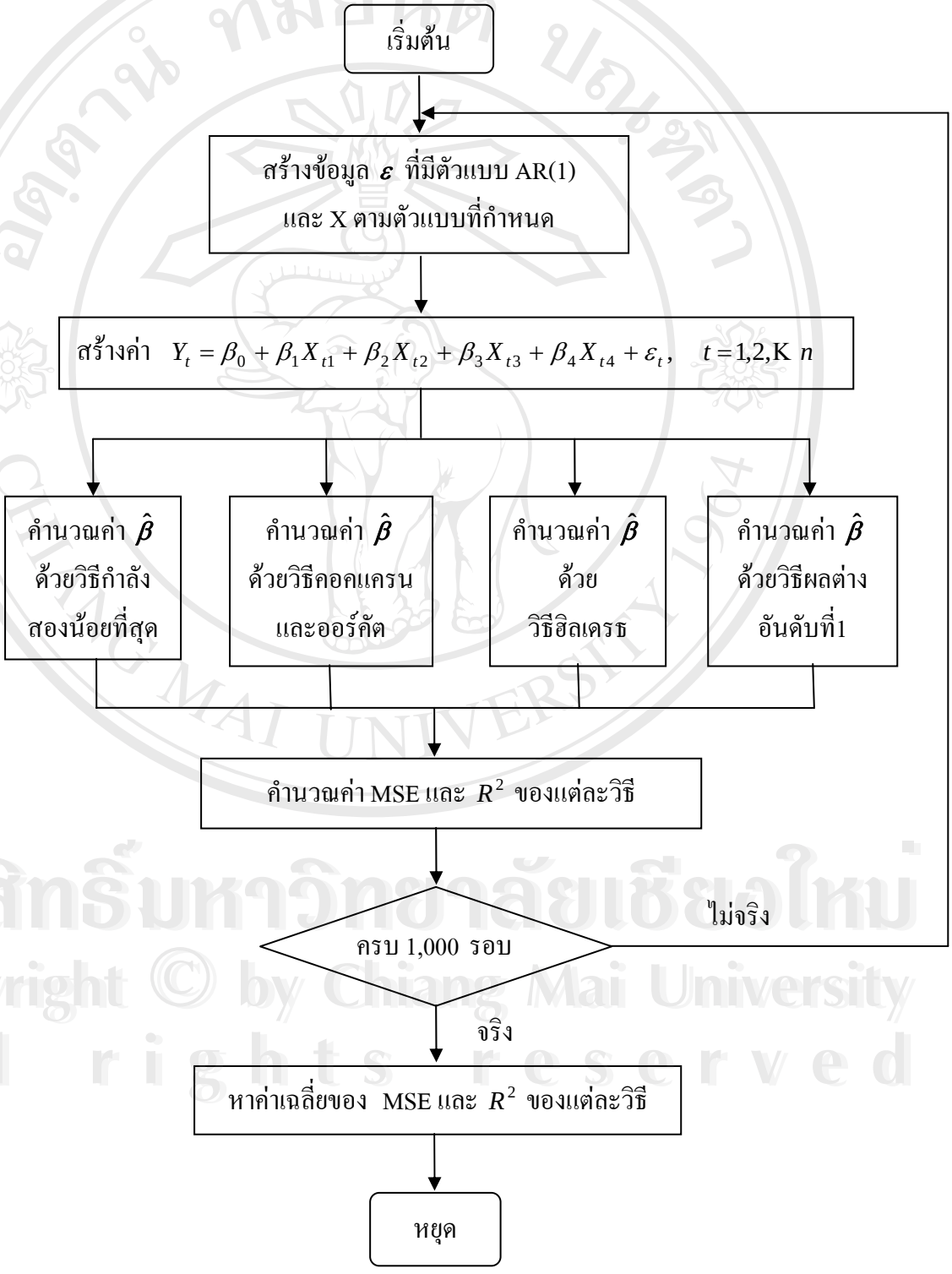
$$MSE = \sum_{t=1}^{1000} \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{1000}$$

และ $$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^{1000} \left[1 - \frac{\sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2}{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \right]}{1000} \quad ; t = 1,2,\text{K}\ ,n$$

จากนั้นนำค่า MSE และ R^2 ของวิธีการทั้ง 4 วิธีมาทำการเปรียบเทียบ และจะทำการทดลองเช่นนี้โดยการเปลี่ยนขนาดตัวอย่างและระดับอัตตสหสัมพันธ์ จนครบทุกรูปแบบที่ต้องการศึกษา

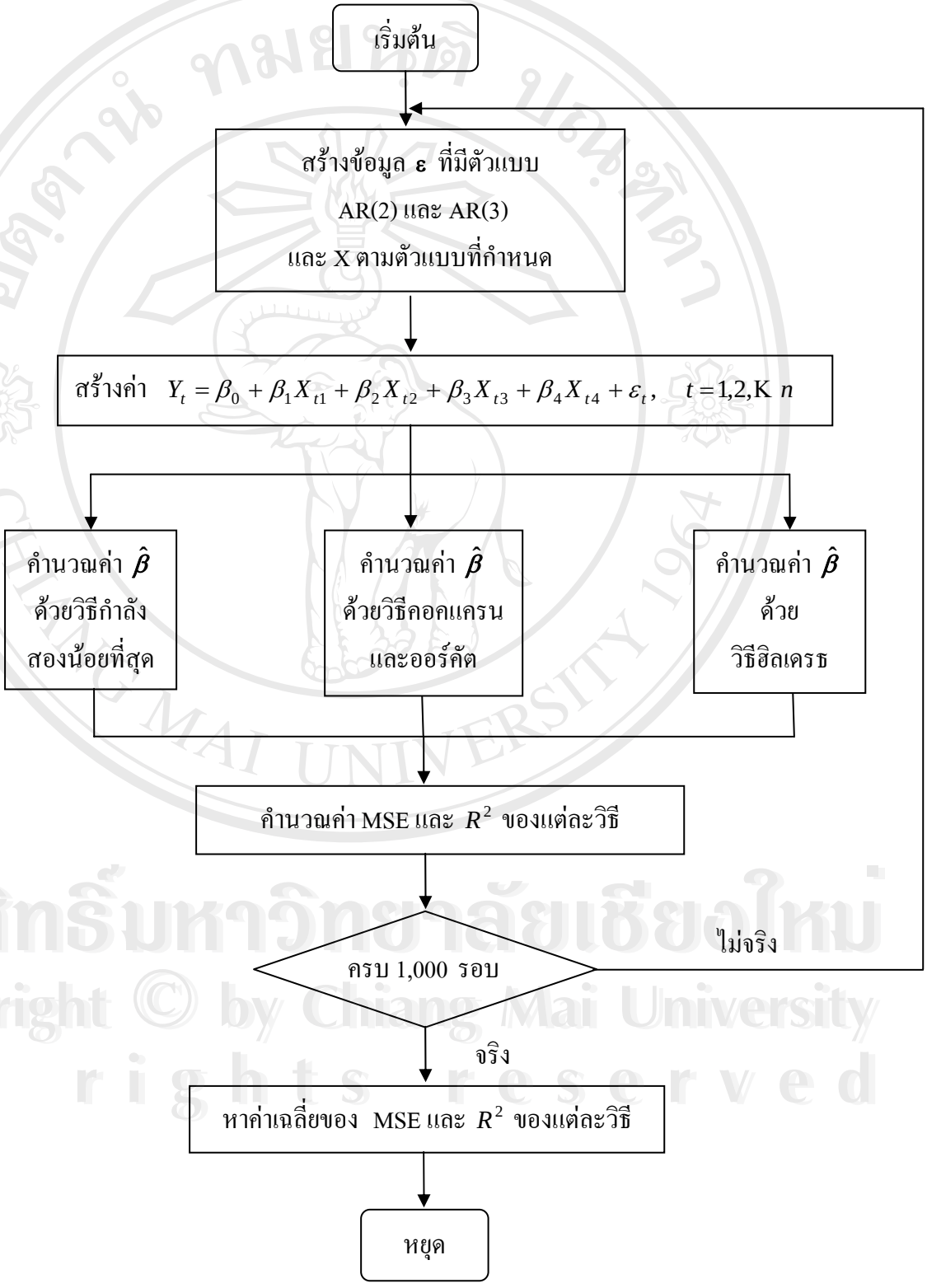
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.1 แสดงผังงานสำหรับหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของความคลาดเคลื่อนที่มีอัตตสหสัมพันธ์อันดับ 1



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.2 แสดงผังงานสำหรับหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของความคลาดเคลื่อนที่มีอัตตสหสัมพันธ์อันดับ 2 และ 3



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved