

การวิเคราะห์ความถดถอย เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล  
มีลักษณะกึ่งปกติและความแปรปรวนไม่คงที่

นางสาว ชูใจ อู่หารตันไชย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต  
ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531


ISBN 974-569-630-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016921

1111111111

REGRESSION ANALYSIS IN THE CASE OF AUTOCORRELATION  
AND HETEROSCEDASTICITY IN THE ERROR TERM



Miss Choochai Kuharuttanachai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-569-630-7


หัวข้อวิทยานิพนธ์      การวิเคราะห์ความถดถอย เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีสหสัมพันธ์  
 และความแปรปรวนไม่คงที่

โดย                      นางสาวอุไฉฉา อุตหรรณมไย้อย

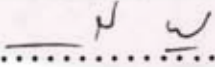
ภาควิชา                      สถิติ

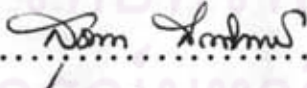
อาจารย์ที่ปรึกษา      รองศาสตราจารย์ ดร. สุย์ธิดา กิระนันทน์

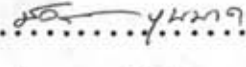
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อুমัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

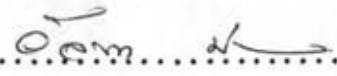
  
 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
 (ศาสตราจารย์ ดร. ดาวร วีรารักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
 ..... ประธานกรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สร้อย พิศาลบุตร)

  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สุย์ธิดา กิระนันทน์)

  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุญนาค)

  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ วิลภา ประกอบผล)



### พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ชื่อ ฐาพรรัตน์ ไชย : การวิเคราะห์ความถดถอย เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีสหสัมพันธ์ และความแปรปรวนไม่คงที่ (REGRESSION ANALYSIS IN THE CASE OF AUTOCORRELATION AND HETEROSCEDASTICITY IN THE ERROR TERM) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ลุ้ยตา กระเน็นทน์, 153 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณเกี่ยวกับพารามิเตอร์  $\beta_0, \beta_1$  ของวิธีการ 5 วิธีคือ วิธีกำลังสองต่ำสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูลข้อมูลที่ใช่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล เมื่อความคลาดเคลื่อน (E) มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยที่ลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และแบบกลุ่ม สำหรับรูปแบบของสหสัมพันธ์นั้น จะทำการศึกษา เมื่อค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) มีค่า เป็น 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ขนาดตัวอย่างที่ใช้มีขนาด 15 30 45 และ 60 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ใช้ในการทดสอบเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีสหสัมพันธ์และความแปรปรวนไม่คงที่ สำหรับการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณนั้น จะพิจารณาจากค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ ผลจากการศึกษาการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณไม่สามารรถสรุปได้ว่า วิธีการใดมีประสิทธิภาพดีที่สุด วิธีการหนึ่ง ๆ จะให้ผลดีภายใต้เงื่อนไขหนึ่ง ๆ เท่านั้น ผลการศึกษาที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

1. การ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ : จากการศึกษาพบว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ จะมีประสิทธิภาพดี แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีประสิทธิภาพดี
2. การ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม : จากการศึกษาพบว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาเฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันจะมีประสิทธิภาพดี สำหรับทุกค่าสหสัมพันธ์
3. การ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม : จากการศึกษาพบว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีประสิทธิภาพดี สำหรับทุกค่าสหสัมพันธ์

ภาควิชา ..... สถิติ  
สาขาวิชา ..... สถิติ  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... ฐาพรรัตน์ ไชย  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... รศ.ดร. ลุ้ยตา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

CHOOCHAI KUHARUTTANACHAI : REGRESSION ANALYSIS IN THE CASE OF AUTOCORRELATION AND HETEROSCEDASTICITY IN THE ERROR TERM. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SUCHADA KIRANANDANA, Ph.D. 153 PP.

The objective of this study is to investigate the efficiency of the estimators of parameters  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  using 5 statistical methods namely 1) Least Squares Method 2) Generalized Least Squares method in the case of heteroscedasticity 3) Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation 4) Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity 5) Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity on the transformed data.

The data for this experiment were obtained through simulation using Monte Carlo technique. The error terms were subject to autocorrelation and heteroscedasticity where variance of the error terms was assumed to be proportional to the squared mean of the independent variable, the dependent variable and at random. Four levels of correlation were considered, i.e. 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, with sample sizes of 15, 30, 45, and 60 at the level of significance 5% and 1% in testing hypothesis about autocorrelation and heteroscedasticity.

Computer programs were written to calculate the variance in order to study the efficiency of the estimators. The results obtained indicated that no specific method proved to be superior to other methods for all conditions considered in this study. However, the superiority of each method in specific circumstances can be described as follows:

1. When variance of the error terms was proportional to the squared mean of the independent variable: Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity was found to be very efficient for correlation of 0.3. But Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity and Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity on the transformed data were found to be very efficient for correlation of 0.5, 0.7 and 0.9.

2. When variance of the error terms was proportional to the squared mean of the dependent variable : Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation was found to be very efficient for all levels of correlation.

3. When variance of the error terms was at random : Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity and Generalized Least Squares method in the case of autocorrelation and heteroscedasticity on the transformed data were found to be very efficient for all correlation levels.

ภาควิชา ..... สถิติ  
สาขาวิชา ..... สถิติ  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... ช.ค. อ.ชาตรี วัฒนกุล  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... อ.ดร. สุนทร วัฒนกุล

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ลู่ฮาดา กิระนันท์ คณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนควบคุม ดูแล แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณยิ่ง

นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. สร้อย พิศาลบุตร รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุณนาค รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล ที่ได้ช่วยตรวจและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอบพระคุณ อาจารย์ จรัญ ภักดีธนากุล ที่จารุณี ฐานรตาภรณ์ และที่ล่าสี่ ต่อบุญย์คู่ภัย ที่ช่วยเหลือให้ข้อคิด และคำแนะนำด้วยดีมาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และที่ ๆ ที่ห่วงใย เป็นกำลังใจ และส่งเสริม สนับสนุนการเรียนของผู้เขียนตลอดมา

ชอุไร สุหารัตนไชย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญรูป .....	ท
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 สัมมติฐานของการวิจัย .....	3
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น .....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	5
1.6 คำจำกัดความ .....	6
1.7 ประโยชน์ของการวิจัย .....	6
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย .....	7
2.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ .....	7
2.2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ .....	12
2.3 ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์ความถดถอย ...	29
2.4 การทดสอบสัมมติฐานเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อน .	38
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	41
3.1 วิธีมอนติคาร์โล .....	41
3.2 แผนการทดลอง .....	42

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
3.3	ขั้นตอนในการวิจัย ..... 42
3.4	โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ..... 48
4	ผลการวิเคราะห์ ..... 50
4.1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ ค่าความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของความ คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ ..... 51
4.2	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ ค่าความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของความ คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม ..... 67
4.3	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยใช้ ค่าความแปรปรวน เมื่อความแปรปรวนของความ คลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม ..... 82
5	สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอนะ ..... 99
5.1	ผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปร ตามตัวแปรอิสระ โดยพิจารณาจากค่าความ แปรปรวน ..... 99
5.2	ผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผัน แปรตามตัวแปรตาม โดยพิจารณาจากค่าความ แปรปรวน ..... 100



## ลำปญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5	5.3 ผลสรุปการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัว ประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาด เคลื่อนผันแปรแบบลุ่ม โดยพิจารณาจากค่า ความแปรปรวน .....	101
	5.4 ข้อเสนแนะ .....	106
บรรณานุกรม .....		107
ภาคผนวก .....		109
ประวัติผู้เขียน .....		153

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลํารับัญตาราง

หน้า

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย .	48
4.1 - 4.4	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสํหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่า ความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาด ตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับ นัยสําคัญ 0.05 .....	53
4.5 - 4.8	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งล่องนํยที่ลุดแบบทัวไป ทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งล่องต่ำลุด ในการประมาณค่า พารามิเตอร์ ณ ระดับสํหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสําคัญ 0.05...	56
4.9 - 4.12	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสํหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปร ตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสําคัญ 0.01 .....	60
4.13 - 4.16	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งล่องนํยที่ลุดแบบทัวไป ทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งล่องต่ำลุด ในการประมาณค่า พารามิเตอร์ ณ ระดับสํหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสําคัญ 0.01 ...	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

4.17-4.20	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาด ตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 .....	69
4.21-4.24	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งล่องน้อยที่สุดแบบ ทั่วไปทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งล่องต่ำสุด ในการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับ สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัว แปรตาม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 .....	72
4.25-4.28	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับ ขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตาม ลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 .....	76
4.29-4.32	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งล่องน้อยที่สุดแบบ ทั่วไปทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งล่องต่ำสุด ในการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม สำหรับขนาด ตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับ นัยสำคัญ 0.01 .....	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.33-4.36	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ 5 วิธี ณ ระดับสัมพัทธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 .....	84
4.37-4.40	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งร่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งร่องต่ำสุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสัมพัทธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 .....	88
4.41-4.44	ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 5 วิธี ณ ระดับสัมพัทธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 .....	92
4.45-4.48	ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการส่งร่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปทั้ง 4 วิธีเทียบกับวิธีการส่งร่องต่ำสุด ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ณ ระดับสัมพัทธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม สำหรับขนาดตัวอย่าง 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 .....	95

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.1	แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อ ค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ จำแนกตามขนาด ตัวอย่าง และค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) .....	102
5.2	แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อ ค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม จำแนกตามขนาด ตัวอย่าง และค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) .....	103
5.3	แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อ ค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม จำแนกตามขนาด ตัวอย่าง และค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) .....	104
5.4	แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมตามความ ผันแปรของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ .....	105
ข. 1	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนจำแนกตาม จำนวนการกระทำซ้ำ ในการจำลองการทดลองขนาด ตัวอย่างเป็น 15 ค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัย สำคัญ 0.05 เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรตามตัวแปรอิสระ .....	121
ข. 2	แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการ ประมวลผลจำแนกตามขนาดตัวอย่าง ( $n$ ) ในการจำลอง การทดลอง 300 รอบ เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 .....	122

## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่		
3.1	แสดงผังงานสำหรับค่าความแปรปรวน (VAR) ของตัวประมาณ 5 วิธี .....	46
ก. 1	แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ .....	116
ก. 2	แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม .....	117
ก. 3	แสดงผังงานในการสร้างข้อมูล (X,Y) เมื่อค่า คลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม .....	119

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย