

๘๙๖

การประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
เมื่อการแจกแจงความคลาดเคลื่อนไม่เป็นแบบปกติ

นายบุญล้ำ จันบรรจง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-633-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ESTIMATION OF PARAMETERS IN ANALYSIS OF COVARIANCE
WHEN THE RANDOM ERROR IS NOT NORMALLY DISTRIBUTED**

Mr. Boonlam Janbunjong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-633-9

ญญาล้ำ จันบรรจง : การประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่เป็นแบบปกติ (ESTIMATION OF PARAMETERS IN ANALYSIS OF COVARIANCE WHEN THE RANDOM ERROR IS NOT NORMALLY DISTRIBUTED)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร, 232 หน้า. ISBN 974-633-633-9

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่เป็นแบบปกติระหว่างวิธีบูตสเตรป กับวิธีตัวประมาณเอ็ม โดยจะศึกษาเมื่อการแจกแจงความคลาดเคลื่อนสุ่ม เป็นแบบสมมาตรหางยาว คือการแจกแจงโลจิสติก และการแจกแจงแบบปกติปลอมปน เมื่อมี

สเกลแฟคเตอร์ 3,5,10 และ 20 เปอร์เซนต์การปลอมปน 5,10,15 และ 25 กับการแจกแจงความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นแบบเบ้ คือ การแจกแจงแกมมา กำหนดค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 2$ กับ $\alpha > 4$ ทุกการแจกแจงจะศึกษาตัวแปรร่วมขนาด 1,3 และ 5 จำนวนวิธีปฏิบัติ 3,5 และ 7 ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ 0.05 ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ 5,10,20 และ 30 ในการคัดเลือกวิธีการประมาณพารามิเตอร์ จะพิจารณาจากค่าอำนาจการทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ ด้วยเกณฑ์ของ BRADLEY ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้ง

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ในกรณีการแจกแจงโลจิสติก

วิธีการประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 2 วิธี สามารถควบคุมได้ทุกกรณี แต่ไม่สามารถควบคุมได้ทุกกรณีเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปนและการแจกแจงแกมมาทั้งค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 2$ กับ $\alpha > 4$ การควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 สามารถควบคุมได้ดีขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในวิธีปฏิบัติและ ระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น

2. อำนาจการทดสอบ การแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปนและการแจกแจงโลจิสติกเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 วิธีบูตสเตรปจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีตัวประมาณบูตสเตรป

การแจกแจงแบบแกมมา พบว่าวิธีตัวประมาณเอ็มจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีตัวประมาณบูตสเตรป ทุกกรณี และที่ค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 2$ จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าที่ $\alpha > 4$

ทุกการแจกแจงที่ศึกษาค่าอำนาจการทดสอบจะแปรผันตามขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ แต่จะแปรผกผันกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ

ภาควิชา

สาขาวิชา

ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิติต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

C423398 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD: ANALYSIS OF COVARIANCE

BOONLAM JANBUNJONG : ESTIMATION OF PARAMETERS IN ANALYSIS
OF COVARIANCE WHEN THE RANDOM ERROR IS NOT NORMALLY DISTRIBUTED.
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF SORACHAI BHISANBUTRA, Ph. D.
232 pp. ISBN 974-633-633-9.

The Objective of this thesis is to conduct the comparative study concerning the efficiency of methods for estimating parameters between Bootstrap method (BS) and M-Estimator method (M) in the analysis of covariance by making comparative study of the ability in the type I error probability control and power of the test of the two methods when the error is not normally distributed with long tail for instance: the logistic, gamma ($\alpha = 2$ and $\alpha > 4$) and contaminated scale normal which has scale factor of 3,5,10,20 and percentage of contamination equals to 5,10,15,20, and 25. The level of significance for this study are 0.01 and 0.05. This research used the number of covariate which equals to 1,3,5 and the number of treatment which equals to 3,5,7. Sample size used in each treatment equal to 5,10,20, and 30. Selection of parameter would consider from power of the test that can control Type I Error by BRADLEY's criterion. As for the various types of data used in this experiment are simulated with computer program using Monte Carlo Technique repeating 1,000 times in each case.

The results of this study are as follows :

1. Probability of Type I Error

the two methods could control the probability of Type I Error completely in all cases when the distribution of error is Logistic type. But could not likewise control probability of Type I Error completely in all cases when the distribution of error is Gamma ($\alpha = 2$ and $\alpha > 4$) and scale-contaminated normal type. The two methods could better control the probability of Type I Error when the level of significance and sample size in each treatment have higher value.

2. Power of the test

When the sample size in each treatment equal to 5 the Bootstrap method gives the higher power of the test than M-estimator method. Whereas when increase in sample size, M-estimator would give the higher power of the test than Bootstrap method when the distribution of error is Gamma, M-Estimator method would give the higher power of the test than Bootstrap method. And at the parameter $\alpha = 2$ the test would give the higher power than at the parameter $\alpha > 4$.

It was found that all of distribution of error being studied, the power of the test for two methods will vary according to the sample size in each treatment and the level of significance. But the power of the test for two methods varies inversely the number of treatments and covariates.

ภาควิชา.....

สาขาวิชา.....

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร. สรชัย พิศาลบุตร ที่กรุณาให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกราบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มัลลิกา นูนนาค รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล และรองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร ในฐานะประธานกรรมการ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ที่ส่งเสริม สนับสนุนในการศึกษาและห่วงใยผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือมาตลอด

บุญล้ำ จันบรรจง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ท

บทที่

1. บทนำ.....	1
2. ตัวสถิติและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
3. วิธีการวิจัย.....	20
4. ผลการวิจัย.....	25
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	99
รายการอ้างอิง.....	102
ภาคผนวก.....	103
ประวัติผู้วิจัย.....	231

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1.....	28
4.1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	29
4.1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	30
4.1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 1	31
4.1.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	32

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟกเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	33
4.1.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟกเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 1	34
4.1.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟกเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	35
4.1.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟกเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	36
4.1.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก α ระดับนัยสำคัญ = 0.01	48

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha > 4$) ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01.....	50
4.1.12 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 2$) ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01	53
4.2.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1	38
4.2.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	39
4.2.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	40
4.2.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 1	41

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	42
4.2.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	43
4.2.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 1	44
4.2.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 3	45
4.2.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน α ระดับนัยสำคัญ = 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 5	46

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก η ระดับนัยสำคัญ = 0.05	49
4.2.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha > 4$) η ระดับนัยสำคัญ = 0.05	51
4.2.12 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 2$) η ระดับนัยสำคัญ = 0.05	54
4.3.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซ็นต์ การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวน ตัวแปรร่วม = 1.....	62
4.3.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 3.....	63
4.3.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 5.....	64
4.3.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 1.....	65

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 3.....66	
4.3.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 5.....67	
4.3.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 1.....68	
4.3.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 3.....69	
4.3.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 5.....70	
4.3.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงโลจิสติก ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01.....86	
4.3.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแกมมา ($\alpha > 4$) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01.....90	

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
เตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 5 จำนวนตัวแปรร่วม = 5.....	77
4.4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง ปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟค เตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 1.....	78
4.4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง ปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟค เตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 3.....	79
4.4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง ปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สเกลแฟค เตอร์ และเปอร์เซ็นต์การปลอมปน ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 7 จำนวนตัวแปรร่วม = 5.....	80
4.4.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง โลจิสติก ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05.....	88
4.4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แกมมา ($\alpha > 4$) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05.....	92
4.4.12 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสอง น้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แกมมา ($\alpha = 2$) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05.....	96
4.5.1 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	71

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5.2 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน η ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	81
4.5.3 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงโลจิสติก η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม	87
4.5.4 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงโลจิสติก η ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	89
4.5.5 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแกมมา $\alpha > 4$ η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	91
4.5.6 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแกมมา $\alpha > 4$ η ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม	93
4.5.7 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแกมมา $\alpha = 2$ η ระดับนัยสำคัญ 0.01 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	95
4.5.8 อัตราส่วนผลต่างของอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแกมมา $\alpha = 2$ η ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิธีปฏิบัติ และจำนวนตัวแปรร่วม.....	97

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 30.....	58
4.2.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 30.....	58
4.3.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 5.....	82
4.4.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 5.....	82
4.3.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 10.....	83
4.4.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ้ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 10.....	83

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปโลมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 20.....	84
4.4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปโลมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 20.....	84
4.3.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปโลมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.01 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 30.....	85
4.4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็ม และวิธีบูตสเตรป เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติปโลมปน ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่จำนวนวิธีปฏิบัติ = 3 จำนวนตัวแปรร่วม = 1 ขนาดตัวอย่าง = 30.....	85