การเปรียบเทียบวิธีสำหรับการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุด กับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

นายมนูญ ศรีวิรัตน์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-118-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018560

A COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATION OF PARAMETERS BETWEEN LEAST SQUARE METHOD AND BOOTSTRAP METHOD IN ANALYSIS OF COVARIANCE

Mr.Manoon Srivirat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-118-1

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มนู ศรีวิรัตน์ : การเปรียบเทียบวิธีสำหรับการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (A COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATION OF PARAMETERS BETWEEN LEAST SQUARE METHOD AND BOOTSTRAP METHOD IN ANALYSIS OF COVARIANCE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ธีระพร วีระถาวร, 198 หน้า. ISBN 974-581-118-1

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีสำหรับการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบหางยาวกว่าปกติได้แก่ การแจกแจงโลจิสติค ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และปกติปลอมปนชิ้งมีสเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 3,10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 5,10 และ 25 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 100,400 และระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 กำหนดจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1,3,5 โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 3 จะใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 6,8,10,12 และกรณีที่จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 5,7 จะใช้ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 4,6,8 สำหรับข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองนี้จะจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลและกระทำซ้ำกัน 1000 ครั้งในแต่ละกรณี ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

วิธีการทั้ง 2 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติคและดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน วิธีการทั้ง 2 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α และจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

2. อำนาจการทดสอบ

ก) การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ทุกค่าของจำนวนทรีตเม้นต์ที่ศึกษา วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ ไม่ว่าจำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนที่ศึกษาจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม แต่วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่จำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนมีค่าต่ำ ส่วนการเพิ่มค่าสเกลแฟคเตอร์มีผลทำให้อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีมีค่าลดลงมากกว่าการเพิ่มเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

ข) การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยทั่วไปพบว่าวิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ไม่ว่าจำนวนทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ที่ศึกษาจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม

ค) การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยทั่วไปพบว่าทุกค่าของจำนวนทรีตเม้นต์ที่ศึกษา วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ ไม่ว่าจำนวนจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม แต่วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่ม โดยที่จำนวนตัวแปรร่วมมีค่าต่ำ

ทุกการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาอำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะแปรผันตามค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะแปรผันตามขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์และระดับนัยสำคัญ α แต่จะแปรผกผันกับจำนวนตัวแปรร่วม

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C223138 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD : LEAST SQUARE METHOD/BOOTSTRAP METHOD/ANALYSIS OF COVARIANCE
MANOON SRIVIRAT : A COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATION OF PARAMETERS BETWEEN LEAST SQUARE METHOD AND BOOTSTRAP METHOD IN ANALYSIS OF COVARIANCE. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF. THEERAPORN VERATHAWORN, Ph.D. 198 PP. ISBN 974-581-118-1

The objective of this thesis is to study and compare the efficiency of methods for estimation of parameters between Least Square method and Bootstrap method in the analysis of covariance by making study and comparison of the ability in controlling probability of type I error and power of the test of two methods when the distribution of errors are in the form of longer tail than normal, namely, the logistic, double exponential and scale-contaminated normal of scale factor equals to 3,10 and percent of contamination equals to 5,10 and 25. The variance of error equals to 100,400 and the level of significance equals to 0.01 and 0.05. This research used the number of covariate equals to 1,3,5 as the number of treatment equal to 3, sample size used in each treatment equals to 6,8,10,12 and the number of treatment equals to 5,7,sample size used in each treatment equals to 4,6,8. As 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

Both methods could control the probability of type I error completely in all cases when the distribution of error is in logistic and double exponential type. But both methods could not control the probability of type I error completely in all cases when the distribution of error is of scale-contaminated normal type. Both methods could control probability of type I error better when the level of significance and number of covariate have higher value.

2. Power of the test

a) The distribution of error is scale-contaminated normal type. For every value of number of treatment studied. Bootstrap method gives higher power of the test than Least Square method when the sample size in each treatment has low value regardless of the number of covariate, scale factor and percent of contamination studied. However, Bootstrap method gives lower power of the test than Least Square method when the sample size in each treatment has higher value as the number of covariate, scale factor and percent of contamination has low value whereas the increase in scale factor results in the decrease of value of power of the test of both methods lower than the increase in percent of contamination.

b) The distribution of error is double exponential type. In general, it was found that Bootstrap method would give higher power of the test than Least Square method regardless of the number of treatment, number of covariate and sample size in each treatment studied.

c) The distribution of error is logistic type. In general, it was found that for every number of treatment studied, Bootstrap method gives higher power of the test than Least Square method when the sample size in each treatment has low value regardless of the number of covariate studied. However, Bootstrap method gives lower power of the test than Least Square method when sample size in each treatment has higher value as the number of covariate has low value.

In every distribution of error studied, the power of the test of Bootstrap method varies according to the variance of error and the power of the test of the two methods varies according to sample size in each treatment and the level of significance. But the power of the test of the two methods varies inversely the number of covariate.

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบวิธีสำหรับการประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
โดย	นายมนูญ ศรีวิรัตน์
ภาควิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัตินับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณลุง คุณป้า และคุณน้า ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

มนูญ ศรีวิรัตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่

1. บทนำ 1

2. ตัวสถิติและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

3. วิธีดำเนินการวิจัย 22

4. ผลการวิจัย 32

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 89

รายการอ้างอิง 94

ภาคผนวก 96

ประวัติผู้เขียน 198

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 35

1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05 38

1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 41

1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 43

2.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 45

2.2.1 แสดงค่าเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 47

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
2.2	แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05	58
2.2.1	แสดงค่าเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.05	60
2.3	แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05	70
2.3.1	แสดงค่าเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05	71
2.4	แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05	79
2.4.1	แสดงค่าเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05	80

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1.1 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.01 52

2.1.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.01 52

2.1.3 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.01 53

2.1.4 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.01 53

2.1.5 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.01 54

2.1.6 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.01 54

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.1.7 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.01 55

2.1.8 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.01 55

2.1.9 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.01 56

2.1.10 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.01 56

2.1.11 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.01 57

2.1.12 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.01 57

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.2.1 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05 64

2.2.2 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05 64

2.2.3 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05 65

2.2.4 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05 65

2.2.5 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05 66

2.2.6 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05 66

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.2.7 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05 67

2.2.8 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05 67

2.2.9 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.05 68

2.2.10 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.05 68

2.2.11 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.05 69

2.2.12 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3 ,ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 ,จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.05 69

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.3.1	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=400 และ α=0.01	73
2.3.2	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=400 และ α=0.01	73
2.3.3	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=400 และ α=0.01	74
2.3.4	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=400 และ α=0.01	74
2.3.5	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=400 และ α=0.01	75
2.3.6	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=400 และ α=0.01	75

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.3.7 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=400 และ α=0.01 76

2.3.8 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=400 และ α=0.01 76

2.3.9 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=100 และ α=0.01 77

2.3.10 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=100 และ α=0.01 77

2.3.11 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8, จำนวนตัวแปรร่วม= 1 , σ^2=100 และ α=0.01 78

2.3.12 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8, จำนวนตัวแปรร่วม= 3 , σ^2=100 และ α=0.01 78

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.4.1	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05	82
2.4.2	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05	82
2.4.3	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05	83
2.4.4	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05	83
2.4.5	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05	84
2.4.6	เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=5, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05	84

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.4.7 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=400 และ α=0.05 85

2.4.8 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=7, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=4 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=400 และ α=0.05 85

2.4.9 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.05 86

2.4.10 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=6 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.05 86

2.4.11 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 , จำนวนตัวแปรร่วม=1 σ^2=100 และ α=0.05 87

2.4.12 เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่จำนวนทรีตเม้นต์=3, ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์=8 , จำนวนตัวแปรร่วม=3 σ^2=100 และ α=0.05 87