การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ โดยเทคนิคมันติคาร์โล ในแผนแบบไม่สมดุลย์ กรณีข้อมูลมีการแจกแจง 2 ทาง

นางสาว ยุพิน คำเหมือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2529

ISBN 974-567-299-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012069

i 17065483

A COMPARISON OF VARIANCE COMPONENT ESTIMATION IN TWO-WAY CLASSIFICATION WITH UNBALANCED DESIGN USING MONTE CARLO TECHNIQUE

Miss Yupin Khummeng

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ISBN 974-567-299-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ โดยเทคนิคมันติคาร์โล ในแผนแบบไม่สมดุลย์ กรณีข้อมูลมีการแจกแจง 2 ทาง

โดย นางสาวยุพิน คำเหมือง

ภาควิชา สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สองศรี พิทยารัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ โดยเทคนิคมันติคาร์โล ในแผนแบบไม่สมดุลย์ กรณีข้อมูลมีการแจกแจง 2 ทาง

ชื่อนิสิต นางสาวยุพิน คำเหมือง

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ในแผนแบบการทดลองแบบสมดุลย์ การประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ มักนิยมใช้วิธี ANOVA สำหรับแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์แล้วจะมีหลายวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าแวเรียนซ์-คอมโพเนนท์ การวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ กรณีข้อมูลมีการแจกแจง 2 ทาง โดยวิธีต่าง ๆ 4 วิธีคือ วิธี ANOVA วิธี MAXIMUM LIKELIHOOD (ML) วิธี MINIMUM VARIANCE QUADRATIC UNBIASED ESTIMATOR (MIVQUE) และวิธี ITERATED MINIMUM VARIANCE QUADRATIC UNBIASED ESTIMATOR (I-MIVQUE) โดยใช้ค่าประมาณที่ได้จากวิธี ANOVA เป็นค่าสมมติเบื้องต้นของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์สำหรับวิธี ML วิธี MIVQUE และวิธี I-MIVQUE การประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ทั้ง 4 วิธีนี้มีข้อจำกัดอยู่อย่างหนึ่งคือ ถ้าค่าประมาณของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ใดมีค่าน้อยกว่าศูนย์จะกำหนดให้ค่าประมาณของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์นั้นมีค่าเป็นศูนย์-แทน ดังนั้นจึงทำให้ตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ของทั้ง 4 วิธีนี้เป็นตัวประมาณที่เอนเอียง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้จำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นด้วยเทคนิคมันติคาร์โลแต่ละสถานการณ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และ 3x3 ด้วยขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 10 และ 20 สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของค่าสังเกต (C.V.(Y)) เท่ากับ 0.1, 0.5, 0.9 และอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ ($\sigma^2_\alpha : \sigma^2_\beta : \sigma^2_{\alpha\beta} : \sigma^2_\varepsilon$) เท่ากับ 1:1:1:1 , 2:1:1:1, 1:2:1:1, 2:2:1:1, 1:1:2:1, 2:1:2:1, 1:2:2:1, 2:2:2:1 ตามลำดับ รวมทั้งหมด 96 สถานการณ์และได้ทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 200 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

จากการวิจัยโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณพบว่า ถ้าแผนการทดลองนั้น แฟคเตอร์ A หรือแฟคเตอร์ B มีผลกระทบการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ จะพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 1 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha})$) หรือค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 2 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta})$) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินแล้วจะได้ว่าวิธี MAXIMUM LIKELIHOOD เป็นวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ดีที่สุด แต่ถ้าในแผนการทดลองนั้น Interaction มีผลกระทบ แต่แฟคเตอร์อื่น ๆ ไม่มีผลกระทบ การประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์จะพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 3 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 4 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon})$) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินแล้วจะไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์วิธีใดให้ผลของการประมาณค่าดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในการวางแผนการทดลองนั้น ถ้าพิจารณาผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ $\left[MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha}) + MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta}) + MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}) + MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon}) \right]$ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินจะได้ว่า วิธี MAXIMUM LIKELIHOOD เป็นวิธีการประมาณค่าแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ดีที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title A Comparison of variance component estimation in two-way classification with unbalanced design using Monte Carlo technique.

Name Miss Yupin Khummeng

Thesis Advisor Supol Durongwatana, Ph.D.

Department Statistics

Academic year 1986

ABSTRACT

The popular variance component estimation in balanced design is the ANOVA. There are many methods used to estimate variance components in unbalanced design. The purpose of this study is to investigate the four well-known variance component estimation methods in two-way classification with unbalanced design. They are analysis of variance (ANOVA), maximum likelihood (ML), minimum variance quadratic unbiased estimator (MIVQUE) and iterated minimum variance quadratic unbiased estimator (I-MIVQUE). The estimate from ANOVA method is used as priori of variance component of the ML, MIVQUE and I-MIVQUE. For all 4 estimation methods, the negative estimated values would be given of zero values. Hence, the estimator from all 4 methods provide the biased estimates.

The data for each experiment were obtained through simulation using Monte Carlo technique. Computer program was written to calculate mean square error of estimator for each method. There are different situations in simulation such as; different undalanced design size 2x2 and 3x3 with sample size(n)= 10and 20, coefficient of variation of observation

(C.V.(Y))= 0.1, 0.5, 0.9 and ratio of variance component (σ^2_α : σ^2_β : $\sigma^2_{\alpha\beta}$:σ^2_ε) = 1:1:1:1, 2:1:1:1, 1:2:1:1, 2:2:1:1, 1:1:2:1, 2:1:2:1, 1:2:2:1, 2:2:2:1. Total 96 situations are presented in this thesis. Each situation was repeated 200 times.

Mean Square error of the estimator among the 4 methods are compared. The result of the study shows that if factor A or factor B is effective; the mean square error of the first variance component estimator ($MSE(\hat{\sigma}^2_\alpha)$)or the second variance component estimator ($MSE(\hat{\sigma}^2_\beta)$)is considered, then the maximum likelihood is the best method. However if the interaction is effective while factor A and factor B are not; the mean square error of the third variance component estimator ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) and the fourth variance component estimator ($MSE(\hat{\sigma}^2_\varepsilon)$) are considered, none is the best. Finally if the summation of mean square error for each variance component $\left[MSE(\hat{\sigma}^2_\alpha) + MSE(\hat{\sigma}^2_\beta) + MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}) + MSE(\hat{\sigma}^2_\varepsilon)\right]$is considered, the maximum likelihood is the best method.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด พร้อมกันนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงศิริ แต้สมบัติ ที่ให้ยืมเอกสารประกอบการวิจัยต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ช่วยประมวลผลงานวิจัยครั้งนี้ตั้งแต่ต้นจนจบ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว พี่ชาย น้องชาย และญาติทุกคน ที่ช่วยสั่งสอนริม สนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

ยุพิน คำเหมือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1
2. ระเบียบวิธีวิจัย 6
3. วิธีดำเนินการวิจัย 23
4. ผลการวิจัย 32
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 123

บรรณานุกรม 126

ภาคผนวก 188

ประวัติผู้เขียน 151

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 34

2 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 38

3 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 42

4 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\varepsilon}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2..... 46

5 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยรวม โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2..... 51

6 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3..... 56

7 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3..... 61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่

8 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 3x3 65

9 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\varepsilon}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 3x3 70

10 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยรวม โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 10 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 3x3 75

11 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 2x2 79

12 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 2x2 83

13 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 2x2 88

14 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\varepsilon}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลขนาด 2x2 92

หน้า

ตารางที่

15 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยรวม โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 96

16 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 101

17 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 105

18 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3..... 110

19 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ $\hat{\sigma}^2_{\varepsilon}$ โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3..... 115

20 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยรวม โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง = 20 ในแผนการทดลองแบบไม่สมดุลย์ขนาด 3x3..... 120

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1 - 8 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 1 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 35

9 - 16 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 2 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 39

17 - 24 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 3 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 43

25 - 32 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 4 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 47

33 - 40 ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์แต่ละคอมโพเนนท์ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 52

หน้า

รูปที่

41 - 48 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 1 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 57

49 - 56 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 2 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 62

57 - 64 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 3 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 64

65 - 72 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 4 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 71

73 - 80 ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์แต่ละคอมโพเนนท์ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 10 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

รูปที่

81 - 88 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 1 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 80

89 - 96 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 2 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 84

97 - 104 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 3 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 89

105 - 112 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 4 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 93

113 - 120 ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์แต่ละคอมโพเนนท์ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 2x2 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 97

หน้า

รูปที่

121 - 128 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 1 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 102

129 - 136 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 2 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 106

137 - 144 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 3 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\alpha\beta})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 111

145 - 152 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ที่ 4 ($MSE(\hat{\sigma}^2_{\varepsilon})$) ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์.... 116

153 - 160 ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแวเรียนซ์แต่ละคอมโพเนนท์ในแผนแบบการทดลองไม่สมดุลย์ขนาด 3x3 และขนาดตัวอย่าง = 20 จำแนกตามอัตราส่วนของแวเรียนซ์คอมโพเนนท์ 121