

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก A Comparison of Paramiter Estimators In Multilevel Analysis For Small Sample Size

มนตรี สังข์ทอง*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบุทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และเพื่อเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ทั้ง 5 วิธี ประกอบด้วย วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม(FML) วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) วิธี Shrinkage Estimator (SE) วิธี SM1 และวิธี SM2 สำหรับวิธี SM1 และวิธี SM2 เป็นวิธีที่ประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบุทสเตรป โดยงานวิจัยนี้จำลองแบบปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งมีเงื่อนไขการจำลองแบบปัญหา คือ 1) ประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และเบ้ซ้าย 2) ตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปรและ 2 ตัวแปร 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น(Intraclass Correlation Coefficient) เท่ากับ 0.20 4) ขนาดตัวอย่าง ระดับละ 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20 โดยในแต่ละสถานการณ์จำลองชุดข้อมูลจำนวน 10,000 ชุด และสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียง คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One-way MANOVA)

ผลการวิจัย พบว่า

1. การประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบุทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สุ่มตัวอย่างข้อมูลในระดับสูงสุดแบบใส่คืน (With replacement) ขั้นที่ 2 คำนวณค่า $\hat{\theta}$ โดยมีหลักการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ การใช้กลุ่มตัวอย่างย่อย (Subsampling Algorithm) ในการประมาณค่าของ θ คือ $\hat{\theta}$ มีสูตร คือ วิธีSM1 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$ ปรับค่า $\hat{\theta}$ กรณี 2 ระดับ ด้วย $\lambda_j = \tau/(\tau + \sigma^2/n_j)$ และกรณี 3 ระดับด้วย $\lambda_k = \tau_p/(\tau_p + (\sum(\tau_k + \sigma^2/n_{jk}))^{-1})$ และวิธี SM2 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$ ขั้นที่ 3 ทำซ้ำตามขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ ขั้นที่ 4 คำนวณหาตัวแทนของค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ โดยนำค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้มาใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนในตัวแบบการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนในระดับสูงสุด โดยเรียงลำดับค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากน้อยไปมาก โดยค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองในรอบใดเป็นค่ากลาง ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ในรอบนั้นเป็นตัวประมาณค่าในแต่ละระดับ

2. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่ (FB)

* นิสิตหลักสูตรดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
E-mail : sonktong@yahoo.com

มีทั้งกรณีที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการจำลองแบบปัญหา สำหรับค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่ม (RB) พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ : การวิเคราะห์พหุระดับ , โมเดลเชิงเส้นลำดับชั้น

Abstract

This research was aimed to apply ideas of parametric bootstrap estimation in multilevel analysis of small sample groups and also compare 5 methods of bias value of parameter estimation in multilevel analysis of small sample groups. They were FML, RML, SE, SM1, and SM2. For the SM1 and SM2, they were the methods which applied the ideas of parametric bootstrap estimation. This research study was modeled the problems by using the Monte Carlo method which consisted of the following problem conditions: 1) the population were categorized by right skew and left skew; 2) 1 and 2 independent variables; 3) Intraclass Correlation Coefficient was 0.20; and 4) sample sizes, 5 for each level which were 3, 5, 10, 15, and 20. Each situation was modeled by 10,000 series of information and compare statistic of bias value was One-way Multivariate Analysis of Variance (One-way MANOVA)

The results were as follows:

1. The application of parametric bootstrap estimation in multilevel analysis of small sample groups comprise of 4 stages. They are: Stage 1: Random sampling in the highest level with replacement. Stage2: Calculate $\hat{\theta}$ by using parametric estimation with Subsampling Algorithm to estimate θ and $\hat{\theta}$. The Formulas are as follows: SM1 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$ Adjusted $\hat{\theta}$ Case of 2 levels by $\lambda_j = \tau/(\tau + \sigma^2/n_j)$ and Case of 2 levels by $\lambda_k = \tau_p/(\tau_p + \sum(\tau_k + \sigma^2/n_{jk}))^{-1}$ and SM2 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$ Stage 3: Repeat Stage 1 and 2, coefficient in each level is revealed. Stage 4 Estimation of representatives of coefficient value in each level was done by taking regress coefficient to find error in Multi-Level Analysis which was considered from the highest level of error by ordering the median of the double error from the lowest to the highest. The median of the double error in any round is the estimated middle value of the parameter. It is the value estimator in each level.

2. The comparison of bias in estimating parameter in multilevel analysis when the sample groups were small, it was found that at the significant level of 0.01, the fixed bias showed both differences and no differences depending on conditions of the modeled problems. For the estimation of random effect, difference was found at the statistical significant level of 0.01.

Keywords: Multilevel Analysis; Hierarchical Linear Models

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิจัยในปัจจุบันทั้งทางสังคมศาสตร์และการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับ ทั้งนี้ เพราะโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามีความสลับซับซ้อน มีการจัดเป็นหน่วยที่ซ้อนกันเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) กล่าวคือหน่วยหลายๆ หน่วยในระดับเดียวกันถูกจัดกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อเป็นระดับที่สูงขึ้น เช่นในทางการศึกษาหน่วยที่ย่อยที่สุดคือ นักเรียน ซึ่งรวมกันอยู่ในชั้นเรียนใดชั้นเรียนหนึ่ง ส่วนชั้นเรียนรวมกันอยู่ในโรงเรียน สำหรับโรงเรียนรวมกันอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษา และเขตพื้นที่การศึกษาที่ใช้ในการวิเคราะห์มีหลายเขต เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันเป็นโครงสร้างที่มีระดับชั้นลดหลั่นกัน โครงสร้างของข้อมูลลักษณะเช่นนี้ ก็มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลของการวิจัยพัฒนาการเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา การเก็บรวบรวมข้อมูลซ้ำในช่วงเวลาต่างๆ กันของบุคคลในหน่วยปฏิบัติการหรือสิ่งที่สนใจ ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลเช่นนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) ซึ่งการวิเคราะห์พหุระดับ หมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระ ที่มีโครงสร้างของตัวแปรเป็นระดับลดหลั่นกันอย่างน้อย 2 ระดับต่อตัวแปรตาม ซึ่งอยู่ในโมเดลการวัดซ้ำ โดยตัวแปรอิสระระดับบุคคลจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามผ่านตัวแปรอิสระที่อยู่ในโมเดลการวัดซ้ำ และตัวแปรอิสระระดับเดียวกันจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในด้วยกัน (สำราญ มีแจ้ง, 2544, หน้า 228) นอกจากนี้แล้วการวิเคราะห์พหุระดับถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในกรณีที่ข้อมูลเป็นโครงสร้างลดหลั่นกันแทนการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) แบบทั่วไป เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาความผิดพลาด 3 ประการ คือ ความเอนเอียงของการสรุปข้ามระดับ (Aggregation Bias) ความผิดพลาดในการประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Misestimated Standard

Error) และความเป็นวิวิธพันธุ์ของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Heterogeneity of Regressions) (Randenbush and Bryk, 1992, pp. 83-84, 2002, pp. 99-100, ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 67-68)

ปัญหาที่สำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) แม้ว่าจะมีโปรแกรมสำเร็จรูปมาช่วยในการวิเคราะห์ คือ ความเอนเอียงของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งอิทธิพลแบบคงที่ (fixed effects) และอิทธิพลแบบสุ่ม (random effects) โดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง ไม่ว่าจะประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Squares: OLS) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบนัยทั่วไป (Generalized Least Squares: GLS) และวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood: ML) (Van der Leeden, Busing and Meijer, 1997 ; Maas and Hox, 2004) โดยกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่พอ แต่เมื่อไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงเบื้องต้นจะมีผลทำให้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังเช่นการศึกษาของ Maas and Hox (2004) ได้ศึกษาขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด (Restricted Maximum Likelihood: RML) โดยมีเงื่อนไขการจำลองข้อมูล คือ 1) จำนวนกลุ่ม (Number of groups) แบ่งเป็น 3 ขนาด คือ 30, 50, และ 100 2) ขนาดของกลุ่ม (Size of groups) แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ 5, 30 และ 50 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient) แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ 0.1 (ขนาดเล็ก) 0.2 (ขนาดกลาง) และ 0.3 (ขนาดใหญ่) โดยมีตัวแปรอิสระในระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ระดับละ 1 ตัวแปร ผลการศึกษา พบว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบคงที่

คือ ค่าจุดตัดแกน(Intercept) และค่าความชัน (Slope) มีความเอนเอียงโดยเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 0.05 และมีความเอนเอียงสูงสุดเมื่อ จำนวนกลุ่มเท่ากับ 30 ขนาดของกลุ่มเท่ากับ 5 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นเท่ากับ 0.30 โดยจะเกิดความเอนเอียงร้อยละ 0.30 นอกจากนี้แล้วจากการศึกษาของ Van der Leeden, Busing and Meijer (1997) พบว่า ถ้าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติ และขนาดตัวอย่างไม่ใหญ่พอจะมีทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีความเอนเอียง สำหรับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ และ 3 ระดับ มีหลายวิธีทั้งที่เสนอขึ้นมาเพื่อเป็นแนวคิดในการพัฒนาต่อไป และมีการนำไปเขียนเป็นโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งวิธีการประมาณค่าแต่ละวิธีต้องอาศัยประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่ ดังนั้นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของการวิเคราะห์พหุระดับถ้ามีการเพิ่มขนาดตัวอย่างในทุกระดับ ตัวประมาณค่า และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะมีความถูกต้องสูงขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับเมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก เนื่องจากวิธีดังกล่าวเหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและไม่มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูล และนำวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้โดยทั่วไปในโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ คือ วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด และวิธี Shrinkage Estimator ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันโดยจำลองข้อมูลในเงื่อนไขที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ เพื่อให้ได้

สารสนเทศเกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพเมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก

คำถามการวิจัย

1. สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กได้อย่างไร
2. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก มีค่าความเอนเอียงแตกต่างกันหรือไม่

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก
2. เป็นแนวทางให้นักสถิติ นักวิจัย และผู้สนใจได้ปรับปรุงหรือพัฒนาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความแกร่ง (Robust) เมื่อกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กวิธีอื่นๆ ต่อไป
3. เป็นทางเลือกให้นักวิจัยสามารถเลือกสถิติที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าไปวิเคราะห์ข้อมูลอันจะทำให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กำหนดขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ศึกษาประกอบด้วยตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จำนวน 2 ลักษณะ คือ ประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย
2. กำหนดตัวแปรอิสระ ระดับละ 1 ตัวแปร และ 2 ตัวแปร
3. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) เท่ากับ 0.20
4. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ระดับละ 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20
5. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบกัน ประกอบด้วย วิธีการจะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม(FML) วิธีการจะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) วิธี Shrinkage Estimator (SE) วิธี SM1 และวิธี SM2 สำหรับวิธี SM1 และวิธี SM2 เป็นวิธีที่ประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรป
6. ในแต่ละสถานการณ์จำลองชุดข้อมูลจำนวน 10,000 ชุด โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Technique)

วิธีการวิจัย

ดำเนินการวิจัยใน 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ในการดำเนินการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ เพื่อรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการแก้ปัญหาของ

การประมาณค่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก

2. ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดี และวิธีในการประมาณค่าพารามิเตอร์

3. เสนอกรอบแนวคิดเพื่อประยุกต์วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้หลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ตัวประมาณค่าไม่เอนเอียง (Unbiased Estimator) โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบูทสเตรป ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สุ่มตัวอย่างข้อมูลในระดับสูงสุดแบบใส่คืน
ขั้นที่ 2 คำนวณค่า θ โดยมีหลักการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ การใช้กลุ่มตัวอย่างย่อย (Subsampling Algorithm) ในการประมาณค่าของ θ คือ $\hat{\theta}$

ขั้นที่ 3 ทำซ้ำตามขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 จะได้สัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ

ขั้นที่ 4 คำนวณหาตัวแทนของค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ โดยนำค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้มาใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนในตัวแบบการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนในระดับสูงสุด โดยเรียงลำดับค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากน้อยไปมาก โดยค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองในรอบใดเป็นค่ากลาง ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ในรอบนั้นเป็นตัวประมาณค่าในแต่ละระดับ

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ในการวิจัยครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่ทำการศึกษา ดังนี้

1. ประชากรที่ศึกษาประกอบด้วยตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จำนวน 2 ลักษณะ คือ ประชากรมี

การแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย

2. การกำหนดตัวแปรอิสระ แบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

2.1 กำหนดระดับละ 1 ตัวแปรในทุกระดับ

2.2 กำหนดระดับละ 2 ตัวแปรในทุกระดับ เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ กรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวแปร โดยปล่อยให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเป็นไปอย่างอิสระ

3. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient) คือ 0.20

4. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

4.1 การวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ระดับที่ 1 จำนวน 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20

ระดับที่ 2 จำนวน 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20

4.2 การวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 3 ระดับ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ระดับที่ 1 จำนวน 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20

ระดับที่ 2 จำนวน 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20

ระดับที่ 3 จำนวน 5 ขนาด คือ 3, 5, 10, 15 และ 20

5. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบกัน แบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

5.1 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ กรณี 2 ระดับ ประกอบด้วย วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม(FML) วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) วิธี Shrinkage Estimator (SE) วิธี SM1

และวิธี SM2

5.2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ กรณี 3 ระดับ ประกอบด้วย วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม(FML) วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) วิธี Shrinkage Estimator (SE) วิธี SM1 และวิธี SM2

6. ในแต่ละสถานการณ์จำลองชุดข้อมูลจำนวน 10,000 ชุด โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Technique)

7. พิจารณาประสิทธิภาพของวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โดยพิจารณาจากค่าความเอนเอียง (Bias) ซึ่งตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ ตัวประมาณที่มีค่าความเอนเอียงต่ำที่สุด

8. เปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way MANOVA) เมื่อพบนัยสำคัญทางสถิติทดสอบด้วยวิธี Hotelling T^2 และ Univariate Tests ทั้งนี้ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบบุทสเตรปในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สุ่มตัวอย่างข้อมูลในระดับสูงสุดแบบใส่คืน

ขั้นที่ 2 คำนวณค่า $\hat{\theta}$ โดยมีหลักการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ การใช้กลุ่มตัวอย่างย่อย ในการประมาณค่าของ θ คือ $\hat{\theta}$ มีสูตร คือ วิธี SM1 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$ ปรับค่า $\hat{\theta}$ กรณี 2

ระดับ ด้วย $\lambda_j = \tau / (\tau + \sigma^2 / n_j)$ และกรณี 3 ระดับ $\lambda_k = \tau_p / (\tau_p + (\sum (\tau_k + \sigma^2 / n_{jk}))^{-1})$ ด้วย และวิธี SM2 = $\hat{\theta} = (A'A)^{-1}(A'B)$

ขั้นที่ 3 ทำซ้ำตามขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 จะได้สัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ

ขั้นที่ 4 คำนวณหาตัวแทนของค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับ โดยนำค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้มาใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนในตัวแบบการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนในระดับสูงสุด โดยเรียงลำดับค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากน้อยไปมาก โดยค่ามัธยฐานของความคลาดเคลื่อนกำลังสองในรอบใดเป็นค่ากลางค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ในรอบนั้นเป็นตัวประมาณค่าในแต่ละระดับ

2. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปร พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี FML กับวิธี RML มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 2 ตัวแปร พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ

0.01 วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม(Random effect) พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี SE และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML และวิธี SM1

2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 3 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปร พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี FML กับวิธี RML มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ต่ำกว่าวิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี SE มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML วิธี SM1 และวิธี SM2

2.4 ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 3 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และตัวแปรอิสระระดับละ 2 ตัวแปร พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี FML วิธี RML วิธี SE และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี SE มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML วิธี SM1 และวิธี SM2

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่า

ของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธี SE และวิธี SM1 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML และวิธี SM2

อภิปรายผล

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก มีประเด็นที่น่าสนใจอภิปรายผลดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปร พบว่า วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า วิธี FML กับวิธี RML มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่นั้น วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 ไม่ได้เสียองศาแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จึงทำค่าประมาณไม่แตกต่างกัน แต่ในการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้น วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 ต้องเสียองศาแห่งความเป็นอิสระ จึงทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความกว้าง (Non-stable) โดยเฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างในระดับที่ 2 เท่ากับ 3 ยังมีผลทำให้ค่าประมาณค่าพารามิเตอร์มีความกว้าง (Non-stable) มาก สำหรับวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (FML) และวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด (RML) มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Longford, 1993 พบว่า วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัดจะมีความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด

แบบเต็ม โดยเฉพาะกรณีที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากัน (equal group sizes) การประมาณค่าโดยวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัดจะให้ค่าประมาณที่มีความแม่นยำมากกว่าวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (Searle, Casella & McCulloch, 1992) แต่ในทางปฏิบัติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปส่วนใหญ่แล้วค่าประมาณในระดับที่ 2 จะแตกต่างกันน้อยมากเพียงทศนิยมในตำแหน่งที่สอง (Browne, 1998)

2. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 2 ตัวแปร พบว่า วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า วิธี SE และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML และวิธี SM1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่นั้น วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 ไม่ได้เสียองศาแห่งความเป็นอิสระเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ จึงทำค่าประมาณไม่แตกต่างกัน แต่ในการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้น วิธี SE และวิธี SM2 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธีอื่น อาจเนื่องมาจากวิธี SE ในการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นมีการถ่วงน้ำหนักค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ความเที่ยง (Reliability) และวิธี SM2 นั้นได้ประยุกต์ใช้วิธีการประมาณค่าแบบบุทสเตรปในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งวิธีการประมาณค่าแบบบุทสเตรป สามารถใช้ในการปรับปรุงการประมาณค่าพารามิเตอร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี

3 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวาและเบ้ซ้าย และตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปร พบว่า วิธี FML กับวิธี RML มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ต่ำกว่าวิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า วิธี SE มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML วิธี SM1 และวิธี SM2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่นั้น วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (FML) และวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด (RML) มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Longford, 1993 พบว่า วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัดจะมีความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม โดยเฉพาะกรณีที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากัน การประมาณค่าโดยวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัดจะให้ค่าประมาณที่มีความแม่นยำมากกว่าวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (Searle, Casella & McCulloch, 1992) แต่ในทางปฏิบัติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปส่วนใหญ่แล้วค่าประมาณในระดับที่ 2 จะแตกต่างกันน้อยมากเพียงทศนิยมในตำแหน่งที่สอง (Browne, 1998) สำหรับการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้น วิธี SE มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธีอื่น อาจเนื่องมาจากวิธี SE ในการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นมีการถ่วงน้ำหนักค่าพารามิเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยง (Reliability) จึงมีผลให้มีความเอนเอียงต่ำกว่าวิธีอื่น

4. ผลการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 3 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และตัวแปรอิสระระดับละ 2 ตัวแปร พบว่า วิธี FML วิธี RML วิธี SE และวิธี SM2 มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบ

คงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า วิธี SE มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML วิธี SM1 และวิธี SM2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่นั้น วิธี SE และวิธี SM2 ไม่ได้เสียองศาแห่งความเป็นอิสระเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ นอกจากนี้แล้ววิธี SE ยังการถ่วงน้ำหนักค่าพารามิเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยง สำหรับวิธี SM2 นั้นได้ประยุกต์ใช้วิธีการประมาณค่าแบบบุทสเตรป ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งวิธีการประมาณค่าแบบบุทสเตรป สามารถใช้ในการปรับปรุงการประมาณค่าพารามิเตอร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้นจึงทำค่าประมาณอิทธิพลแบบคงที่ดังกล่าวไม่แตกต่างกัน แต่ในการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้น วิธี SE มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธีอื่น อาจเนื่องมาจากวิธี SE เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นมีการถ่วงน้ำหนักค่าพารามิเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยง แต่วิธีดังกล่าวจะมีข้อจำกัดเมื่อขนาดตัวอย่างในระดับที่ 3 เท่ากับ 3 และตัวแปรอิสระระดับละ 2 ตัวแปร จะทำให้ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระในระดับที่ 3 เท่ากับ 0 ไม่สามารถประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่ม (Random effect) ได้

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย พบว่า วิธี FML วิธี RML วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบคงที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่ม พบว่า วิธี SE และวิธี SM1 มีความเอนเอียงในการประมาณค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธี FML วิธี RML และวิธี SM2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณค่าอิทธิพลแบบคงที่นั้น วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 ไม่ได้เสียองศาแห่งความเป็นอิสระเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ นอกจากนี้แล้ววิธี SE ยังการถ่วงน้ำหนักค่าพารามิเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยง สำหรับวิธี SM1 และวิธี SM2 นั้น

ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการประมาณค่าแบบบูทสเตรป ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งวิธีการประมาณค่าแบบ บูทสเตรป สามารถใช้ในการปรับปรุงการประมาณค่า พารามิเตอร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานให้มีความ ถูกต้องยิ่งขึ้น จึงทำค่าประมาณอิทธิพลแบบคงที่ดังกล่าว ไม่แตกต่างกัน แต่ในการประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้น วิธี SE และวิธี SM1 มีค่าความเอนเอียงในการประมาณ ค่าของอิทธิพลแบบสุ่มต่ำกว่าวิธีอื่น อาจเนื่องมาจาก วิธี SE เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นมีการถ่วงน้ำหนัก ค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ความเที่ยง และวิธี SM1 มีวิธีการ ในการค้นหาตัวประมาณที่ดีโดยใช้หลักบูทสเตรป และ เลือกค่าประมาณโดยพิจารณาจากค่ามัธยฐาน (Median)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 จากผลการศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับเมื่อ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก พบว่า การประมาณค่าอิทธิพล แบบคงที่ ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 วิธี มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะวิธีภาวะความ น่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (FML) และวิธีภาวะความ น่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) ซึ่งใช้อยู่โดยทั่วไป ในโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ พบว่า มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับวิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 แต่การประมาณค่าอิทธิพลแบบสุ่มนั้นวิธีภาวะ ความน่าจะเป็นสูงสุดแบบเต็ม (FML) และวิธีภาวะความ น่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัด(RML) จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธีอื่นๆ เมื่อเป็นการวิเคราะห์พหุระดับ กรณี 2 ระดับ

และมีตัวแปรอิสระระดับละ 1 ตัวแปร แต่ถ้าเป็นการ วิเคราะห์พหุระดับ กรณี 3 ระดับ หรือมีตัวแปรอิสระ ระดับละ 2 ตัวแปร พบว่า วิธี SE วิธี SM1 และวิธี SM2 มีประสิทธิภาพสูงกว่า

1.2 การวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ เมื่อกลุ่ม ตัวอย่างในระดับที่ 2 เท่ากับ 3 และการวิเคราะห์พหุระดับ 3 ระดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างในระดับที่ 3 เท่ากับ 3 และ 5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งอิทธิพลแบบคงที่ และ อิทธิพลแบบสุ่มจะกว้าง

ดังนั้นในการศึกษาวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างใน ระดับที่ 2 หรือระดับที่ 3 ก่อนข้างต่ำ ควรใช้วิธีการวิจัย เชิงคุณภาพในการศึกษา

1.3 การศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาความจริง กรณีที่ ข้อมูลเป็นโครงสร้างลดหลั่น แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูล ในระดับสูงมีน้อยควรทำการศึกษาวิจัยโดยอาศัยรูปแบบ การวิจัยเชิงผสมผสาน เช่น กรณีข้อมูลเป็นโครงสร้าง ลดหลั่น 3 ระดับ ระดับที่ 3 ข้อมูลมีจำนวนน้อยควรใช้ วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ สำหรับข้อมูลในระดับที่ 1 และ 2 ซึ่งมีขนาดตัวอย่างค่อนข้างสูงสามารถใช้เทคนิคการ วิเคราะห์พหุระดับในการค้นหาความจริงดังกล่าว

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบมีเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ (Fully Conditional Model)

2.2 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของวิธี การประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อเกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ (Multicollinearity)

เอกสารอ้างอิง

- สำราญ มีแจ้ง. (2544). *สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *การวิเคราะห์พหุระดับ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Browne, W.J. (1998). *Applying MCMC methods to multilevel models*. University of Bath, UK.
- Longford, N. (1993). *Random coefficient models*. Oxford: Clarendon.
- Maas, C.J.M., and Hox, J.J. (2004). *Sample Sizes for multilevel Modeling*. Department of Methodology and Statistics, Utrecht University.
- Raudenbush, S.W., and Bryk, A.S. (1992). *A Hierarchical Linear Model : Applications and Data Analysis Methods*. California : Sage Publications.
- Raudenbush, S.W., and Bryk, A.S. (2002). *A Hierarchical Linear Model : Applications and Data Analysis Methods*. 2nd Ed. California : Sage Publications.
- Searle, S.R., Casella, G., and McCulloch, C.E. (1992). *Variance components*. New York: Wiley.
- Van der Leeden, R., Busing, F., and Meijer, E. (1997). *Applications of bootstrap methods for two-level models*. Paper, Multilevel Conference, Amsterdam, April 1-2, 1997.
- Van der Leeden, R., and Busing, F. (1994). *First iteration versus IGLS/RIGLS estimates in two-level model: A Monte Carlo study with ML 3*. Unpublished manuscript. Leiden: Department of Psychometrics and Research Methodology, Leiden University.