

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเบ้ ระหว่าง 3 วิธีคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มซึ่งใช้เกณฑ์ความแกร่งของแรนเซย์ และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ในสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้นดังนี้

1. การแจกแจงความคลาดเคลื่อนเป็นการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลและแบบโคสเคอร์
2. จำนวนวิธีปฏิบัติคือ 3,5,7
3. ขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเป็น 5,10,15
4. จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 2 และ 4
5. กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ 0.05

การสรุปผลได้ใช้เกณฑ์ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองและอำนาจการทดสอบ และได้เปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบโดยใช้เกณฑ์ค่าสัมพัทธ์

5.1 ผลสรุปการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

ก. ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสามสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นด้วย

ข. ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์

ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของทั้งสามวิธีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้วิธีการทั้งสามควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

5.2 ผลสรุปการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

ก. ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการมอร์มอล

ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติ จำนวนตัวแปรร่วมและขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ ที่ศึกษาเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อย วิธีกำลังสองน้อยที่สุดให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด สำหรับกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเพิ่มขึ้น ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมวิธีตัวประมาณเอมให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อย แต่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้นวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมน้อย ในขณะที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น

ข. ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์

ทุกค่าของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาวิธีตัวประมาณเอมจะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าน้อยทุกระดับของค่าแห่งความอิสระ แต่วิธีตัวประมาณเอมจะให้ค่าอำนาจการทดสอบน้อยกว่าวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น โดยวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีที่จำนวนตัวแปรร่วมน้อย และความคลาดเคลื่อนมีระดับของค่าแห่งความอิสระมาก

สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าอำนาจการทดสอบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอมและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ คือ

1. การเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติจะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ มากกว่าวิธีตัวประมาณเอ็ม
2. การเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติและระดับนัยสำคัญจะส่งผลให้อำนาจการทดสอบสูงขึ้น
3. การเพิ่มจำนวนวิธีปฏิบัติจะส่งผลให้อำนาจการทดสอบลดลง
4. การเพิ่มจำนวนตัวแปรร่วมจะส่งผลให้อำนาจการทดสอบลดลง

5.3 การอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาถึงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 พบว่าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ จำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ จะมีอิทธิพลต่อการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 โดยที่ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผันตามกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้การควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสามวิธี พบว่าขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ จำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ จะมีอิทธิพลต่อค่าอำนาจการทดสอบ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าอำนาจการทดสอบ จะแปรผันตามกับขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติ แต่จะแปรผกผันกับจำนวนตัวแปรร่วมและจำนวนวิธีปฏิบัติ สำหรับการเพิ่มค่าระดับนัยสำคัญ α จะทำให้ค่าอำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ 2 ด้าน คือ

5.4.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเบ้ควรเลือกใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอ็มหรือวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ ในกรณีดังต่อไปนี้

ก. เมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีขนาดเล็ก ($n < 15$)

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ในทุกระดับของสาเหตุความอิสระ และการแจกแจงแบบลอการิธึมอลเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก พบว่าทุกกรณีของจำนวนวิธีปฏิบัติและตัวแปรร่วม ควรเลือกใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์โดยวิธีตัวประมาณเอนม์ที่ใช้เกณฑ์ความแกร่งของแรมเซย์ เพราะจะทำให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ

ข. เมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีขนาดใหญ่ ($n \geq 15$)

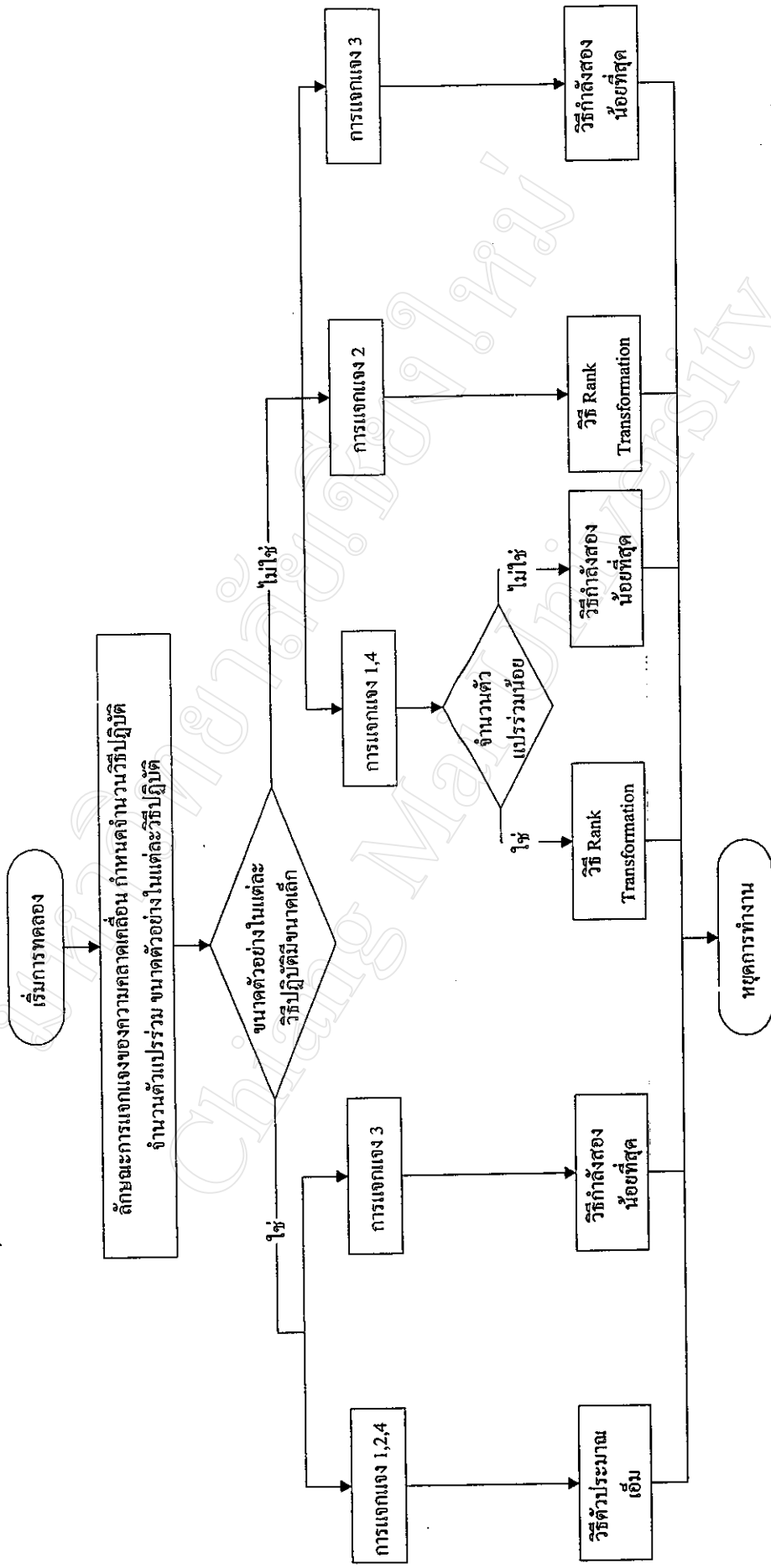
เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโคสแควร์ที่มีระดับของสาเหตุความอิสระมากทุกกรณีของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม ควรเลือกใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ สำหรับกรณีที่ระดับของสาเหตุความอิสระมีค่าน้อยทุกกรณีของจำนวนวิธีปฏิบัติควรเลือกใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเฉพาะกรณีที่ที่มีจำนวนตัวแปรร่วมมาก แต่ถ้ามีจำนวนตัวแปรร่วมน้อยควรเลือกใช้วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ

เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมอลที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย ทุกกรณีของจำนวนวิธีปฏิบัติและจำนวนตัวแปรร่วม ควรเลือกใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์แบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด สำหรับกรณีที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากทุกกรณีของจำนวนวิธีปฏิบัติควรเลือกใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเฉพาะกรณีที่ที่มีจำนวนตัวแปรร่วมมาก แต่ถ้ามีจำนวนตัวแปรร่วมน้อยควรเลือกใช้วิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ

5.4.2 ด้านการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี คือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีตัวประมาณเอนม์และวิธีการแปลงข้อมูลเป็นลำดับ โดยส่วนใหญ่เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละวิธีปฏิบัติมีน้อยแล้วพบว่าวิธีตัวประมาณเอนม์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมที่ควรศึกษาเพิ่มเติม คือวิธีนอนพารามตริกแอนโควาควอด (Quade's nonparametric ANCOVA) และวิธีประมาณพารามิเตอร์แบบบูตสเตรป (Bootstrap Estimation Method) โดยอาจทำการเปรียบเทียบวิธีดังกล่าวกับวิธีตัวประมาณเอนม์ เพื่อพิจารณาหาวิธีการประมาณพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเบ้ เนื่องจากการกำหนดอิทธิพลของวิธีปฏิบัติในการหาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบมีความแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าที่ได้ทั้งสองไม่สอดคล้องหรือแปรผันตามกัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรกำหนดอิทธิพลของวิธีปฏิบัติในการหาค่าทั้งสองเหมือนกัน

แผนผังแสดงผลสรุปการเลือกวิธีการประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ



- 1 หมายถึงการแจกแจงแบบ โคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระน้อย
- 2 หมายถึงการแจกแจงแบบ โคสแควร์ที่มีระดับองศาแห่งความอิสระมาก
- 3 หมายถึงการแจกแจงแบบลอการิธึมที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย
- 4 หมายถึงการแจกแจงแบบลอการิธึมที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก