



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับตัวแบบข้ามกลุ่ม 2 ปัจจัยเชิงสุ่มด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood Method) และวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Maximum Likelihood Method) เปรียบเทียบกระทำภายใต้สถานการณ์ดังต่อไปนี้ของระดับปัจจัยที่เท่ากัน และขนาดของหน่วยทดลองที่ใช้คือ

1. เมื่อ $a = b = 2$ แล้ว $n = 2, 3, 4$
2. เมื่อ $a = b = 3$ แล้ว $n = 2, 3, 4$
3. เมื่อ $a = b = 4$ แล้ว $n = 2, 3, 4$

โดยการจำลองสถานการณ์จะกระทำเมื่อ ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) คือ 10%, 50% และ 90% โดยมีค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) เท่ากับ 40 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยทำการจำลองข้อมูล y_{jk} จะสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยใช้ฟังก์ชันสำเร็จรูปที่มีอยู่ในโปรแกรม S-PLUS 2000 คือ ฟังก์ชัน `morm(n,mean,sd)` โดยกระทำซ้ำจนครบ 500 ครั้ง และเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของทั้ง 2 วิธี เพื่อหาวิธีการประมาณที่เหมาะสมที่สุดคือระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ กล่าวคือ ถ้าวิธีการประมาณใดให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ต่ำกว่า ก็จะเป็นวิธีการประมาณที่เหมาะสม ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าค่าประมาณขององค์ประกอบความแปรปรวนแบบจุดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงขององค์ประกอบความแปรปรวนนั้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด และวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับปัจจัยและขนาดของหน่วยทดลองที่ใช้หนึ่งๆ เมื่อค่าคงที่ h มีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์มากกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์เพิ่มขึ้น

5.1.2 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับปัจจัยและขนาดของหน่วยทดลองที่ใช้หนึ่งๆ เมื่อระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์สูงกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์เพิ่มขึ้น

5.1.3 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันหนึ่งๆ เมื่อค่าคงที่ h มีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ต่ำกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ลดลง

5.1.4 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับค่าคงที่หนึ่งๆ เมื่อระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าเพิ่มขึ้นวิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์สูงกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ลดลง

5.1.5 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันและค่าคงที่ h หนึ่งๆ เมื่อระดับปัจจัยคงที่ แต่ขนาดหน่วยทดลองเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์สูงกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ลดลง

5.1.6 ในกรณีที่สถานการณ์มีระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันและค่าคงที่ h หนึ่งๆ เมื่อขนาดหน่วยทดลองคงที่ แต่ระดับปัจจัยเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดโดยส่วนใหญ่ จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์สูงกว่าวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล และทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มของค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ลดลง

ดังนั้นในการศึกษาและเปรียบเทียบในครั้งนี้อย่างไรก็ตาม ไม่มีวิธีการประมาณใดที่ให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์ต่ำกว่าในทุกสถานการณ์ ดังนั้นในการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับตัวแบบข้ามกลุ่ม 2 ปัจจัยเชิงสุ่ม สามารถเลือกใช้วิธีการประมาณเป็นกรณี ๆ ไป

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าวิธีการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โลและวิธีความควรจะเป็นสูงสุด จะให้ค่าระยะทางมาหาลาโนบิสเชลีย์มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงนำหลักการทางสถิติมายืนยันความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

สัมประสิทธิ์	ค่าคงที่	ระดับปัจจัยและขนาดหน่วยทดลอง								
		a=2	a=2	a=2	a=3	a=3	a=3	a=4	a=4	a=4
ความแปร ผัน (C.V.%)	h	b=2	b=2	b=2	b=3	b=3	b=3	b=4	b=4	b=4
		n=2	n=3	n=4	n=2	n=3	n=4	n=2	n=3	n=4
50	1	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	ML
	2	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	ML	ML
	3	MC	MC	MC	ML	ML	ML	ML	ML	ML

สัมประสิทธิ์	ค่าคงที่	ระดับปัจจัยและขนาดหน่วยทดลอง								
		a=2	a=2	a=2	a=3	a=3	a=3	a=4	a=4	a=4
ความแปร ผัน (C.V.%)	h	b=2	b=2	b=2	b=3	b=3	b=3	b=4	b=4	b=4
		n=2	n=3	n=4	n=2	n=3	n=4	n=2	n=3	n=4
90	1	MC	MC	MC	MC	MC	MC	ML	ML	ML
	2	MC	MC	MC	MC	MC	ML	ML	ML	ML
	3	MC	MC	MC	ML	ML	ML	ML	ML	ML

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า

1. วิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โลสามารถนำไปใช้ในกรณีนี้ที่

1.1 เมื่อมีระดับปัจจัยต่ำ ในทุกระดับของขนาดหน่วยตัวอย่าง ทุกระดับค่าคงที่ h และทุกระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

1.2 เมื่อมีระดับปัจจัยปานกลาง

1.2.1 ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันต่ำ ทุกระดับของขนาดหน่วยตัวอย่าง และทุกระดับค่าคงที่ h

1.2.2 ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันปานกลาง ทุกระดับของขนาดหน่วยตัวอย่าง ที่มีระดับค่าคงที่ h ต่ำและปานกลาง

1.2.3 ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันสูง เมื่อระดับค่าคงที่ h ต่ำ และทุกระดับของขนาดหน่วยตัวอย่าง เมื่อระดับค่าคงที่ปานกลางและระดับของหน่วยตัวอย่างต่ำและปานกลาง

1.3 เมื่อมีระดับปัจจัยสูง

1.3.1 ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันต่ำ ทุกระดับของขนาดหน่วยตัวอย่าง และทุกระดับค่าคงที่ h

1.3.2 ที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันปานกลาง เมื่อระดับค่าคงที่ h ต่ำ และระดับของขนาดหน่วยตัวอย่างต่ำและปานกลาง เมื่อระดับค่าคงที่ h ปานกลางและระดับของขนาดหน่วยตัวอย่างต่ำ

2. วิธีความควรจะเป็นสูงสุดสามารถนำไปใช้ในกรณีที่

2.1 เมื่อมีระดับปัจจัยสูง

2.1.1 ที่สัมประสิทธิ์ความแปรผันอยู่ในระดับสูง ทุกระดับขนาดหน่วยตัวอย่าง และทุกระดับค่าคงที่ h

2.1.2 ที่สัมประสิทธิ์ความแปรผันอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อระดับค่าคงที่ h สูง ทุกระดับขนาดหน่วยตัวอย่าง เมื่อระดับค่าคงที่ h ปานกลาง ระดับขนาดหน่วยตัวอย่างปานกลางและสูง เมื่อระดับค่าคงที่ h ต่ำ และขนาดหน่วยตัวอย่างสูง

2.2 เมื่อระดับปัจจัยปานกลาง

2.2.1 ที่สัมประสิทธิ์ความแปรผันอยู่ในระดับสูง เมื่อระดับค่าคงที่ h สูง ทุกระดับขนาดหน่วยตัวอย่าง เมื่อระดับค่าคงที่ h ปานกลาง ระดับขนาดหน่วยตัวอย่างสูง

2.2.2 ที่สัมประสิทธิ์ความแปรผันอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อระดับค่าคงที่ h สูง ทุกระดับขนาดหน่วยตัวอย่าง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับตัวแบบข้ามกลุ่ม 2 ปัจจัยเชิงสุ่ม กรณีข้อมูลมีลักษณะสมดุลง ในการศึกษาค้างต่อไปอาจศึกษากรณีข้อมูลมีลักษณะไม่สมดุลง

5.3.2 ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนแบบจุดเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านการประมวลผลของเครื่อง PC และเวลาที่ใช้ในการทำการวิจัย ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยมีความสมบูรณ์ขึ้น ควรทำการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนแบบช่วงเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของค่าประมาณที่ได้

5.3.3 ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับตัวแบบข้ามกลุ่ม 2 ปัจจัยเชิงสุ่ม เมื่อปัจจัย A มี a ระดับ ปัจจัย B มี b ระดับ โดยกำหนดให้ ระดับของปัจจัย A เท่ากับระดับของปัจจัย B และขนาดของหน่วยทดลองเป็น 2, 3,

และ 4 สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาในกรณีที่ ระดับของปัจจัย A ไม่เท่ากับระดับของปัจจัย B

5.3.4 ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดให้ $\sigma_\alpha^2 = \sigma_\beta^2 = \sigma_\gamma^2 = h\sigma_\epsilon^2$ โดยที่ h เป็นค่าจำนวนเต็มคี่ที่มีค่าเท่ากับ 1, 2 และ 3 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาเมื่อ $\sigma_\alpha^2 = h_1\sigma_\epsilon^2$,

$\sigma_\beta^2 = h_2\sigma_\epsilon^2$, $\sigma_\gamma^2 = h_3\sigma_\epsilon^2$ โดยที่ $h_1 \neq h_2 \neq h_3$ และ $h_1 > 0$, $h_2 > 0$, $h_3 > 0$

5.3.5 ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้มีการกระทำซ้ำ 400 ครั้งในวิธีความควรจะเป็นสูงสุดแบบมอนติคาร์โล ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษาเมื่อมีการกระทำซ้ำที่มากกว่า 400 ครั้ง