บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณแต่ละตัว และในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณที่ได้จากวิธีบูตสแตรปเทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุด โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1 <u>ผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณแต่ละตัว โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย</u>

จากการทดลอง เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม แบบโลจิสติค แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และแบบปกติปลอมปน นำค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแต่ละตัวที่ได้จากวิธีบูตสแตรปเทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุดมาพิจารณา สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 <u>เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติ</u>

5.1.1.1 <u>ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1</u> วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า ทุกตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ β

5.1.1.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า ทุกตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ β

5.1.1.3 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 และ β_3 ยกเว้น β_2

5.1.2 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

5.1.2.1 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 และ β_4 ยกเว้น β_5 ส่วนในการประมาณค่า β_3 ทั้ง 2 วิธีมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากัน

5.1.2.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 และ β_4 ยกเว้น β_3

5.1.2.3 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าทุกตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ β

5.1.3 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบโลจิสติค

5.1.3.1 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 และ β_4 ยกเว้น β_3 และ β_5

5.1.3.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 และ β_4 ยกเว้น β_3

5.1.3.3 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 และ β_3 ยกเว้น β_1

5.1.4 เมื่อ มีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

5.1.4.1 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 β_3 และ β_4 ยกเว้น β_5

5.1.4.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมีค่าต่ำสุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 β_2 และ β_4 ยกเว้น β_3

5.1.4.3 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 และ β_3 ยกเว้น β_1

5.1.5 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่กำหนดค่าสเกลแฟคเตอร์เป็น 3 และเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25%

5.1.5.1 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 β_3 และ β_4 ยกเว้น β_1 และ β_5 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า ทุกระดับของเปอร์เซนต์การปลอมปน ยกเว้นเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 5% ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_5

5.1.5.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 และ β_3 ทุกระดับเปอร์เซนต์การปลอมปน ยกเว้นที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 5% สำหรับในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 10% และ 25% และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 10% และ 25% วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า

5.1.5.3 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 และ β_2 ยกเว้น β_3 ทุกระดับของเปอร์เซนต์การปลอมปน

5.1.6 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่กำหนดค่าสเกลแฟคเตอร์เป็น 10 และเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25%

5.1.6.1 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_3 β_4 และ β_5 ทุกระดับเปอร์เซนต์การปลอมปน แต่ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1 ยกเว้นเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% และ 5% วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า

5.1.6.2 ตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่า β_1 ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 5% และ 10% และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_2 และ β_4 ทุกระดับเปอร์เซนต์การปลอมปน ยกเว้นเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 5% อีกทั้งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_3 ทุกระดับเปอร์เซนต์การปลอมปน ยกเว้นเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1%

5.1.6.3 ตามาขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในการประมาณค่า β_1 และ β_2 ทุกระดับเปอร์เซนต์การปลอมปน และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_3 ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 25%

จากผลสรุปดังกล่าวข้างต้นใน 5.1.1.1 - 5.1.6.3 จะนำเสนอในรูปของตาราง เพื่อสะดวกในการพิจารณาผลสรุปของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณแต่ละตัว โดยจะแสดงเฉพาะวิธีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่าง และลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε) ดังตารางที่ 5.1 - 5.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงตัวประมาณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 คือ n = 50, p = 5 และลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε)

ลักษณะการแจกแจงของ ε	ขนาดตัวอย่างชุดที่ 1				
	MSE($\hat{\beta}_1$)	MSE($\hat{\beta}_2$)	MSE($\hat{\beta}_3$)	MSE($\hat{\beta}_4$)	MSE($\hat{\beta}_5$)
ปกติ	LS	LS	LS	LS	LS
ยูนิฟอร์ม	BOOT	BOOT	LS,BOOT	BOOT	LS
โลจิสติค	LS	LS	BOOT	LS	BOOT
ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล	BOOT	BOOT	BOOT	BOOT	LS
ปกติปลอมปน					
C = 3 , p = .01	BOOT	LS	LS	LS	BOOT
C = 3 , p = .05	BOOT	LS	LS	LS	LS
C = 3 , p = .10	BOOT	LS	LS	LS	BOOT
C = 3 , p = .25	BOOT	LS	LS	LS	BOOT
C =10 , p = .01	LS	BOOT	LS	LS	LS
C =10 , p = .05	BOOT	BOOT	LS	LS	LS
C =10 , p = .10	BOOT	LS	LS	LS	LS
C =10 , p = .25	BOOT	LS	LS	LS	BOOT

ตารางที่ 5.2 แสดงตัวประมาณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 คือ n = 10, p = 4 และลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε)

ลักษณะการแจกแจงของ ε	ขนาดตัวอย่างชุดที่ 2			
	$MSE(\hat{\beta}_1)$	$MSE(\hat{\beta}_2)$	$MSE(\hat{\beta}_3)$	$MSE(\hat{\beta}_4)$
ปกติ	LS	LS	LS	LS
ยูนิฟอร์ม	LS	LS	BOOT	LS
โลจิสติค	LS	LS	BOOT	LS
ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล	LS	LS	BOOT	LS
ปกติปลอมปน				
C = 3 , p = .01	LS	LS	LS	BOOT
C = 3 , p = .05	LS	LS	BOOT	LS
C = 3 , p = .10	LS	BOOT	LS	BOOT
C = 3 , p = .25	LS	BOOT	LS	BOOT
C =10 , p = .01	LS	BOOT	LS	BOOT
C =10 , p = .05	BOOT	LS	BOOT	LS
C =10 , p = .10	LS	BOOT	BOOT	BOOT
C =10 , p = .25	LS	BOOT	BOOT	BOOT

ตารางที่ 5.3 แสดงตัวประมาณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 คือ n = 5, p = 3 และลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε)

ลักษณะการแจกแจงของ ε	ขนาดตัวอย่างชุดที่ 3		
	$MSE(\hat{\beta}_1)$	$MSE(\hat{\beta}_2)$	$MSE(\hat{\beta}_3)$
ปกติ	BOOT	LS	BOOT
ยูนิฟอร์ม	BOOT	BOOT	BOOT
โลจิสติค	LS	BOOT	BOOT
ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล	LS	BOOT	BOOT
ปกติปลอมปน			
C = 3 , p = .01	BOOT	BOOT	LS
C = 3 , p = .05	BOOT	BOOT	LS
C = 3 , p = .10	BOOT	BOOT	LS
C = 3 , p = .25	BOOT	BOOT	LS
C =10 , p = .01	BOOT	BOOT	LS
C =10 , p = .05	BOOT	BOOT	LS
C =10 , p = .10	BOOT	BOOT	LS
C =10 , p = .25	BOOT	BOOT	BOOT

5.2 ผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

จากผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณแต่ละตัว โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยใน 5.1 จะเห็นได้ว่าในแต่ละขนาดตัวอย่าง การประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัววิธีหนึ่งอาจดีกว่าอีกวิธีหนึ่ง แต่บางตัววิธีหนึ่งอาจดีกว่า ทำให้ผลสรุปที่ได้ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวิธีใดดีกว่าในขนาดตัวอย่างแต่ละชุด จึงพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณซึ่งก็คือในรูปผลบวกของตัวประมาณตามขนาดตัวอย่างแต่ละชุดนั่นเอง ผลที่ได้สรุปได้ดังนี้

5.2.1 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติ วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในขนาดตัวอย่างชุดที่ 3

5.2.2 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในขนาดตัวอย่างชุดที่ 1

5.2.3 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบโลจิสติค วิธีกำลังสองต่ำสุดมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในทุกขนาดของตัวอย่าง

5.2.4 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในขนาดตัวอย่างชุดที่ 1

5.2.5 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่กำหนดค่าสเกลแฟคเตอร์เป็น 3 และเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25% วิธีบูตสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในขนาดตัวอย่างชุดที่ 1 และ 3

5.2.6 เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่กำหนดค่าสเกลแฟคเตอร์เป็น 10 และเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25% วิธียูดสแตรปมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่าในขนาดตัวอย่างชุดที่ 3 และชุดที่ 1 ยกเว้นที่เปอร์เซ็นต์การปลอมปนเป็น 1% อีกทั้งในขนาดตัวอย่างชุดที่ 2 ที่เปอร์เซ็นต์การปลอมปนเป็น 5%

จากผลสรุปดังกล่าวข้างต้นใน 5.2.1 - 5.2.6 จะนำเสนอในรูปของตาราง เพื่อสะดวกในการพิจารณาผลสรุปของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในรูปฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวประมาณ โดยจะแสดงเฉพาะวิธีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε) ดังตาราง 5.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงตัวประมาณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นต่ำกว่า จำแนกตามขนาดตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε)

ลักษณะการแจกแจงของ ε	ขนาดตัวอย่าง		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
ปกติ	LS	LS	BOOT
ยูนิฟอร์ม	BOOT	LS	LS
โลจิสติค	LS	LS	LS
ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล	BOOT	LS	LS
ปกติปลอมปน			
C = 3 , p = .01	BOOT	LS	BOOT
C = 3 , p = .05	BOOT	LS	BOOT
C = 3 , p = .10	BOOT	LS	BOOT
C = 3 , p = .25	BOOT	LS	BOOT
C =10 , p = .01	LS	LS	BOOT
C =10 , p = .05	BOOT	BOOT	BOOT
C =10 , p = .10	BOOT	LS	BOOT
C =10 , p = .25	BOOT	LS	BOOT

5.3 การอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีบูตสแตรป หาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณโดยทางทฤษฎี และค่าประมาณของความแปรปรวนโดยอาศัยเทคนิคมอนติคาร์โลตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณที่ได้จากวิธีบูตสแตรปเทียบกับวิธีกำลังสองต่ำสุดซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์ความถดถอย โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยทำการศึกษาในกรณีที่ความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม แบบโลจิสติค แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และแบบปกติปลอมปนเมื่อมีเปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25% และมีค่าสเกลแฟคเตอร์ 2 ระดับ คือ 3 และ 10 โดยที่ทุกลักษณะการแจกแจงความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 100 ขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาในครั้งนี้มี 3 ชุด คือ

- ชุดที่ 1 (n_1) = 50 จำนวนตัวแปรอิสระ (p_1) = 5
- ชุดที่ 2 (n_2) = 10 จำนวนตัวแปรอิสระ (p_2) = 4
- ชุดที่ 3 (n_3) = 5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p_3) = 3

และในแต่ละการทดลองกระทำซ้ำ 200 ครั้ง จำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีบูตสแตรปเท่ากับ 100 ครั้ง

เนื่องจากขนาดตัวอย่างแต่ละชุด มีจำนวนตัวแปรอิสระแตกต่างกัน จึงพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยทั้งในรูปตัวประมาณแต่ละตัว และในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์สรุปได้ว่า

5.3.1 ขนาดของตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและจำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรป มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

5.3.2 รูปแบบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (ε) มีผลต่อค่าความคลาด-

เคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย กล่าวคือเมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม แบบโลจิสติค แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ในกรณีนี้พบว่าการแจกแจงแบบปกติมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสูงสุด สำหรับในกรณีที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งศึกษาเมื่อสเกลแฟคเตอร์เป็น 3 และ 10 ที่เปอร์เซนต์การปลอมปนเป็น 1% 5% 10% และ 25% พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะมีค่าสูงขึ้นตามค่าสเกลแฟคเตอร์และระดับของเปอร์เซนต์การปลอมปน

5.3.3 ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ วิธีกำลังต่ำสองสุดจะมีประสิทธิภาพมากกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และวิธีบูตสแตรปจะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุด เมื่อผลต่างระหว่างจำนวนตัวอย่างกับจำนวนตัวแปรอิสระหรือค่าพารามิเตอร์ที่ต้องทำการประมาณมีค่าน้อย (จากตารางที่ 4.16)

5.3.4 เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน จากการทดลองจะเห็นว่าวิธีบูตสแตรปจะมีประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์มากกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่ขนาดตัวอย่างมีจำนวนจำกัด

5.3.5 สำหรับความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงแบบอื่น พบว่าประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันตามขนาดตัวอย่างแต่ละชุด อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากค่า ε ที่สุ่มได้ในแต่ละครั้งของการทำบูตสแตรป กล่าวคือ สุ่มได้ค่า ε ที่มีค่าซ้ำกันเป็นจำนวนมาก เพราะว่าทำการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน ซึ่งอาจเป็นค่าซ้ำที่มีค่าน้อย ๆ หรือมีค่ามาก ๆ ก็ได้ ดังนั้น ถ้าจำนวนครั้งในการทำบูตสแตรปมีค่ามาก ๆ อาจทำให้ประสิทธิภาพการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีบูตสแตรปดีกว่าวิธีกำลังสองต่ำสุดก็ได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงเส้นของสมการที่มีรูปแบบทั่วไป คือ $Y = X\beta + \varepsilon$ โดยวิธีบูตสแตรปนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีจำนวนน้อย การสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืนสามารถกระทำได้จนครบทุก ๆ ตัวอย่าง (all possible sample) โดยการกระทำบูตสแตรปเป็นจำนวนครั้งเท่ากับ n^n และการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณแต่ละตัวและในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นตัวเปรียบเทียบ แต่ในกรณีที่ค่าของตัวแปรมีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน ควรจะแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปมาตรฐาน (standardized) ก่อน แล้วจึงทำการหาตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ จะทำให้ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบมีประสิทธิภาพดี ถูกต้องมากขึ้น และในการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในรูปฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวประมาณนั้น ควรให้ความสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนความสำคัญของค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความถดถอยที่ได้ มากกว่าที่จะให้น้ำหนักของตัวแปรอิสระแต่ละตัวเท่ากัน นั่นคือ ค่าของสมาชิกในเวคเตอร์ l ไม่ควรเป็น 1 เท่ากันทุกตัว

สำหรับเกณฑ์การเลือกใช้ตัวประมาณนั้น จะพิจารณาจากลักษณะการแจกแจงของ กล่าวคือ เมื่อ ε มีการแจกแจงแบบปกติหรือแบบอื่น ๆ ที่ไม่ต่างไปจากแบบปกติมากนักและมีขนาดตัวอย่างมากพอ วิธีกำลังสองต่ำสุดเป็นวิธีที่การเลือกใช้ เพราะว่าเสียค่าใช้จ่ายและยุ่งยากน้อยกว่าวิธีบูตสแตรป แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างมีจำนวนจำกัดและความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงที่ต่างจากปกติมาก หรืออาจเป็นการแจกแจงใด ๆ ที่ไม่ทราบ ก็ควรเลือกใช้วิธีบูตสแตรป ซึ่งในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ก็เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับใช้การใช้คอมพิวเตอร์ก็มีราคาไม่สูงมาก และยังสามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ไม่สามารถหาได้โดยตรงจากสูตรหรือทางทฤษฎี ตัวอย่าง เช่นนำไปใช้ในการประมาณค่าความเอนเอียง ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงเส้นเมื่อสมการมีรูปแบบที่ยุ่งยากซับซ้อน

ในทางปฏิบัติ หากสงสัยว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีค่าผิดปกติซึ่งอาจเป็นค่าผิดปกติ ที่มี

ค่าสูงมาก ๆ หรือต่ำมาก ๆ เมื่อเทียบกับค่าอื่น ๆ กล่าวคือ ค่าผิดปกตินี้เกิดจากค่าความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบอื่นที่ไม่ใช่แบบปกติ ก็ให้ทำการทดสอบดู และเมื่อพบว่าเป็นค่าผิดปกติจริง ก็ควรทำการแก้ไขก่อนแล้วจึงใช้วิธีกำลังสองต่ำสุด ซึ่งเป็นวิธีที่มีอยู่แล้วและนิยมใช้กันมากในการประมาณค่าพารามิเตอร์ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและทุ่นค่าใช้จ่าย

การศึกษาครั้งนี้คงเป็นแนวทางในการนำวิธีบูตสแตรปนี้ไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ไม่สามารถหาค่าได้ทางทฤษฎีหรือวิธีอื่น ๆ หรือเมื่อขนาดตัวอย่างมีจำนวนจำกัด เพราะว่าวิธีนี้จะทำการสร้างตัวอย่างจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วจึงนำไปใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ทำให้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ ซึ่งอาจจะเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีวิธีการอื่นหาได้ หรือหาได้แต่ยุ่งยากมากกว่า