การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณพารามิเตอร์จากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง

นางสาวศศิประภา โมรากุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARATIVE STUDY ON PARAMETER ESTIMATION FROM INTERVAL-CENSORED DATA

Miss Sasiprapa Morakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณพารามิเตอร์จากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง
โดย	นางสาวศศิประภา โมรากุล
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วานิชย์บัญชา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย โพธิ์สุวรรณ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศศิประภา โมรากุล : การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณพารามิเตอร์จากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง. (A COMPARATIVE STUDY ON PARAMETER ESTIMATION FROM INTERVAL-CENSORED DATA) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี,132 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงจากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง โดยวิธีภาวะน่าเป็นสูงสุดและวิธีประมาณแบบใช้กราฟ และศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีประมาณแบบใช้กราฟ

ในการเปรียบเทียบการประมาณวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีประมาณแบบใช้กราฟ พบว่า เมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงด้วยการกำหนดจุดเวลาในการสังเกต พบว่าโดยรวมวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล,การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และวิธีประมาณแบบใช้กราฟดีกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่ shape parameter $\beta = 1$ ในทุกขนาดตัวอย่าง และที่ shape parameter $\beta < 1$ หรือ $\beta > 1$ เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก และเมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงด้วยการกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล พบว่าโดยรวมวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล,การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่ shape parameter $\beta < 1$ และวิธีประมาณแบบใช้กราฟดีกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่ shape parameter $\beta > 1$ หรือ $\beta = 1$ เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก

ในการปรับค่าเอนเอียงของวิธีแบบใช้กราฟ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล,การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติกและการแจกแจงแบบไวบูลล์ พบว่าวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียงจะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก และประสิทธิภาพเข้าใกล้กันเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต ศศิประภา โมรากุล

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5181919626 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS : MAXIMUM LIKELIHOOD / GRAPHICAL ESTIMATOR / INTERVAL CENSORING

SASIPRAPA MORAKUL : A COMPARATIVE STUDY ON PARAMETER ESTIMATION FROM INTERVAL-CENSORED DATA. THESIS ADVISOR : ANUPAP SOMBOONSAVATDEE, Ph.D., 132 pp.

The objective of this study is to compare parameter estimations from interval-censored data. The parameter estimation methods are maximum likelihood estimation (MLE) and graphical estimation (GE). Moreover, we also study bias correction method for graphical estimation.

In case of fixed observed time, MLE is more efficient than GE for lognormal distribution and loglogistic distribution. GE is more efficient than MLE for weibull distribution, when the shape parameter (β) is equal to 1 or the sample size is small with the shape parameter $\beta < 1$ or $\beta > 1$. In case of fixed censoring rate, MLE is more efficient than GE for lognormal distribution, loglogistic distribution and weibull distribution, when the shape parameter $\beta < 1$. GE is more efficient than MLE for weibull distribution when the shape parameter $\beta > 1$ or $\beta = 1$ with small sample size.

With bias correction of graphical estimation for lognormal distribution, loglogistic distribution and weibull distribution, the bias correction graphical estimation (BCGE) is more efficient than GE, especially, for small sample size, however, the efficiency decreases as sample size increases.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Statistics Student's Signature Sasiprapa Morakul

Field of Study : Statistics Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ท่านได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นแก่ผู้วิจัยมาตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วานิชย์บัญชา กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาเสียสละเวลาในการอ่าน และให้คำแนะนำอันมีค่ายิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย โพธิ์สุวรรณ์ ที่ท่านได้ให้ความกรุณามาเป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การส่งเสริม สนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งให้ความรัก ความเข้าใจ และกำลังใจที่ไม่เคยขาดหาย และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษา ช่วยเหลือผู้วิจัยมาโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฒ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ..... 3

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย..... 4

1.8 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิจัย..... 5

2 แนวคิด ทฤษฎี และสถิติที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย 6

2.2 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 10

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 13

3.1 ลักษณะข้อมูล..... 13

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย..... 15

3.3 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 16

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม..... 18

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 21

4.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณ..... 22

4.2 การปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ..... 44

บทที่ หน้า

5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 105
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 105
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 116
รายการอ้างอิง..... 117
ภาคผนวก..... 118
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 132

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงลักษณะของข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์และฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น……..	9
3.1	แสดงการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงเมื่อทำการแบ่งข้อมูลขนาด n = 100 ด้วยวิธีกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเท่ากับ 5 จุด……....	14
3.2	แสดงการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงเมื่อทำการแบ่งข้อมูลขนาด n = 100 ด้วยวิธีกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 20% …….....	15
4.1	แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเป็น 5, 10 และ 20 จุด……..	22
4.2	แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเป็น 5, 10 และ 20 จุด……..	24
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 111.428, β = 0.5 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเป็น 5, 10 และ 20 จุด……..…….….	26
4.4	แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 333.808, β = 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเป็น 5, 10 และ 20 จุด……..……	28

ตารางที่ หน้า

4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเป็น 5, 10 และ 20 จุด…… 30

4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเป็น 5%, 10% และ 20%…….. 32

4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเป็น 5%, 10% และ 20%…….. 34

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเป็น 5%, 10% และ 20%…….. 36

4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเป็น 5%, 10% และ 20%…….. 38

4.10 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเป็น 5%, 10% และ 20%…….. 40

ตารางที่		หน้า
4.11	แสดงผลการสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี.....	42
4.12	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด.....	44
4.13	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจุจำนวนดเวลาในการสังเกต 10 จุด.....	46
4.14	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด.....	48
4.15	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด.....	50
4.16	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด.....	52
4.17	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด.....	54
4.18	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด.....	56
4.19	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด.....	58
4.20	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด.....	60

ตารางที่		หน้า
4.21	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด.....	62
4.22	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด.....	64
4.23	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด.....	66
4.24	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด.....	68
4.25	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด.....	70
4.26	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด.....	72
4.27	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%.....	74
4.28	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%.....	76
4.29	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%.....	78

ตารางที่ หน้า

4.30 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%..... 80

4.31 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%..... 82

4.32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%..... 84

4.33 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%... 86

4.34 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%. 88

4.35 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%. 90

4.36 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%... 92

4.37 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%. 94

4.38 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%. 96

ตารางที่ หน้า

4.39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%... 98

4.40 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%. 100

4.41 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%. 102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลที่ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.25, 0.5, 1$.....	7
2.2	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติกที่ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.1, 0.25, 0.5$.....	8
2.3	แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่ $\eta = 1$ และ $\beta = 0.5, 1, 3$.....	9
2.4	แสดงการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ.....	11
3.1	แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม.....	18
4.1	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 (i), 10 (ii) และ 20 (iii) จุดเวลา ตามลำดับ.....	23
4.2	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 (i), 10 (ii) และ 20 (iii) จุดเวลา ตามลำดับ.....	25
4.3	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 (i), 10 (ii) และ 20 (iii) จุดเวลา ตามลำดับ.....	27
4.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 (i), 10 (ii) และ 20 (iii) จุดเวลา ตามลำดับ.....	29

ภาพที่ หน้า

4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 (i), 10 (ii) และ 20 (iii) จุดเวลา ตามลำดับ..... 31

4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% (i), 10% (ii) และ 20% (iii) ของข้อมูล ตามลำดับ..... 33

4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% (i), 10% (ii) และ 20% (iii) ของข้อมูล ตามลำดับ..... 35

4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% (i), 10% (ii) และ 20% (iii) ของข้อมูลตามลำดับ..... 37

4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% (i), 10% (ii) และ 20% (iii) ของข้อมูล ตามลำดับ..... 39

4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% (i), 10% (ii) และ 20% (iii) ของข้อมูล ตามลำดับ..... 41

4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100,250,500และ1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา 45

ภาพที่		หน้า
4.12	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง100,250,500และ1000ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 10 จุดเวลา	47
4.13	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง100,250,500และ1000ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 20 จุดเวลา	48
4.14	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง100,250,500 และ1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา	51
4.15	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง100,250,500และ1000ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 10 จุดเวลา	52
4.16	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง100,250,500และ1000ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 20 จุดเวลา	54
4.17	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา.....	57

ภาพที่ หน้า

4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 111.428, β = 0.5 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 10 จุดเวลา..... 58

4.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 111.428, β = 0.5 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 20 จุดเวลา..... 60

4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 333.808, β = 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา..... 62

4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 333.808, β = 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 10 จุดเวลา..... 64

4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 333.808, β = 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 20 จุดเวลา..... 66

ภาพที่ หน้า

4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา..... 68

4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 10 จุดเวลา..... 70

4.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จุดเวลาในการสังเกต 20 จุดเวลา..... 72

4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% ของข้อมูล..... 75

4.27 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 10% ของข้อมูล..... 77

.

ภาพที่		หน้า
4.28	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล……..	79
4.29	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% ของข้อมูล……..	81
4.30	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 10% ของข้อมูล……..	83
4.31	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล……..	85
4.32	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% ของข้อมูล……..	87

ภาพที่ หน้า

4.33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 10% ของข้อมูล..... 88

4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล..... 90

4.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% ของข้อมูล..... 92

4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 10% ของข้อมูล..... 94

4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล..... 96

ภาพที่		หน้า
4.38	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 5% ของข้อมูล.....	98
4.39	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 10% ของข้อมูล.....	100
4.40	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล.....	102
5.1	แสดงแผนผังสรุปผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงทฤษฎี.....	107
5.2	แสดงแผนผังการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงปฏิบัติ.....	108
5.3	แสดงแผนผังสรุปผลการประมาณค่าพารามมิเตอร์เมื่อปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงทฤษฎี.....	113
5.4	แสดงแผนผังการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามมิเตอร์เมื่อปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงปฏิบัติ.....	114

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาวิธีการประมาณการแจกแจงเป็นหัวข้อหนึ่งของงานวิจัยทางสถิติที่ยังเป็นที่น่าสนใจอยู่ โดยเฉพาะการศึกษาเกี่ยวกับเวลาการอยู่รอด (Survival time) ซึ่งพบได้ในงานวิจัยด้านต่างๆ เช่น งานด้านประกันภัย สนใจศึกษาเวลาการคงอยู่ของกรมธรรม์ งานด้านการแพทย์ สนใจศึกษาเวลาที่คนไข้เริ่มได้รับการรักษาจนกระทั่งเสียชีวิต และงานด้านอุตสาหกรรม สนใจศึกษาเวลาที่เครื่องจักรทำงานเป็นปกติจนกระทั่งเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้สามารถจัดให้อยู่ในรูปของการแจกแจงได้หลายแบบด้วยกัน เช่น การแจกแจงแบบชี้กำลัง การแจกแจงแบบแกมมา และการแจกแจงแบบไวบูลล์ เป็นต้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล, การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยที่การแจกแจงทั้ง 3 การแจกแจง สามารถใช้อธิบายในสถานการณ์เกี่ยวกับอายุการใช้งานหรือความทนทานของวัตถุ โดยวัดที่เวลาเริ่มต้นจนกระทั่งวัตถุนั้นเสีย ซึ่งในทางปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลบางครั้งขนาดตัวอย่างหรือจำนวนค่าสังเกตมีขนาดใหญ่แต่จำนวนการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจหรือความล้มเหลว (Failure) มีจำนวนน้อย หรือต้องเสียเวลาในการรอคอยจนกระทั่งเกิดความล้มเหลว ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ยาวนานจนไม่สามารถรอคอยให้เกิดความล้มเหลวครบทุกหน่วยตัวอย่างหรือทุกค่าสังเกตได้ นอกจากตัวอย่างขนาดใหญ่และการเสียเวลาแล้วยังจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมาก ดังนั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะมีลักษณะเป็นข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ ซึ่งข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์นั้นมีความสำคัญที่จะต้องนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อวางแผนหรือปรับปรุง ดังนั้นเพื่อการตัดสินใจจึงควรทำการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้ง โดยใช้วิธีการที่มีความเหมาะสม จะได้ค่าประมาณที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง และมีจำนวนข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปศึกษาตามวัตถุประสงค์ เป็นต้นว่าเพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม หรือเพื่อศึกษาถึงการแจกแจงของข้อมูล

เนื่องจากในงานวิจัยส่วนใหญ่ มักพบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการประมาณอื่นๆ (Genschel & Meeker, 2010; Olteanu & Freeman, 2010) แต่ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดนั้นทำได้ยาก เพราะวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดไม่มีรูปแบบสมการที่แน่นอน ทำให้คำนวณได้ยากและใช้เวลานาน ดังนั้นเราจึงสนใจที่จะศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบใช้กราฟที่มีความสะดวกและง่ายต่อการคำนวณมากกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และทำการเปรียบเทียบว่าวิธีการประมาณแบบใดมีประสิทธิภาพดีกว่า และควรจะใช้การประมาณแบบใดในแต่ละสถานการณ์

นอกจากนี้ยังศึกษาวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียงว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟหรือไม่ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติจริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงจากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง โดยใช้วิธีภาวะน่าเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation : MLE) และการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (Graphical Estimation : GE)

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (Bias Correcting) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กระทำภายใต้ขอบเขต ดังนี้

1. การแจกแจงที่นำมาใช้ในการศึกษา มี 3 การแจกแจง คือ
   1.1 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล
   1.2 การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก
   1.3 การแจกแจงแบบไวบูลล์
2. ขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 100, 250, 500 และ 1000
3. ข้อมูลที่ศึกษามีลักษณะเป็นข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง
4. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ มี 3 วิธี ดังนี้
   4.1 วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation : MLE)
   4.2 วิธีแบบใช้กราฟ (Graphical Estimation : GE)
   4.3 วิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (Bias Corrected Graphical Estimation : BCGE)
5. การศึกษาครั้งนี้ประมวลผลโดยโปรแกรม R เวอร์ชัน 2.9.2 (R Development Core Team, 2009) โดยการจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะกระทำซ้ำ 5000 รอบ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของตัวประมาณ

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นการประมาณค่าแบบจุด โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) แต่เนื่องจากพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่ามี 2 พารามิเตอร์ ดังนั้นจะต้องหาค่าเฉลี่ยของค่า MSE ของตัวประมาณทั้ง 2

กำหนดให้ θ_p เป็นค่าจริงของพารามิเตอร์ เมื่อ $p = 1, 2$

$\hat{\theta}_{pi}$ เป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์

θ_1 เป็น location parameter

θ_2 เป็น scale parameter

$$\mathrm{MSE}(\theta_p) = \frac{\sum_{i=1}^{M} \left(\hat{\theta}_{pi} - \theta_p\right)^2}{M}$$

เมื่อ M คือ จำนวนครั้งของการทดลองในแต่ละสถานการณ์ และค่าเฉลี่ยของค่า MSE ของตัวประมาณทั้ง 2 เรียกว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยพิจารณาให้พารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าทั้ง 2 มีน้ำหนักเท่าๆกัน คือพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าทั้ง 2 มีความสำคัญไม่ต่างกัน

$$\overline{\mathrm{MSE}} = \frac{\mathrm{MSE}(\theta_1) + \mathrm{MSE}(\theta_2)}{2}$$

ถ้าวิธีการประมาณค่าที่มีค่า $\overline{\mathrm{MSE}}$ ต่ำกว่าจะถือว่าการประมาณค่าวิธีนั้นมีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับการประมาณค่าแบบจุดในสถานการณ์นั้นๆ

2. การปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ จะพิจารณาจากการประมาณค่าแบบช่วง โดยเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

$$\text{ค่าสัมประสิทธ์ความเชื่อมั่น} = \frac{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นครอบคลุมค่าพามิเตอร์ } \theta}{M}$$

ถ้าวิธีการประมาณค่าที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าจะถือว่าการประมาณค่าวิธีนั้นมีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับการประมาณค่าแบบช่วงในสถานการณ์นั้นๆ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ (Censored data) คือ ข้อมูลที่ไม่ทราบค่าจริงของข้อมูล แต่รู้ช่วงของค่าที่เป็นไปได้เท่านั้น

2. ความเอนเอียง (Bias) คือ ค่าที่ใช้วัดค่าเฉลี่ยของตัวสถิติที่ได้ห่างจากฟังก์ชันพารามิเตอร์ที่สนใจมากน้อยเพียงใด นอกจากนั้นยังบอกทิศทางได้ด้วยว่า ตัวสถิติที่ได้มีค่าสูงหรือต่ำกว่าพารามิเตอร์ โดย $\text{Bias} = \text{E}(\hat{\theta}) - \theta$ เมื่อ $\hat{\theta}$ เป็นค่าประมาณของ θ

3. ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณกับค่าจริง โดย $\text{MSE} = \text{E}[\hat{\theta} - \theta]^2$ เมื่อ $\hat{\theta}$ เป็นค่าประมาณของ θ

4. ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval) คือ ช่วงของการประมาณค่า เป็นช่วงที่อยู่รอบจุดของค่าประมาณ นอกจากนั้นยังบอกความเชื่อมั่นว่ามีค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วงนี้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในงานวิจัยครั้งนี้ คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณโดยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและตัวประมาณโดยใช้กราฟสำหรับข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง

2. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง ซึ่งมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และการแจกแจงแบบไวบูลล์

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาทางด้าน Reliability ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับการประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง

1.2 สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจง ลักษณะข้อมูล และขนาดตัวอย่าง (n) ตามที่กำหนด

1.3 คำนวณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดกับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ

2. การปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ

2.1 หาค่าประมาณแบบช่วงสำหรับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90, 0.95 และ 0.99 และตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่

2.2 หาค่าเอนเอียง

2.3 คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง

2.4 หาค่าประมาณแบบช่วงสำหรับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90, 0.95 และ 0.99 และตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่

3. ทำซ้ำข้อ 1. - 2. จำนวน 5000 รอบ

4. คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ นำเสนอผลการวิจัยโดยเสนอค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ในแต่ละสถานการณ์ นำเสนอในรูปแบบกราฟและตาราง โดยการนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำเสนอผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ วิธีการประมาณแบบวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ และวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง โดยจะนำเสนอค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 นำเสนอผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียงกับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ เพื่อที่จะทดสอบว่า เมื่อปรับค่าเอนเอียง (Bias Correction) แล้ว จะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าหรือไม่ โดยจะนำเสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และสถิติที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจาก 3 การแจกแจง คือ การแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงล็อกโลจิสติก และการแจกแจงไวบูลล์ และกล่าวถึงวิธีการประมาณพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ วิธีการประมาณแบบวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ และวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง

2.1 การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ศึกษาจากตัวอย่างสุ่มที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ ที่มีลักษณะเบ้ขวา ดังนี้

1. การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (Probability Density Function : PDF) อยู่ในรูป

$$f(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)^2\right], \qquad x>0$$

เมื่อ $\sigma>0$ และ $-\infty<\mu<\infty$ โดยที่ μ เป็นพารามิเตอร์แสดงสเกล (scale parameter) และ σ เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (shape parameter) ของการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function : CDF) อยู่ในรูป

$$F(x;\mu,\sigma)=\Phi\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)$$

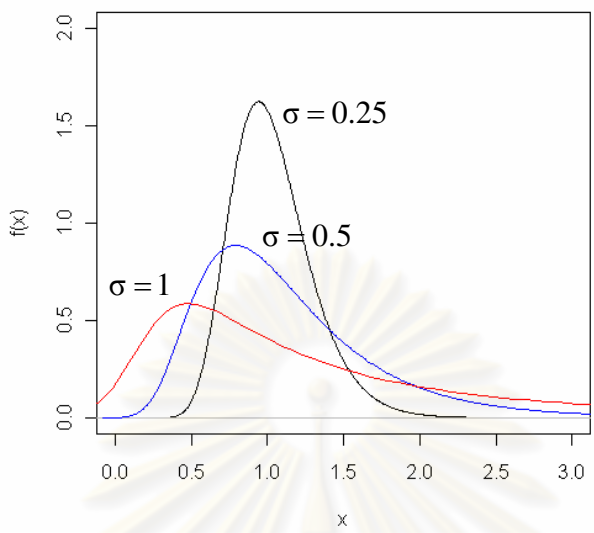
เมื่อ $\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x}\exp\left[\frac{-t^2}{2}\right]dt$ เป็น Standard Normal CDF

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน คือ

$$E(X)=\exp\left(\mu+\frac{1}{2}\sigma^2\right)$$

และ $$Var(X)=\left(\exp(\sigma^2)-1\right)\left(\exp(2\mu+\sigma^2)\right)$$ ตามลำดับ

ภาพที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.25, 0.5, 1$



2. การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก (Loglogistic Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูป

$$f(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sigma x}\frac{\exp\left[\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right]}{\left[1+\exp\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)\right]^2}, \qquad x>0$$

เมื่อ $\sigma > 0$ และ $-\infty < \mu < \infty$ โดยที่ μ เป็นพารามิเตอร์แสดงสเกล (scale parameter) และ σ เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (shape parameter) ของการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (CDF) อยู่ในรูป

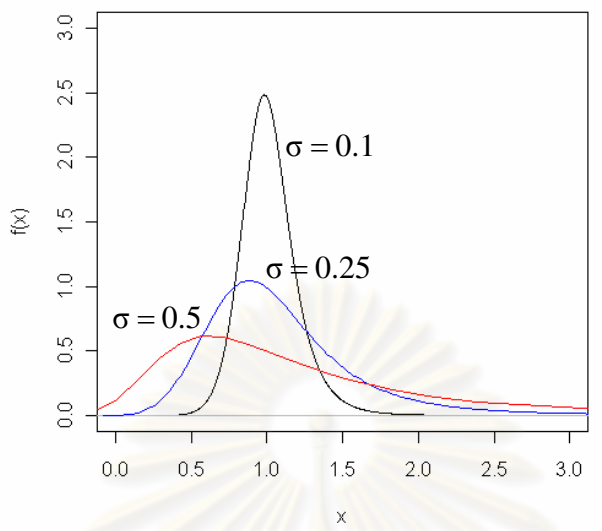
$$F(x;\mu,\sigma)=\frac{\exp\left[\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right]}{\left[1+\exp\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)\right]}$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน คือ

$$E(X)=\exp(\mu)\Gamma(1+\sigma)\Gamma(1-\sigma)$$

และ $$Var(X)=\exp(2\mu)[\Gamma(1+2\sigma)\Gamma(1-2\sigma)-\Gamma^2(1+\sigma)\Gamma^2(1-\sigma)]$$ ตามลำดับ

ภาพที่ 2.2 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ $\mu = 0$ และ $\sigma = 0.1, 0.25, 0.5$



3. การแจกแจงแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูป

$$f(x;\eta,\beta) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{x}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\eta}\right)^{\beta}\right], \qquad x > 0$$

สำหรับ η และ β เป็นค่าคงที่ เมื่อ $\eta > 0$ และ $\beta > 0$ โดยที่ η เป็นพารามิเตอร์แสดงสเกล (scale parameter) และ β เป็นพารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (shape parameter) ของการแจกแจงแบบไวบูลล์ และมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (CDF) อยู่ในรูป

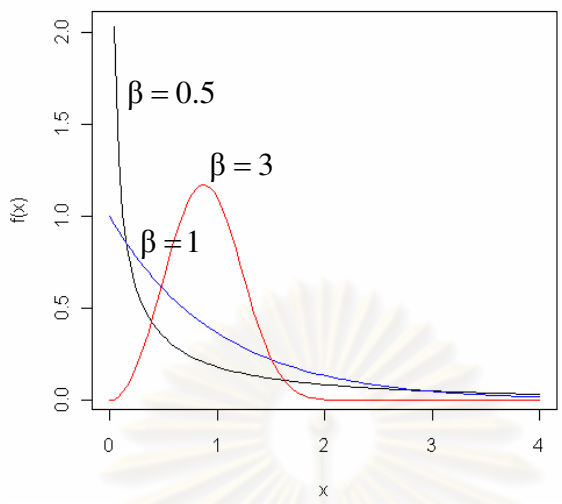
$$F(x;\eta,\beta) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน คือ

$$E(X) = \eta\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)$$

และ $$Var(X) = \eta^2\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]$$ ตามลำดับ

ภาพที่ 2.3 แสดงฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบไวบูลล์
ที่ $\eta = 1$ และ $\beta = 0.5, 1, 3$



หมายเหตุ ถ้า $\beta = 1$ การแจกแจงแบบไวบูลล์จะมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential distribution)

4. ข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ (Censored Data)

ข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ คือ การกำหนดวันเริ่มต้นการศึกษาและวันสิ้นสุดการศึกษา สนใจการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจนับจากวันเริ่มต้นการศึกษา โดยที่เมื่อสิ้นสุดการศึกษาแล้วยังไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ หรือไม่สามารถบอกได้ว่าเหตุการณ์ที่สนใจเกิดขึ้นเมื่อไร จะทำการตัดข้อมูลทำให้ไม่ทราบค่าจริงของข้อมูลดังกล่าว แต่จะรู้ช่วงของค่าที่เป็นไปได้เท่านั้น (Klein & Moesschberger, 1997; Lawless, 2003; Meeker & Escobar, 1998) อยู่ในรูปของ

$$a \le x \le b \qquad ; -\infty \le a < b \le \infty$$

โดยที่ x เป็นค่าของข้อมูลจริง

a และ b เป็นค่าคงที่

ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ได้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์และฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น

	ชนิดของข้อมูลเซ็นเซอร์	ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น
ถ้า $a = -\infty$	ข้อมูลเซ็นเซอร์ทางซ้าย (Left Censoring)	$L(\theta;x) = P(x \le b;\theta) = F(b)$
ถ้า $-\infty < a < b < \infty$	ข้อมูลเซ็นเซอร์แบบช่วง (Interval Censoring)	$L(\theta;x) = P(a \le x \le b;\theta) = F(b) - F(a)$
ถ้า $b = \infty$	ข้อมูลเซ็นเซอร์ทางขวา (Right Censoring)	$L(\theta;x) = P(x \ge a;\theta) = 1 - F(a)$

2.2 ตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

1. การประมาณด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation : MLE)

ให้ $X_1,...,X_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n จากประชากรที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น $f(x;\theta)$

ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function) ของตัวอย่างสุ่ม ได้แก่ ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นร่วมของ $X_1,...,X_n$ โดยถือว่าเป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ θ ซึ่งเรามักแทนฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นด้วย L หรือ $L(\theta;x_1,...,x_n)$ หรือ $L(\theta)$ นั่นคือ $L=f(x_1;\theta)f(x_2;\theta)...f(x_n;\theta)$ โดยถือว่า L เป็นฟังก์ชันของ θ

การหาค่าของพารามิเตอร์ θ ที่ทำให้ $L(\theta;x_1,...,x_n)$ มีค่ามากที่สุด (ธีระพร, 2536)

$$\hat{\theta}=\underset{\theta}{\operatorname{argmax}}\,L(\theta;x_1,...,x_n)$$

2. การประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (Graphical Estimation : GE)

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มจากฟังก์ชันการแจกแจง F โดยที่

$$P(X\le x;\mu,\sigma)=F_{\mu,\sigma}(x)$$

และ F มาจากการแจกแจงแบบ location-scale family (Klein & Moesschberger, 1997)

ก็ต่อเมื่อ $$F_{\mu,\sigma}(x)=F_{0,1}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$$

โดยเรียก μ ว่า location parameter เมื่อ $-\infty<\mu<\infty$

σ ว่า scale parameter เมื่อ $\sigma>0$

เนื่องจาก $F_{\mu,\sigma}(x)=F_{0,1}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ ทำให้

$$x_p=\mu+\sigma F_{0,1}^{-1}(p)$$

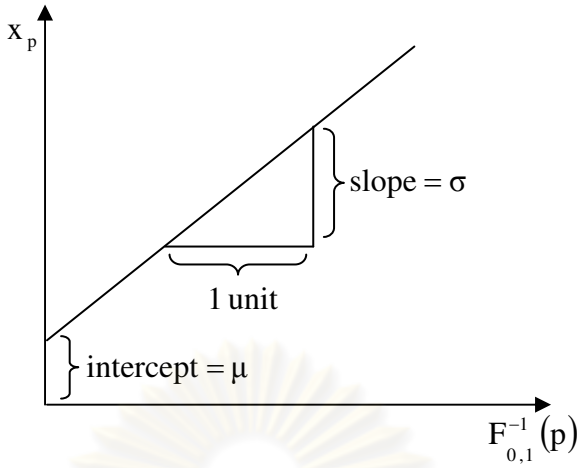
โดยที่ $F_{0,1}^{-1}(p)$ คือ ฟังก์ชันควอนไทล์ (quantile function) ของ $F_{0,1}$

และ x_p คือ ควอนไทล์ที่ p ของ X

จะเห็นว่า ควอนไทล์ของ X ($X\sim F_{\mu,\sigma}$) เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของควอนไทล์จาก $F_{0,1}$

ถ้าเราพล็อตกราฟระหว่าง x_p กับ $F_{0,1}^{-1}(p)$ โดยพล็อต x_p บนแกน y และพล็อต $F_{0,1}^{-1}(p)$ บนแกน x โดยที่ μ และ σ เป็นค่าจุดตัดบนแกน y (intercept) และค่าความชัน (slope) ของเส้นตรง

ภาพที่ 2.4 แสดงการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ



จากความสัมพันธ์ของ x_p และ $F_{0,1}^{-1}(p)$ เราสามารถนำมาใช้ในการประมาณโดยใช้กราฟด้วยการพล็อตกราฟระหว่าง $x_{(i)}$ กับ $F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ โดยให้ $x_{(i)}$ เป็น sample quantile และ $p_{(i)}$ เป็นลำดับควอนไทล์ของ $x_{(i)}$ ดังนั้น ค่าประมาณของ intercept และ slope จากกราฟดังกล่าว จึงสามารถนำมาใช้ในการประมาณค่า μ และ σ ได้ (Lawless, 2003; Somboonsavatdee & Nair, 2007)

3. การประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (Bias Corrected Graphical Estimation : BCGE)

ให้ GE เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีแบบใช้กราฟ

ให้ X^* เป็นตัวอย่างสุ่มจากการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟด้วยวิธีบูตสแตรป

วิธีบูตสแตรปเป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบคืนที่จากตัวอย่างสุ่มชุดเดียวที่มี เพื่อสร้างตัวอย่างชุดใหม่

การหาค่าของพารามิเตอร์ θ^* ทำแบบเดียวกับการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ

จากการแจกแจงแบบ location-scale family จะได้ว่า

$$F_{\mu,\sigma}(x^*) = F_{0,1}\left(\frac{x^* - \mu}{\sigma}\right)$$

$$x_p^* = \mu + \sigma F_{0,1}^{-1}(p)$$

โดยที่ $F_{0,1}^{-1}(p)$ คือ ฟังก์ชันควอนไทล์ (quantile function) ของ $F_{0,1}$

และ x_p^* คือ ควอนไทล์ตัวที่ p ของ X^*

โดยจะทำซ้ำ B ครั้ง จะได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ θ^* จำนวน B ค่า คือ $\theta_B^* = \hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, ..., \hat{\theta}_B^*$

ให้ θ_B^* เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีการประมาณแบบใช้กราฟด้วยวิธีบูตสแตรปหาค่าเอนเอียง (Bias Correcting : BC) เพื่อหาค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) (Lawless, 2003; Somboonsavatdee & Nair, 2007)

$$\overline{\theta_B^*} = \frac{\theta_B^*}{n}$$

$$BC = \overline{\theta_B^*} - GE$$

$$BCGE = GE - BC$$

4. ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency : RE)

กำหนดให้ θ_1 เป็นการประมาณด้วยวิธี MLE

θ_2 เป็นการประมาณด้วยวิธี GE หรือ BCGE

$$RE(\theta_1, \theta_2) = \frac{\overline{MSE}(\theta_2)}{\overline{MSE}(\theta_1)}$$

ถ้า $RE(\theta_1, \theta_2) < 1$ นั่นคือ $\overline{MSE}(\theta_2) < \overline{MSE}(\theta_1)$ กล่าวได้ว่า θ_2 เป็นวิธีประมาณที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ดีกว่า θ_1

แต่ถ้า $RE(\theta_1, \theta_2) > 1$ นั่นคือ $\overline{MSE}(\theta_2) > \overline{MSE}(\theta_1)$ กล่าวได้ว่า θ_1 เป็นวิธีประมาณที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ดีกว่า θ_2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง และศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ โดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 2.9.2 (R Development Core Team, 2009) ในการจำลองข้อมูล ในบทนี้จะกล่าวถึงแผนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ลักษณะข้อมูล

ข้อมูลที่ศึกษามีลักษณะข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง การแบ่งช่วงข้อมูลจะใช้การเรียงค่าจากน้อยไปมาก และแบ่งช่วงข้อมูลเป็น 2 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาที่ 1 : กำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต (observed time) เป็น 5, 10 และ 20 จุด พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะเท่ากัน เพื่อดูว่ามีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์ในแต่ละช่วงเวลาเท่าใด โดยระยะห่างระหว่างเวลามีขนาดเท่ากับ 1000/จำนวนจุดเวลาในการสังเกต ซึ่งจำนวนข้อมูลที่ศึกษามีค่าไม่เท่ากับ n เนื่องจากศึกษาเฉพาะข้อมูลที่มีค่าไม่เกิน 1000

เช่น ถ้าข้อมูลขนาด n = 100 และจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเท่ากับ 5 จุด ระยะห่างระหว่างเวลาแต่ละจุดจะเท่ากับ 1000/5 = 200 หน่วยเวลา

ตัวอย่างการแบ่งช่วงข้อมูลโดยกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลขนาด n = 100 คือ 16 ,17 ,35 ,36 ,46 ,47 ,56 ,57 ,59 ,62 ,63 ,64 ,65 ,66 ,72 ,76 ,77 ,78 ,79 ,81 ,86 ,93 ,100 ,103 ,107 ,108 ,109 ,117 ,119 ,121 ,124 ,126 ,134 ,139 ,140 ,141 ,143 ,145 ,148 ,149 ,153 ,154 ,162 ,170 ,184 ,185 ,194 ,210 ,217 ,218 ,223 ,224 ,233 ,237 ,240 ,242 ,245 ,247 ,248 ,252 ,255 ,258 ,267 ,271 ,296 ,303 ,304 ,312 ,323 ,329 ,331 ,333 ,337 ,338 ,353 ,362 ,366 ,367 ,368 ,379 ,380 ,398 ,414 ,445 ,509 ,527 ,561 ,656 ,664 ,721 ,764 ,801 ,869 ,887 ,915 ,919 ,922 ,1302 ,1404 ,1440

และจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเท่ากับ 5 จุด ระยะห่างระหว่างเวลาแต่ละจุดจะเท่ากับ 200 หน่วยเวลา

ซึ่งสามารถแสดงการแบ่งช่วงข้อมูลโดยกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตได้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงเมื่อทำการแบ่งข้อมูลขนาด n = 100 ด้วยวิธีกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตเท่ากับ 5 จุด

I	ระยะห่างระหว่างเวลา	จำนวนข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์
1	0 - 200	47
2	201 - 400	35
3	401 - 600	5
4	601 - 800	4
5	801 - 1000	6

กรณีศึกษาที่ 2 : กำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (censoring rate : CR) เป็น 5%, 10% และ 20% พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล เพื่อดูว่าเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์จะอยู่ที่เวลาเท่าใด โดยระยะห่างระหว่างข้อมูลมีขนาดเท่ากับ n*เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล จำนวนข้อมูลที่ศึกษามีค่าเท่ากับ n และข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงทั้งหมดเท่ากับ n/ระยะห่างระหว่างข้อมูล

เช่น ถ้าข้อมูลมีขนาดเท่ากับ n = 100 และเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 20% ระยะห่างระหว่างเวลาแต่ละจุดจะเท่ากับ100*(20/100) = 20 ข้อมูล และมีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงทั้งหมดเท่ากับ100/20 = 5 ช่วง

ตัวอย่างการแบ่งช่วงข้อมูลโดยกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลขนาด n = 100 คือ 16 ,17 ,35 ,36 ,46 ,47 ,56 ,57 ,59 ,62 ,63 ,64 ,65 ,66 ,72 ,76 ,77 ,78 ,79 ,81 ,86 ,93 ,100 ,103 ,107 ,108 ,109 ,117 ,119 ,121 ,124 ,126 ,134 ,139 ,140 ,141 ,143 ,145 ,148 ,149 ,153 ,154 ,162 ,170 ,184 ,185 ,194 ,210 ,217 ,218 ,223 ,224 ,233 ,237 ,240 ,242 ,245 ,247 ,248 ,252 ,255 ,258 ,267 ,271 ,296 ,303 ,304 ,312 ,323 ,329 ,331 ,333 ,337 ,338 ,353 ,362 ,366 ,367 ,368 ,379 ,380 ,398 ,414 ,445 ,509 ,527 ,561 ,656 ,664 ,721 ,764 ,801 ,869 ,887 ,915 ,919 ,922 ,1302 ,1404 ,1440

และเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 20% ระยะห่างระหว่างเวลาแต่ละจุดจะเท่ากับ 20 ข้อมูล และมีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงทั้งหมดเท่ากับ 5 ช่วง

ซึ่งสามารถแสดงการแบ่งช่วงข้อมูลโดยกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลได้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงเมื่อทำการแบ่งข้อมูลขนาด n = 100 ด้วยวิธีกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 20%

I	ระยะห่างระหว่างข้อมูล	จำนวนข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์
1	0 – 20	20
2	21 – 40	20
3	41 - 60	20
4	61 - 80	20
5	81 - 100	20

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ ในการศึกษา ดังนี้

1. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล กำหนดให้ข้อมูลมีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 5.263$ และ $\sigma = 1$

2. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก กำหนดให้ข้อมูลมีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 3.963$ และ $\sigma = 1$

3. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ กำหนดให้ข้อมูลมีค่าพารามิเตอร์ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$, $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ และ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$

4. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ มี 3 วิธี ดังนี้

- วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE)
- วิธีแบบใช้กราฟ (GE)
- วิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)

5. ขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 100, 250, 500 และ 1000

6. ระดับความเชื่อมั่นที่ใช้ในการประมาณค่าแบบช่วง คือ 0.90, 0.95 และ 0.99

7. การสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรปเพื่อหาค่าประมาณแบบช่วงจะกระทำซ้ำ 500 รอบ

8. การจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะกระทำซ้ำ 5000 รอบ

หมายเหตุ ค่า μ และ η ที่เลือกศึกษาจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่าประมาณ 1000 สำหรับในแต่ละการแจกแจง

3.3 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ ซึ่งในแต่ละส่วนมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

1.1 สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มอล การแจกแจงล็อกโลจิสติก และการแจกแจงไวบูลล์ ให้มีจำนวนตามขนาดตัวอย่าง (n) ที่กำหนด

1.2 แบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงตามลักษณะข้อมูลที่กำหนด

เมื่อทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงตามกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 จะสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงที่ขึ้นกับเวลา ซึ่งสามารถแบ่งเวลาที่อยู่ในรูปของ $(0,\infty)$ ให้เป็น $m+1$ ช่วง ดังนี้

$$(t_0,t_1],(t_1,t_2],\ldots,(t_{m-1},t_m],(t_m,t_{m+1}), \qquad t_0=0 \text{ และ } t_{m+1}=\infty$$

โดยที่ t_m คือ เวลาสุดท้ายที่เก็บค่า

1.3 คำนวณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE)

1.3.1 วิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE)

ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function : L) ที่มีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์สามารถเขียนได้ดังนี้ (Meeker & Escobar, 1998)

$$\begin{aligned} L(\theta; x_1,\ldots,x_n) &= \prod_{i=1}^{n} L_i(\theta; x_1,\ldots,x_n) \\ &= \prod_{i=1}^{m+1} [F(t_i)]^{l_i} [F(t_i)-F(t_{i-1})]^{d_i} [1-F(t_i)]^{r_i} \end{aligned}$$

ที่ซึ่ง $n=\sum_{j=1}^{m+1}(d_j+r_j+l_j)$

โดยที่ d คือ จำนวนข้อมูลเซ็นเซอร์แบบช่วง

r คือ จำนวนข้อมูลเซ็นเซอร์ทางขวา

l คือ จำนวนข้อมูลเซ็นเซอร์ทางซ้าย

1.3.2 วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE)

การพล็อตกราฟระหว่าง $x_{(i)}$ กับ $F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ โดยที่ $x_{(i)}$ เป็น sample quantile และ $p_{(i)}$ เป็นลำดับควอนไทล์ของ $x_{(i)}$ ค่าประมาณของ intercept และ slope จากกราฟสามารถนำมาใช้ในการประมาณค่า μ และ σ นั้น สามารถแยกตามการแจกแจงแต่ละการแจกแจงได้ดังนี้ (Lawless, 2003; Meeker & Escobar, 1998)

- การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

จะพล็อตกราฟระหว่าง $x_{(i)}$ กับ $F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ ได้ดังนี้

$x_{(i)}$ คือ $\log(t_i)$

$F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ คือ ฟังก์ชันควอนไทล์ (quantile function) ของ $F_{0,1}(t_i)$

- การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

จะพล็อตกราฟระหว่าง $x_{(i)}$ กับ $F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ ได้ดังนี้

$x_{(i)}$ คือ $\log(t_i)$

$F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ คือ $\log\left[\frac{F(t_i)}{S(t_i)}\right]$

- การแจกแจงแบบไวบูลล์

จะพล็อตกราฟระหว่าง $x_{(i)}$ กับ $F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ ได้ดังนี้

$x_{(i)}$ คือ $\log(t_i)$

$F_{0,1}^{-1}(p_{(i)})$ คือ $\log[-\log[S(t_i)]]$

โดยที่ $S(t)$ เป็น ฟังก์ชันการรอดชีพ (Survival Function) จะอยู่ในรูปของ $S(t)=1-F(t)$

หมายเหตุ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และวิธีแบบใช้กราฟ สามารถใช้คำนวณในการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงตามลักษณะข้อมูลที่ศึกษาได้ทั้ง 2 กรณี

2. การปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE)

2.1 ใช้วิธีบูตสแตรป สร้างตัวอย่างชุดใหม่จากตัวอย่างสุ่มชุดเดิม เพื่อหาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด และตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่ โดยจะทำซ้ำจำนวน 500 รอบ

2.2 หาค่าเอนเอียง โดยนำตัวอย่างชุดใหม่ที่ได้จากวิธีบูตสแตรปมาหาค่าเฉลี่ย แล้วไปลบกับค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (GE)

2.3 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (GE) มาลบกับค่าเอนเอียง ได้เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)

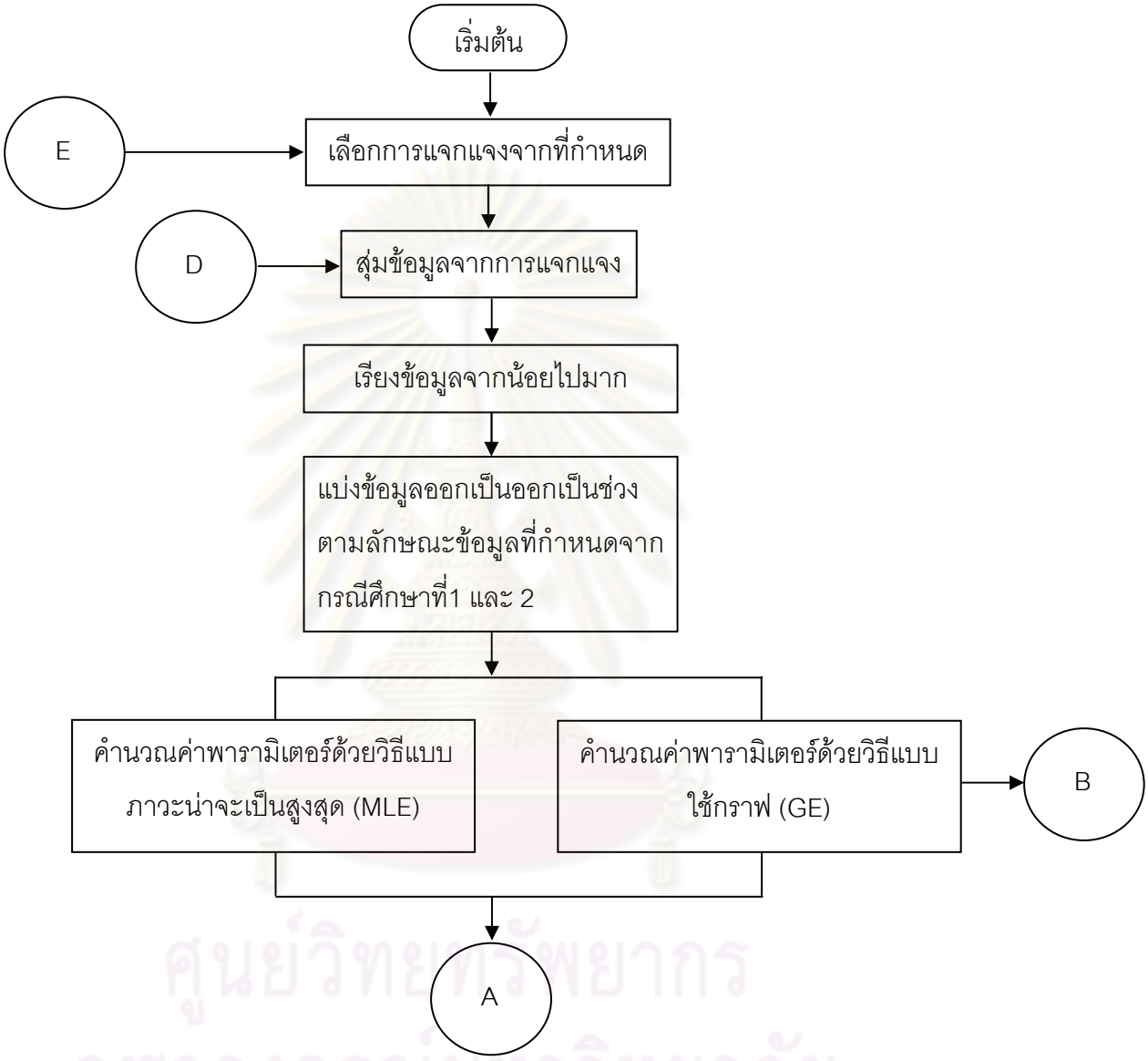
2.4 หาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) โดยนำมาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) มาลบกับค่าเอนเอียง และตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่

3. ทำซ้ำข้อ 1. - 2. จำนวน 5000 รอบ

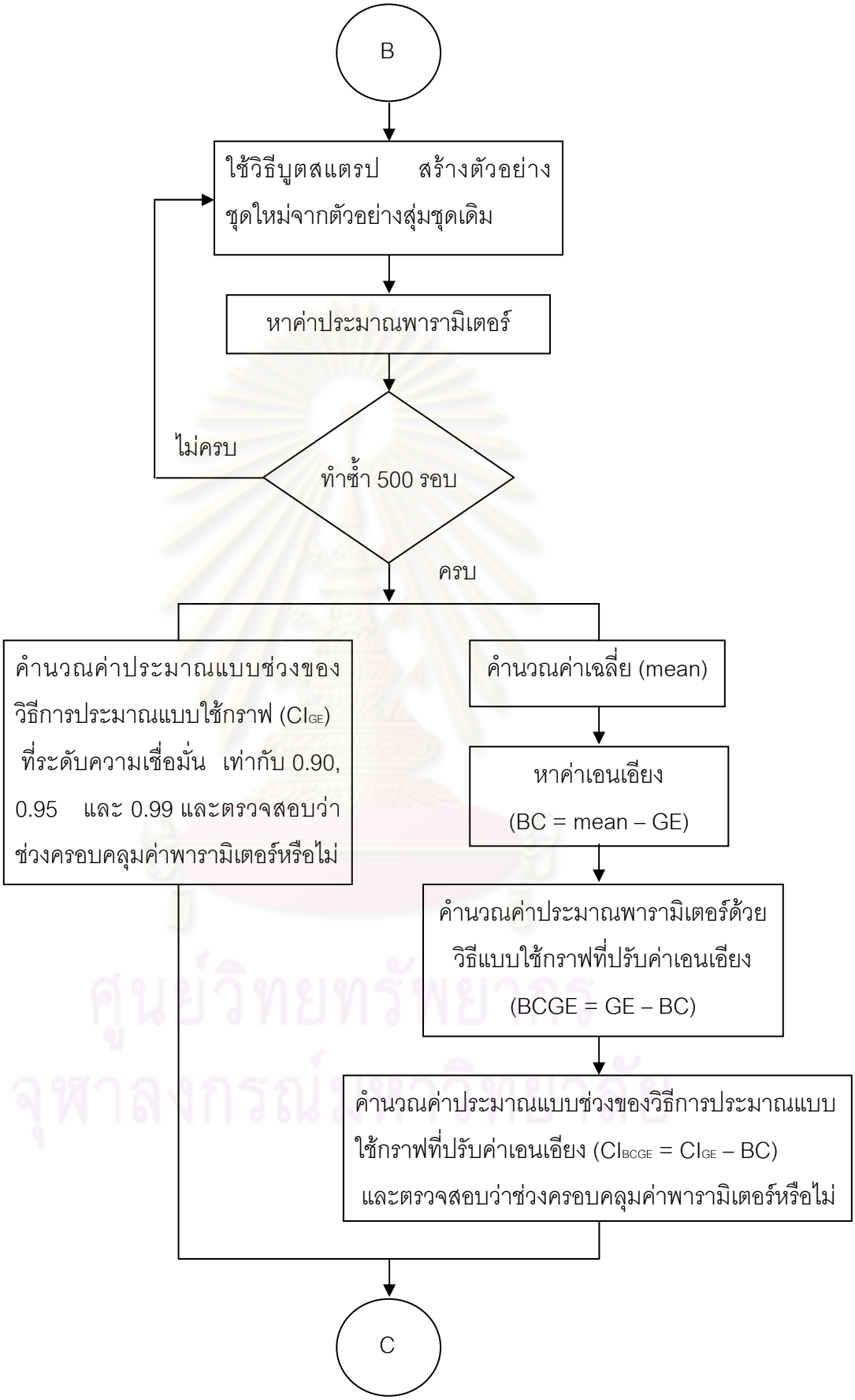
4. คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

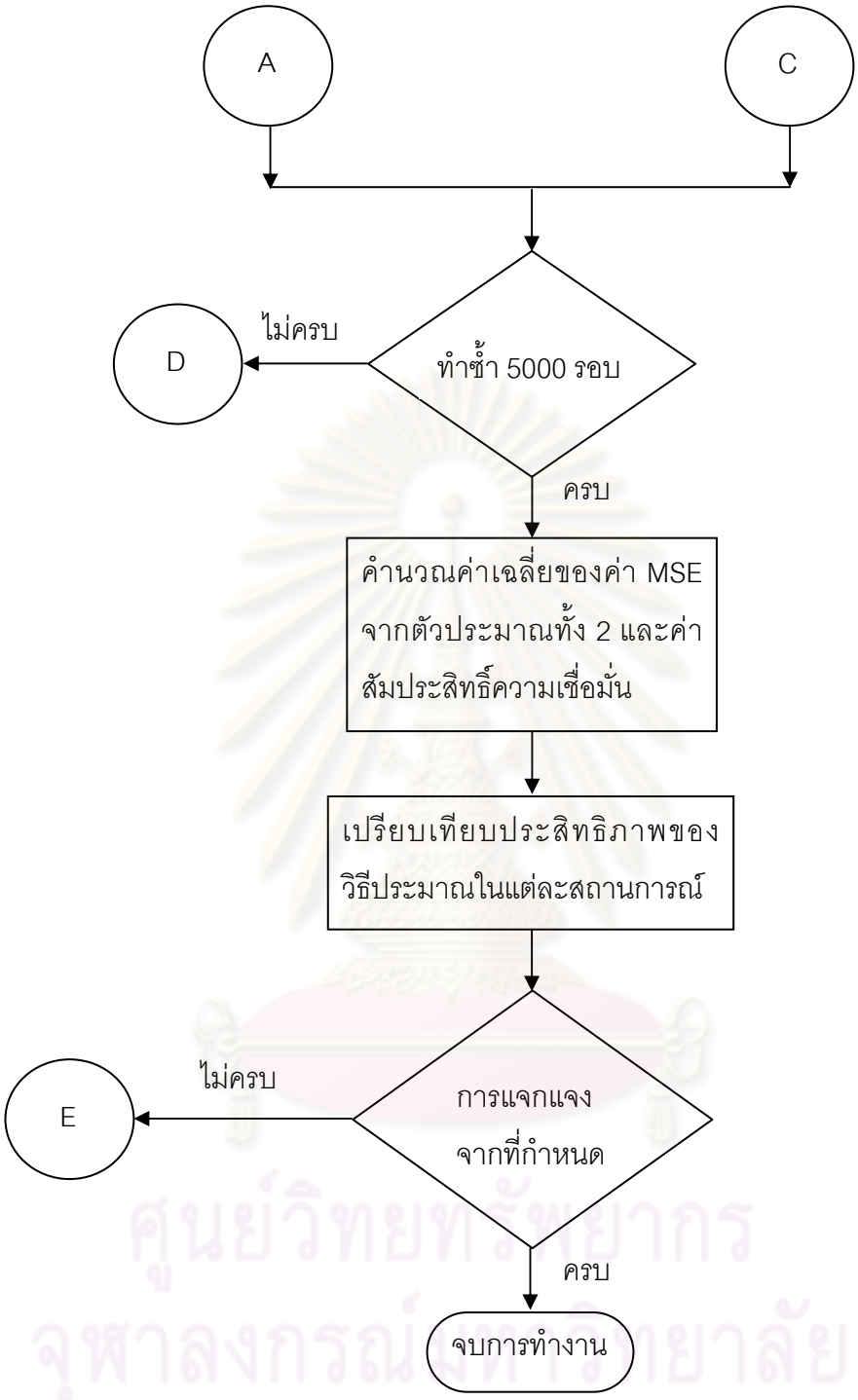
ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน โดยในส่วนที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุด โดยวิธีการประมาณแบบวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ และวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง โดยสนใจที่จะศึกษาว่าวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีภายใต้การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่ถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error : MSE) แต่เนื่องจากพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณมี 2 พารามิเตอร์ ดังนั้นจะต้องหาค่าเฉลี่ยของค่า MSE ของตัวประมาณทั้ง 2

ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาว่าถ้าปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ แล้ววิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง ที่ได้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือไม่ โดยทำการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบช่วงที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90, 0.95 และ 0.99 นำเสนอโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้เพื่อแทนความหมายต่างๆ ดังนี้

MLE	หมายถึง	วิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด
GE	หมายถึง	วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ
BCGE	หมายถึง	วิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง
n	หมายถึง	ขนาดตัวอย่าง
K	หมายถึง	จุดเวลาในการสังเกต (observed time)
L	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ (censoring rate)
MSE	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
$\overline{\text{MSE}}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของค่า MSE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี

กรณีศึกษาที่ 1 : กำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต (observed time) เป็น 5, 10 และ 20 จุด พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะเท่ากัน เพื่อดูว่ามีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์ในแต่ละช่วงเวลาเท่าใด ซึ่งจะนำเสนอในตารางที่ 4.1 - 4.5 ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu =$ 5.263 และ σ = 1 ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5, 10 และ 20 จุด

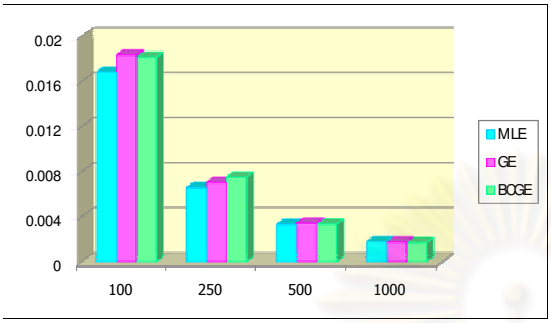
k	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.01683	0.01837	(0.9166)	0.01815	(0.9275)
	250	0.00659	0.00706	(0.9333)	0.00752	(0.8769)
	500	0.00334	0.00344	(0.9707)	0.00335	(0.9960)
	1000	0.00182	0.00178	(1.0209)	0.00173	(1.0538)
10	100	0.01019	0.01122	(0.9082)	0.01147	(0.8881)
	250	0.00422	0.00449	(0.9401)	0.00445	(0.9494)
	500	0.00223	0.00226	(0.9891)	0.00217	(1.0300)
	1000	0.00119	0.00110	(1.0781)	0.00115	(1.0372)
20	100	0.00856	0.00966	(0.8857)	0.00926	(0.9236)
	250	0.00344	0.00362	(0.9515)	0.00355	(0.9694)
	500	0.00187	0.00184	(1.0172)	0.00181	(1.0338)
	1000	0.00105	0.00092	(1.1469)	0.00095	(1.1004)

RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

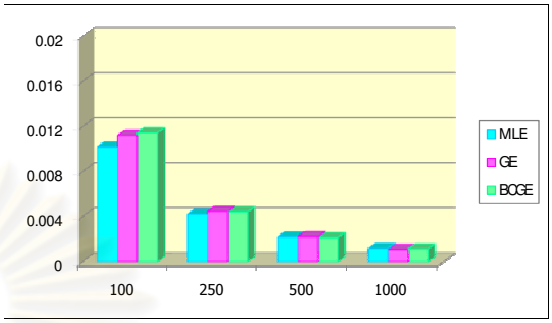
RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต (i) 5, (ii) 10 และ (iii) 20 จุด ตามลำดับ

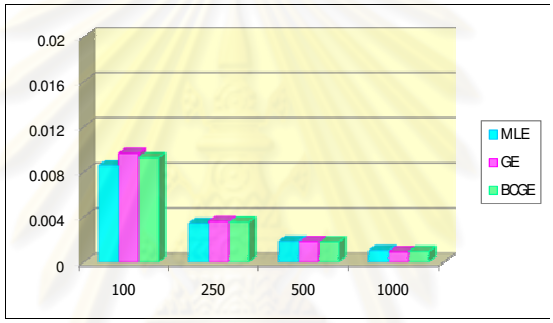
(i) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด



(ii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



(iii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด



จากตาราง 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่า

1.1 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.2 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 และ 20 จุด พบว่า ส่วนใหญ่วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu =$ 3.963 และ σ = 1 ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5, 10 และ 20 จุด

K	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.16069	0.17286	(0.9296)	0.15441	(1.0406)
	250	0.05677	0.06270	(0.9054)	0.05894	(0.9631)
	500	0.02567	0.02957	(0.8680)	0.02954	(0.8688)
	1000	0.01301	0.01477	(0.8810)	0.01462	(0.8900)
10	100	0.05260	0.07272	(0.7233)	0.07422	(0.7087)
	250	0.02044	0.02943	(0.6946)	0.03010	(0.6792)
	500	0.01013	0.01447	(0.7000)	0.01473	(0.6875)
	1000	0.00491	0.00692	(0.7097)	0.00671	(0.7326)
20	100	0.02875	0.04762	(0.6037)	0.04666	(0.6161)
	250	0.01119	0.01856	(0.6026)	0.01880	(0.5951)
	500	0.00570	0.00920	(0.6194)	0.00896	(0.6364)
	1000	0.00302	0.00458	(0.6597)	0.00457	(0.6618)

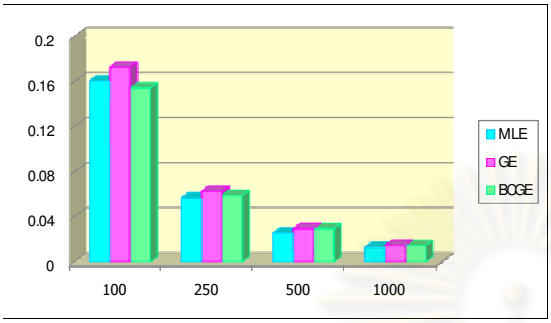
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

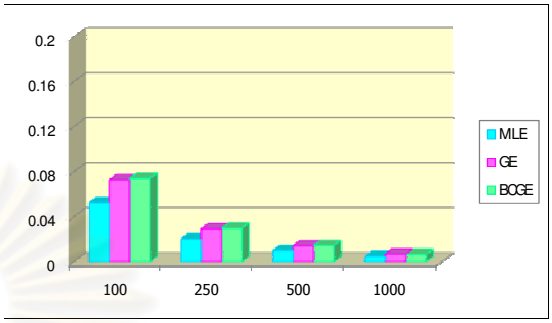
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต (i) 5, (ii) 10 และ (iii) 20 จุด ตามลำดับ

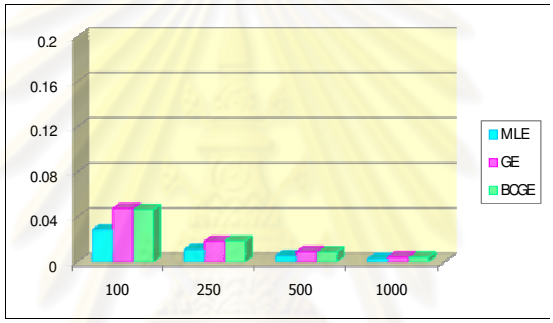
(i) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด



(ii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



(iii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด



จากตาราง 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่า

1.1 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.2 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 และ 20 จุด พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$, $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ และ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5, 10 และ 20 จุด

K	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.14326	0.14151	(1.0123)	0.13863	(1.0334)
	250	0.05067	0.05143	(0.9853)	0.04799	(1.0558)
	500	0.02473	0.02539	(0.9743)	0.02569	(0.9630)
	1000	0.01205	0.01227	(0.9826)	0.01316	(0.9162)
10	100	0.07881	0.08245	(0.9559)	0.08598	(0.9166)
	250	0.02908	0.03159	(0.9205)	0.03301	(0.8809)
	500	0.01470	0.01586	(0.9267)	0.01564	(0.9397)
	1000	0.00746	0.00801	(0.9321)	0.00791	(0.9440)
20	100	0.05692	0.06275	(0.9070)	0.06503	(0.8752)
	250	0.02247	0.02501	(0.8983)	0.02615	(0.8589)
	500	0.01100	0.01238	(0.8883)	0.01175	(0.9360)
	1000	0.00570	0.00630	(0.9055)	0.00646	(0.8824)

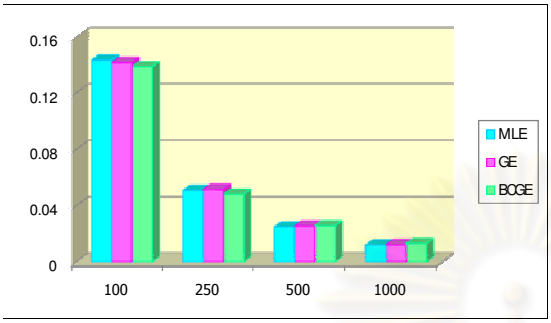
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

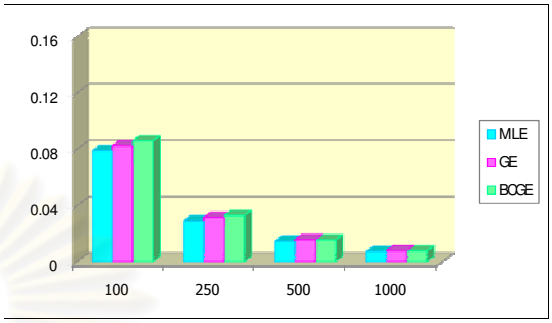
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต (i) 5, (ii) 10 และ (iii) 20 จุด ตามลำดับ

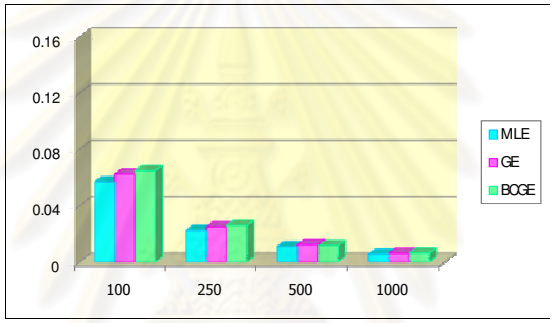
(i) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด



(ii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



(iii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด



จากตาราง 4.3 และภาพที่ 4.3 พบว่า

1.1 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด พบว่า ส่วนใหญ่วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 250

1.2 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 และ 20 จุด พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ η = 333.808, β = 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5, 10 และ 20 จุด

K	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.01405	0.01373	(1.0233)	0.01412	(0.9951)
	250	0.00555	0.00532	(1.0431)	0.00535	(1.0381)
	500	0.00289	0.00268	(1.0777)	0.00277	(1.0444)
	1000	0.00153	0.00131	(1.1673)	0.00132	(1.1574)
10	100	0.01065	0.01056	(1.0084)	0.01059	(1.0052)
	250	0.00438	0.00418	(1.0457)	0.00413	(1.0607)
	500	0.00233	0.00214	(1.0900)	0.00227	(1.0277)
	1000	0.00127	0.00108	(1.1824)	0.00105	(1.2148)
20	100	0.00995	0.01009	(0.9863)	0.00981	(1.0148)
	250	0.00406	0.00391	(1.0387)	0.00388	(1.0456)
	500	0.00217	0.00198	(1.0932)	0.00204	(1.0638)
	1000	0.00119	0.00098	(1.2136)	0.00100	(1.1833)

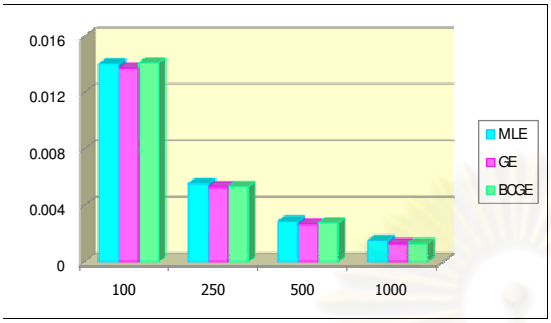
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

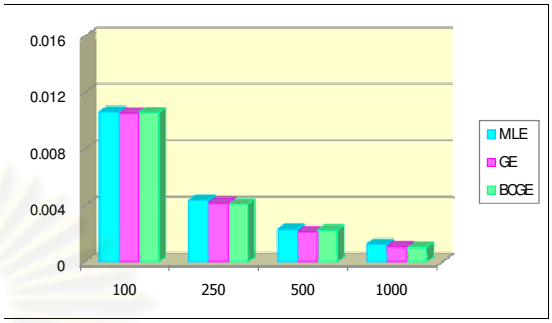
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต (i) 5, (ii) 10 และ (iii) 20 จุด ตามลำดับ

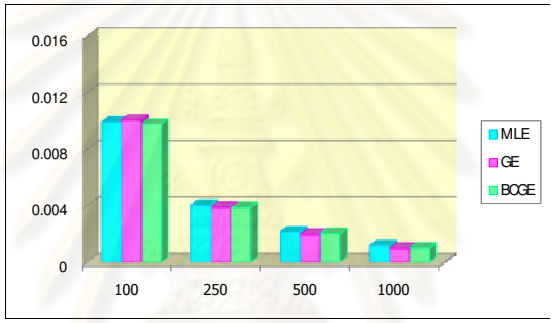
(i) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด



(ii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



(iii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด



จากตาราง 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่า

1.1 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 และ 20 จุด พบว่า วิธี GE และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.2 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด พบว่า วิธี GE และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5, 10 และ 20 จุด

K	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.00269	0.00283	(0.9479)	0.00273	(0.9833)
	250	0.00120	0.00110	(1.0831)	0.00108	(1.1089)
	500	0.00068	0.00056	(1.2258)	0.00055	(1.2403)
	1000	0.00033	0.00027	(1.2126)	0.00027	(1.2075)
10	100	0.00257	0.00358	(0.7169)	0.00383	(0.6695)
	250	0.00115	0.00143	(0.8047)	0.00141	(0.8167)
	500	0.00065	0.00063	(1.0271)	0.00062	(1.0488)
	1000	0.00029	0.00030	(0.9586)	0.00031	(0.9416)
20	100	0.00247	0.00308	(0.8039)	0.00337	(0.7345)
	250	0.00114	0.00164	(0.6958)	0.00178	(0.6404)
	500	0.00063	0.00103	(0.6076)	0.00107	(0.5857)
	1000	0.00028	0.00047	(0.5935)	0.00047	(0.6010)

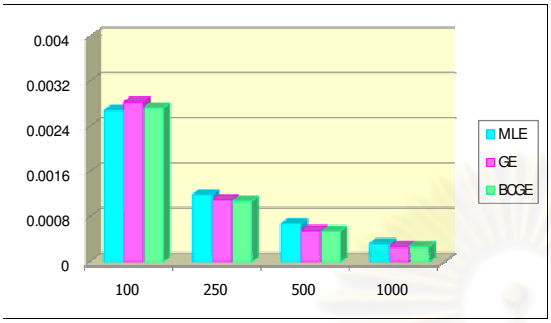
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

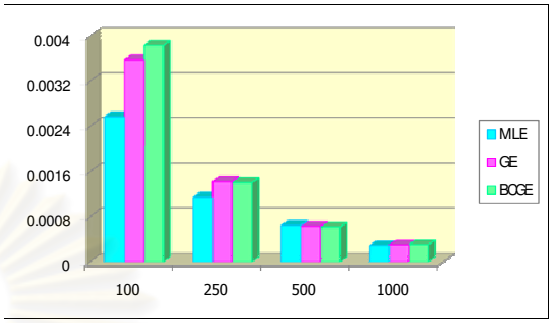
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต (i) 5, (ii) 10 และ (iii) 20 จุด ตามลำดับ

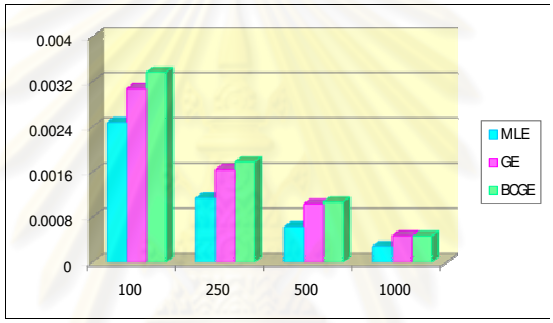
(i) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด



(ii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



(iii) จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด



จากตาราง 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่า

1.1 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด พบว่า วิธี GE และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.2 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด พบว่า โดยทั่วไปวิธี GE และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ตั้งแต่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ลงมา ยกเว้นในบางกรณีเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.3 กรณีจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ข้อสังเกต การแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ มีแนวโน้มลดลง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุลงได้ และเมื่อเพิ่มจำนวนจุดเวลาในการสังเกต จะทำให้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ มีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากลักษณะการแบ่ง

ช่วงของข้อมูล ส่วนพารามิเตอร์ β ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ มีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากรูปร่างของการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่เปลี่ยนไปตามพารามิเตอร์ β

กรณีศึกษาที่ 2 : กำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (censoring rate) เป็น 5%, 10% และ 20% พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะไม่เท่ากันขึ้นกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ เพื่อดูว่าเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์จะอยู่ที่เวลาเท่าใด ซึ่งจะนำเสนอในตารางที่ 4.6 - 4.10 ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu = 5.263$ และ $\sigma = 1$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%, 10% และ 20%

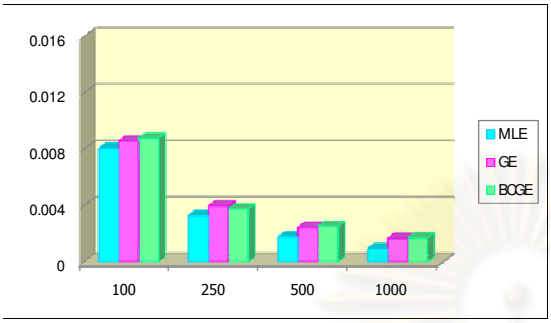
L	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.00807	0.00859	(0.9394)	0.00878	(0.9186)
	250	0.00330	0.00397	(0.8310)	0.00378	(0.8745)
	500	0.00179	0.00247	(0.7228)	0.00254	(0.7043)
	1000	0.00097	0.00168	(0.5759)	0.00171	(0.5642)
10	100	0.00835	0.01064	(0.7852)	0.01032	(0.8095)
	250	0.00346	0.00578	(0.5980)	0.00578	(0.5975)
	500	0.00190	0.00400	(0.4752)	0.00406	(0.4682)
	1000	0.00105	0.00302	(0.3486)	0.00307	(0.3428)
20	100	0.00938	0.01467	(0.6393)	0.01525	(0.6150)
	250	0.00407	0.00871	(0.4671)	0.00883	(0.4608)
	500	0.00222	0.00638	(0.3481)	0.00659	(0.3372)
	1000	0.00122	0.00471	(0.2586)	0.00494	(0.2464)

RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

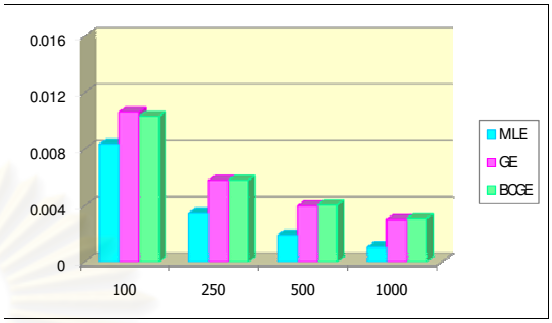
RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (i) 5%, (ii) 10% และ (iii) 20% ตามลำดับ

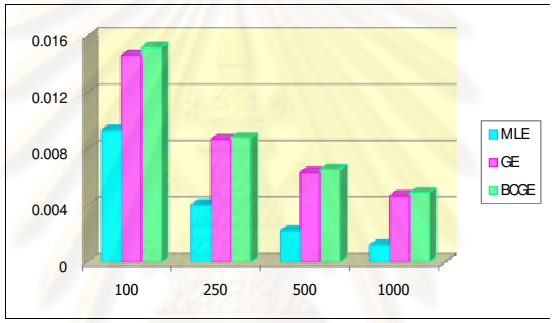
(i) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%



(ii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%



(iii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%



จากตาราง 4.6 และภาพที่ 4.6 พบว่า

ในกรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 5%, 10% และ 20% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu =$ 3.963 และ σ = 1 ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%, 10% และ 20%

L	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.01863	0.02348	(0.7931)	0.02483	(0.7501)
	250	0.00753	0.01244	(0.6052)	0.01253	(0.6009)
	500	0.00387	0.00856	(0.4516)	0.00811	(0.4768)
	1000	0.00204	0.00703	(0.2902)	0.00700	(0.2914)
10	100	0.01896	0.02949	(0.6428)	0.03041	(0.6235)
	250	0.00771	0.01776	(0.4344)	0.01794	(0.4298)
	500	0.00413	0.01354	(0.3053)	0.01302	(0.3173)
	1000	0.00209	0.01076	(0.1943)	0.01060	(0.1973)
20	100	0.02037	0.03816	(0.5339)	0.03861	(0.5277)
	250	0.00858	0.02277	(0.3767)	0.02392	(0.3587)
	500	0.00443	0.01713	(0.2587)	0.01714	(0.2585)
	1000	0.00233	0.01408	(0.1656)	0.01445	(0.1614)

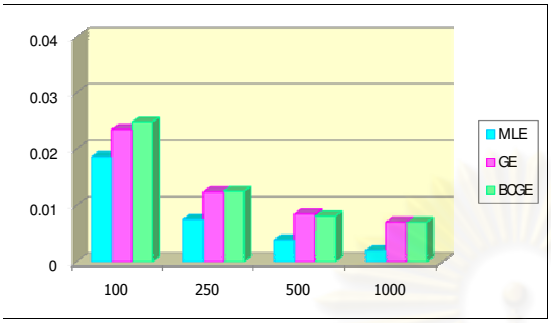
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

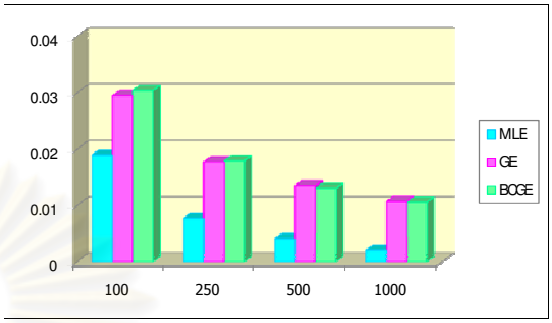
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (i) 5%, (ii) 10% และ (iii) 20% ตามลำดับ

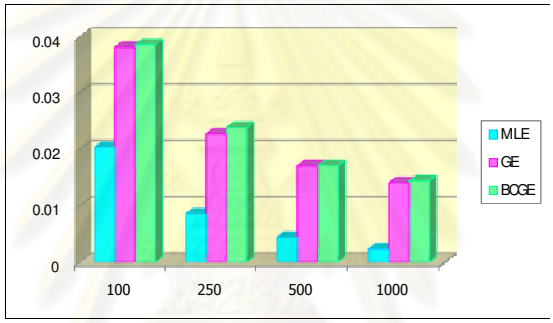
(i) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%



(ii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%



(iii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%



จากตาราง 4.7 และภาพที่ 4.7 พบว่า

ในกรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 5%, 10% และ 20% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$, $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ และ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%, 10% และ 20%

L	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.03560	0.03998	(0.8904)	0.04092	(0.8701)
	250	0.01443	0.01596	(0.9039)	0.01644	(0.8778)
	500	0.00738	0.00816	(0.9039)	0.00831	(0.8875)
	1000	0.00379	0.00433	(0.8765)	0.00421	(0.9005)
10	100	0.03617	0.03920	(0.9227)	0.03963	(0.9128)
	250	0.01526	0.01721	(0.8868)	0.01755	(0.8694)
	500	0.00759	0.00944	(0.8042)	0.00907	(0.8365)
	1000	0.00405	0.00585	(0.6923)	0.00579	(0.6994)
20	100	0.04073	0.04674	(0.8714)	0.04819	(0.8452)
	250	0.01695	0.02230	(0.7602)	0.02280	(0.7435)
	500	0.00889	0.01386	(0.6418)	0.01381	(0.6440)
	1000	0.00483	0.00942	(0.5124)	0.00913	(0.5284)

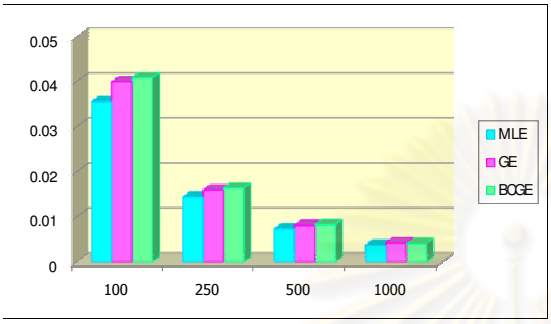
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

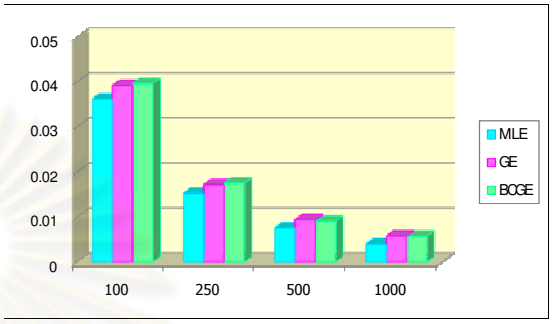
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{MSE}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (i) 5%, (ii) 10% และ (iii) 20% ตามลำดับ

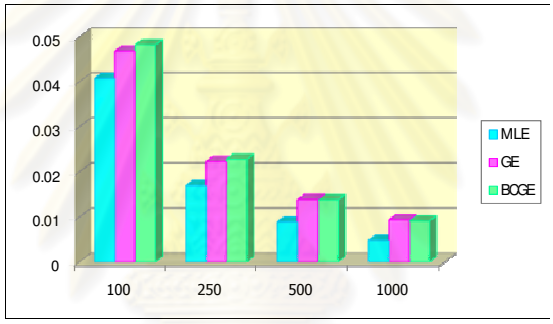
(i) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%



(ii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%



(iii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%



จากตาราง 4.8 และภาพที่ 4.8 พบว่า

ในกรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 5%, 10% และ 20% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 333.808, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%, 10% และ 20%

L	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.00880	0.00965	(0.9123)	0.00972	(0.9051)
	250	0.00378	0.00396	(0.9537)	0.00410	(0.9219)
	500	0.00202	0.00205	(0.9866)	0.00211	(0.9585)
	1000	0.00112	0.00110	(1.0167)	0.00117	(0.9578)
10	100	0.00951	0.01015	(0.9373)	0.01012	(0.9395)
	250	0.00399	0.00435	(0.9180)	0.00448	(0.8924)
	500	0.00211	0.00242	(0.8716)	0.00230	(0.9186)
	1000	0.00118	0.00145	(0.8098)	0.00141	(0.8351)
20	100	0.01037	0.01159	(0.8953)	0.01182	(0.8774)
	250	0.00446	0.00559	(0.7971)	0.00571	(0.7809)
	500	0.00231	0.00335	(0.6900)	0.00335	(0.6883)
	1000	0.00133	0.00228	(0.5814)	0.00214	(0.6195)

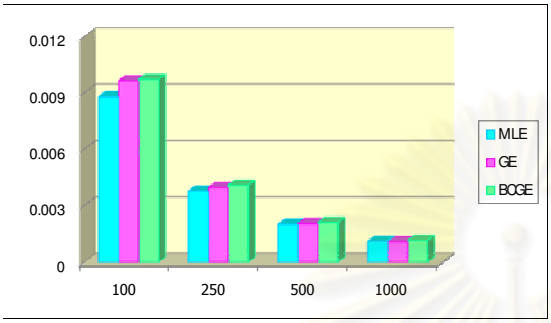
RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

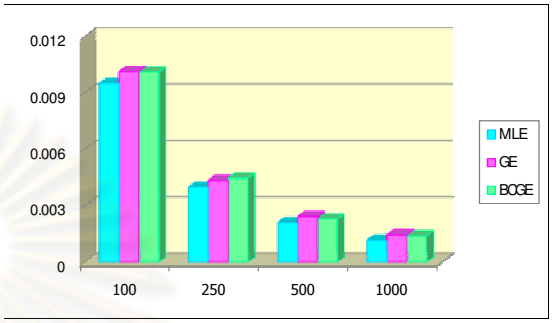
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{MSE}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (i) 5%, (ii) 10% และ (iii) 20% ตามลำดับ

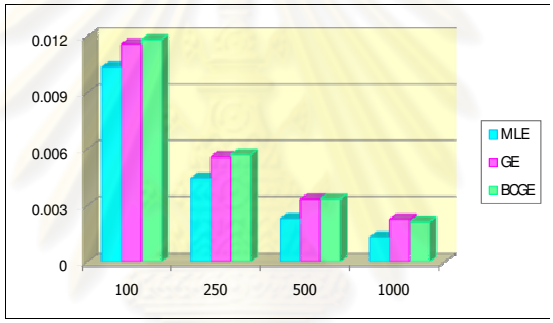
(i) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%



(ii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%



(iii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%



จากตาราง 4.9 และภาพที่ 4.9 พบว่า

1.1 กรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.2 กรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10% และ 20% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{\text{MSE}}$) และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (RE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 577.761, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%, 10% และ 20%

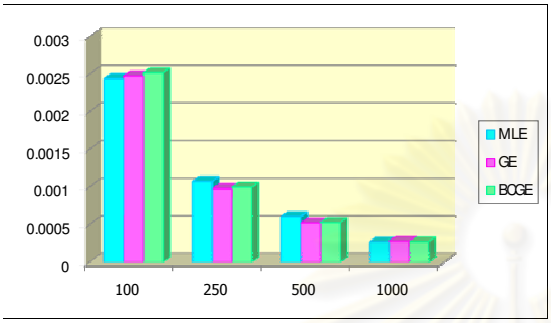
L	N	$\overline{\text{MSE}}$				
		MLE	GE	(RE_{GE})	BCGE	(RE_{BCGE})
5	100	0.00244	0.00247	(0.9863)	0.00252	(0.9684)
	250	0.00107	0.00098	(1.0990)	0.00100	(1.0782)
	500	0.00061	0.00052	(1.1688)	0.00052	(1.1552)
	1000	0.00027	0.00028	(0.9688)	0.00027	(0.9926)
10	100	0.00249	0.00247	(1.0060)	0.00256	(0.9716)
	250	0.00113	0.00109	(1.0421)	0.00109	(1.0355)
	500	0.00063	0.00061	(1.0314)	0.00064	(0.9892)
	1000	0.00030	0.00036	(0.8370)	0.00035	(0.8522)
20	100	0.00279	0.00295	(0.9483)	0.00283	(0.9880)
	250	0.00124	0.00136	(0.9082)	0.00139	(0.8877)
	500	0.00072	0.00086	(0.8351)	0.00090	(0.8024)
	1000	0.00038	0.00058	(0.6488)	0.00056	(0.6770)

RE_{GE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี GE เทียบกับ MLE

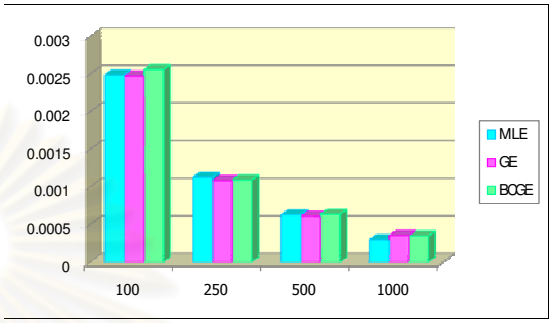
RE_{BCGE} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี BCGE เทียบกับ MLE

ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\overline{MSE}$ ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี ในการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (i) 5%, (ii) 10% และ (iii) 20% ตามลำดับ

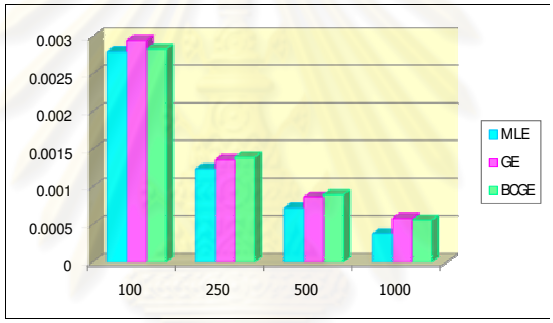
(i) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%



(ii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%



(iii) เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%



จากตาราง 4.10 และภาพที่ 4.10 พบว่า

1.1 กรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5% และ 10% พบว่า โดยทั่วไปวิธี GE และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ตั้งแต่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ลงมา ยกเว้นในบางกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับหรือน้อยกว่า 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.2 กรณีเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20% พบว่า วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งการที่วิธี MLE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธี GE และวิธี BCGE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

ข้อสังเกต การแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า $\overline{MSE}$ มีแนวโน้มลดลง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความเบี่ยงเบนที่ไม่ทราบสาเหตุลงได้ และเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล จะทำให้ค่า $\overline{MSE}$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากลักษณะการแบ่งช่วงของข้อมูล ส่วนพารามิเตอร์ β ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า $\overline{MSE}$ มีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากรูปร่างของการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่เปลี่ยนไปตามพารามิเตอร์ β

สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีการประมาณ

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี

(i) กรณีศึกษาที่ 1 กำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต (observed time) เป็น 5, 10 และ 20 จุด

กรณีศึกษา	การแจกแจง	ค่า $\overline{\text{MSE}}$
กรณีศึกษาที่ 1	ล็อกนอร์มอล	- ส่วนใหญ่วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี BCGE และวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ วิธี BCGE และ วิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า
	ล็อกโลจิสติก	- ส่วนใหญ่วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธี BCGE และวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง
	ไวบูลล์	- กรณี $\beta < 1$ พบว่าถ้าจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE และวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ หรือจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 และ 20 จุด วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าในทุกขนาดตัวอย่าง - กรณี $\beta = 1$ พบว่าส่วนใหญ่วิธี BCGE และวิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 วิธี BCGE และวิธี GE จะมีเพียงตัวใดตัวหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE - กรณี $\beta > 1$ พบว่าถ้าจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี BCGE และวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ วิธี BCGE และวิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด โดยทั่วไปเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 วิธี BCGE และวิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ หรือบางกรณีที่ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 500 วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า และจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าในทุกขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.11 **(ต่อ)**

(ii) กรณีศึกษาที่ 2 กำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (censoring rate) เป็น 5%, 10% และ 20%

กรณีศึกษา	การแจกแจง	ค่า $\overline{\text{MSE}}$
กรณีศึกษาที่ 2	ล็อกนอร์มอล	- วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธี BCGE และวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง
	ล็อกโลจิสติก	- วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธี BCGE และวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง
	ไวบูลล์	- กรณี $\beta < 1$ พบว่าวิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธี BCGE และวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง - กรณี $\beta = 1$ พบว่าส่วนใหญ่วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า วิธี BCGE และวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง - กรณี $\beta > 1$ พบว่าถ้าเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 5% และ 10% โดยทั่วไปเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 วิธี BCGE และวิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี MLE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ หรือบางกรณีที่ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 500 วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลเท่ากับ 20% วิธี MLE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 การศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ

กรณีศึกษาที่ 1 : กำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต (observed time) เป็น 5, 10 และ 20 จุด พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะเท่ากัน เพื่อดูว่ามีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์ในแต่ละช่วงเวลาเท่าใด ซึ่งจะนำเสนอในตารางที่ 4.11 - 4.25 ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

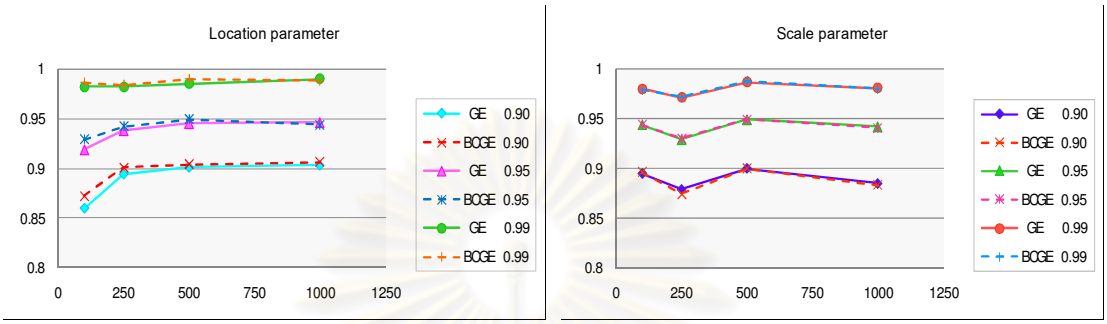
ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu =$ 5.263 และ σ = 1 ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.86	0.872	0.895	0.896
	0.95	0.919	0.929	0.944	0.944
	0.99	0.982	0.986	0.98	0.979
250	0.90	0.894	0.901	0.879	0.874
	0.95	0.938	0.942	0.929	0.93
	0.99	0.982	0.984	0.971	0.972
500	0.90	0.901	0.904	0.9	0.9
	0.95	0.945	0.949	0.949	0.949
	0.99	0.985	0.99	0.987	0.988
1000	0.90	0.903	0.906	0.885	0.883
	0.95	0.946	0.944	0.942	0.941
	0.99	0.99	0.988	0.981	0.98

ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.12 และภาพที่ 4.11 พบว่า

1.1 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 1000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

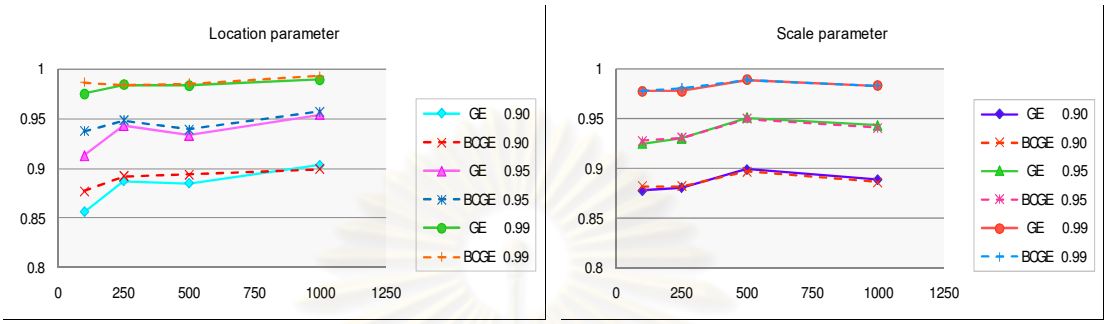
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.856	0.877	0.878	0.882
	0.95	0.913	0.937	0.925	0.928
	0.99	0.975	0.986	0.978	0.978
250	0.90	0.887	0.892	0.881	0.882
	0.95	0.943	0.948	0.93	0.931
	0.99	0.984	0.984	0.978	0.981
500	0.90	0.885	0.894	0.899	0.897
	0.95	0.933	0.939	0.951	0.95
	0.99	0.983	0.985	0.989	0.989
1000	0.90	0.903	0.899	0.889	0.886
	0.95	0.954	0.957	0.943	0.941
	0.99	0.989	0.993	0.983	0.983

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.13 และภาพที่ 4.12 พบว่า

1.1 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

1.2 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

1.3 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100, 500 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

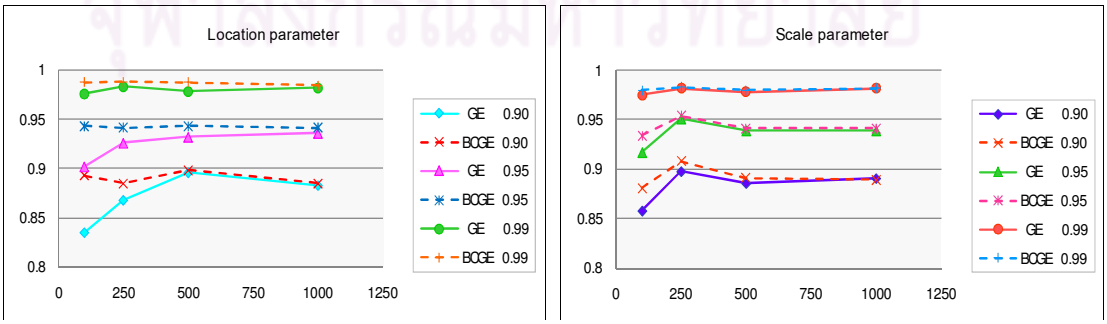
ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.835	0.893	0.858	0.881
	0.95	0.902	0.943	0.917	0.934
	0.99	0.976	0.987	0.975	0.98
250	0.90	0.868	0.885	0.898	0.908
	0.95	0.926	0.941	0.951	0.954
	0.99	0.983	0.988	0.982	0.983
500	0.90	0.896	0.898	0.886	0.891
	0.95	0.932	0.943	0.939	0.941
	0.99	0.978	0.987	0.978	0.98
1000	0.90	0.883	0.885	0.891	0.889
	0.95	0.936	0.941	0.939	0.941
	0.99	0.982	0.984	0.982	0.982

ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.14 และภาพที่ 4.13 พบว่า

1.1 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.2 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu = 3.963$ และ $\sigma = 1$ ได้ผลการทดลองดังนี้

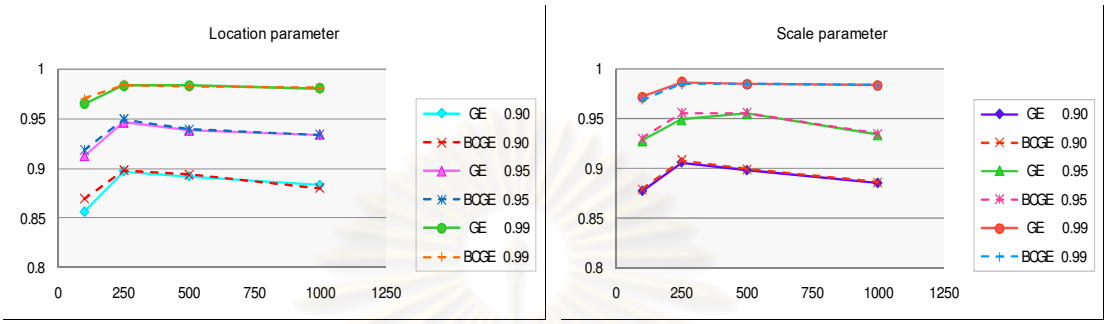
ตารางที่ 4.15 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.856	0.869	0.877	0.879
	0.95	0.912	0.918	0.928	0.93
	0.99	0.965	0.97	0.972	0.969
250	0.90	0.897	0.898	0.906	0.908
	0.95	0.946	0.949	0.949	0.956
	0.99	0.983	0.984	0.987	0.985
500	0.90	0.892	0.894	0.898	0.899
	0.95	0.938	0.939	0.955	0.956
	0.99	0.983	0.982	0.985	0.985
1000	0.90	0.883	0.88	0.885	0.886
	0.95	0.934	0.934	0.934	0.935
	0.99	0.98	0.981	0.984	0.984

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.15 และภาพที่ 4.14 พบว่า

1.1 กรณีระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

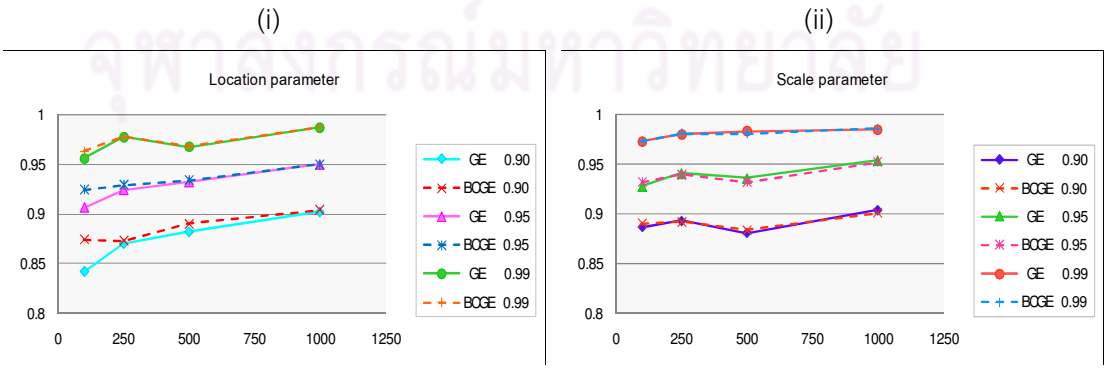
ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพเท่ากับวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.842	0.874	0.887	0.89
	0.95	0.906	0.924	0.928	0.932
	0.99	0.956	0.963	0.973	0.973
250	0.90	0.87	0.873	0.893	0.892
	0.95	0.924	0.929	0.941	0.94
	0.99	0.977	0.977	0.98	0.981
500	0.90	0.882	0.89	0.881	0.884
	0.95	0.932	0.934	0.936	0.932
	0.99	0.967	0.968	0.983	0.981
1000	0.90	0.902	0.904	0.904	0.901
	0.95	0.95	0.95	0.954	0.952
	0.99	0.987	0.987	0.985	0.986

ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด



จากตาราง 4.16 และภาพที่ 4.15 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี BCGE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

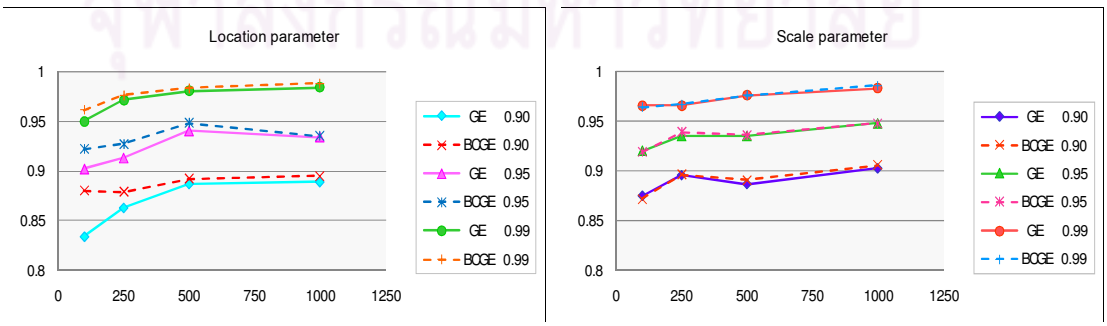
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.834	0.88	0.875	0.872
	0.95	0.902	0.922	0.92	0.919
	0.99	0.95	0.961	0.966	0.964
250	0.90	0.863	0.879	0.896	0.896
	0.95	0.913	0.927	0.935	0.939
	0.99	0.971	0.976	0.966	0.967
500	0.90	0.887	0.892	0.887	0.891
	0.95	0.94	0.948	0.935	0.936
	0.99	0.98	0.983	0.976	0.976
1000	0.90	0.889	0.895	0.903	0.906
	0.95	0.934	0.935	0.948	0.948
	0.99	0.984	0.988	0.983	0.986

ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.17 และภาพที่ 4.16 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$, $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ และ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ได้ผลการทดลองดังนี้

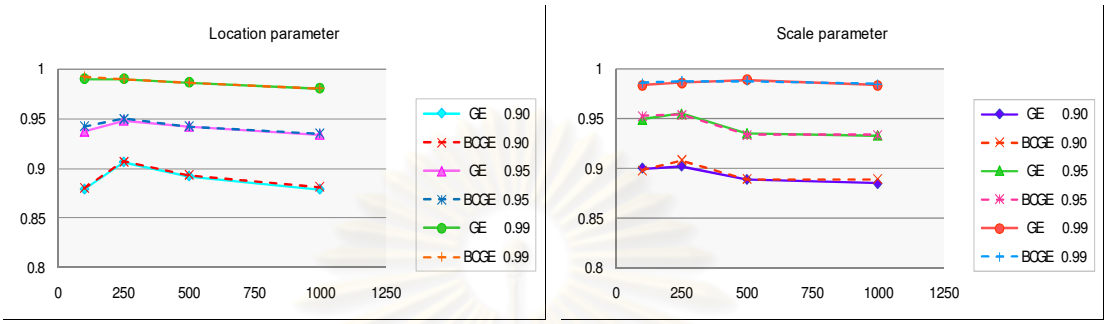
ตารางที่ 4.18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.879	0.88	0.9	0.898
	0.95	0.937	0.942	0.949	0.953
	0.99	0.99	0.992	0.984	0.986
250	0.90	0.906	0.907	0.902	0.908
	0.95	0.948	0.95	0.955	0.954
	0.99	0.99	0.99	0.986	0.988
500	0.90	0.892	0.893	0.889	0.889
	0.95	0.942	0.942	0.935	0.934
	0.99	0.986	0.986	0.989	0.988
1000	0.90	0.879	0.881	0.885	0.889
	0.95	0.934	0.935	0.933	0.934
	0.99	0.98	0.98	0.984	0.985

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.18 และภาพที่ 4.17 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

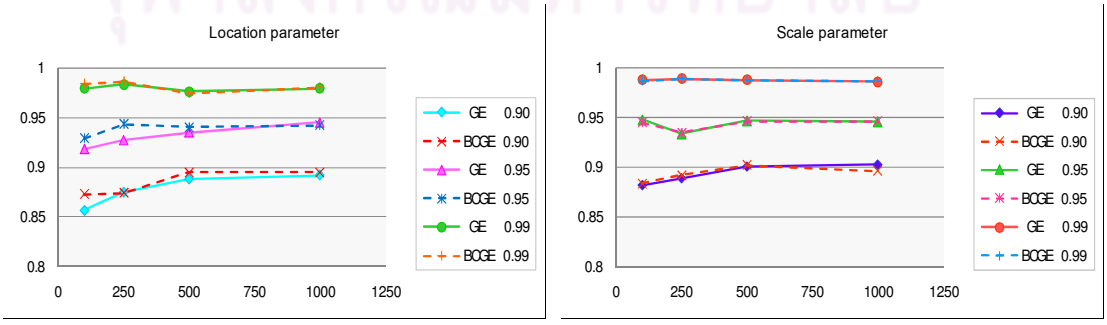
ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.857	0.873	0.882	0.884
	0.95	0.918	0.929	0.948	0.945
	0.99	0.979	0.984	0.988	0.987
250	0.90	0.875	0.874	0.889	0.892
	0.95	0.927	0.943	0.934	0.935
	0.99	0.983	0.986	0.989	0.989
500	0.90	0.888	0.895	0.901	0.902
	0.95	0.935	0.94	0.947	0.946
	0.99	0.976	0.974	0.988	0.988
1000	0.90	0.892	0.895	0.903	0.896
	0.95	0.945	0.942	0.946	0.946
	0.99	0.979	0.98	0.986	0.987

ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.19 และภาพที่ 4.18 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

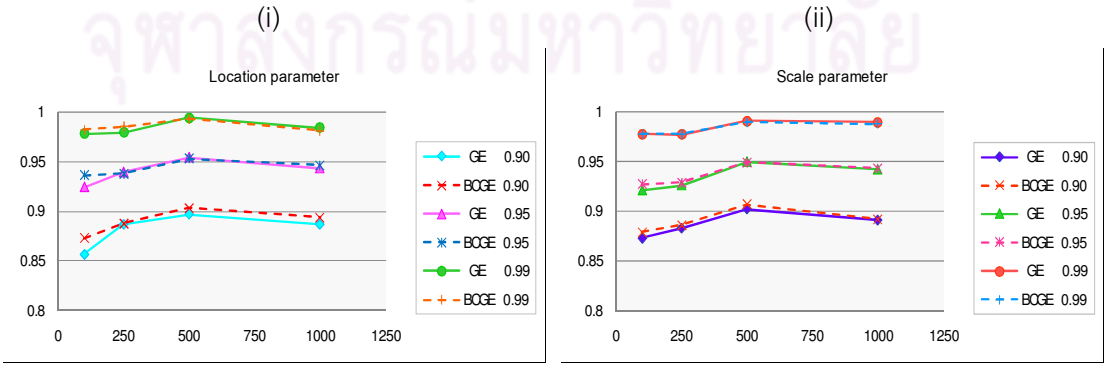
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.857	0.873	0.873	0.879
	0.95	0.924	0.936	0.921	0.927
	0.99	0.978	0.982	0.978	0.978
250	0.90	0.887	0.888	0.883	0.886
	0.95	0.939	0.938	0.926	0.929
	0.99	0.979	0.985	0.977	0.978
500	0.90	0.897	0.903	0.902	0.907
	0.95	0.954	0.953	0.95	0.949
	0.99	0.994	0.993	0.991	0.99
1000	0.90	0.887	0.894	0.891	0.892
	0.95	0.943	0.946	0.942	0.943
	0.99	0.984	0.981	0.99	0.988

ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.20 และภาพที่ 4.19 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

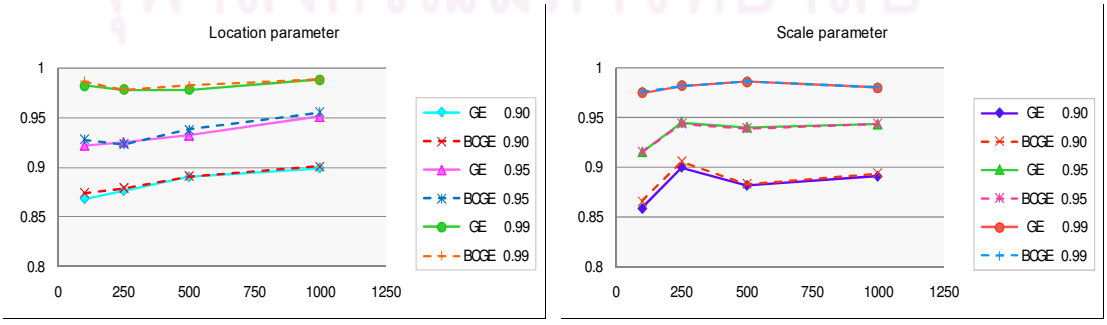
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.868	0.874	0.859	0.866
	0.95	0.922	0.928	0.915	0.915
	0.99	0.982	0.986	0.975	0.976
250	0.90	0.876	0.879	0.9	0.906
	0.95	0.925	0.923	0.945	0.944
	0.99	0.978	0.978	0.982	0.982
500	0.90	0.89	0.891	0.882	0.883
	0.95	0.932	0.938	0.94	0.939
	0.99	0.978	0.982	0.986	0.987
1000	0.90	0.899	0.901	0.891	0.894
	0.95	0.951	0.955	0.943	0944
	0.99	0.988	0.988	0.98	0.981

ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 333.808, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.21 และภาพที่ 4.20 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

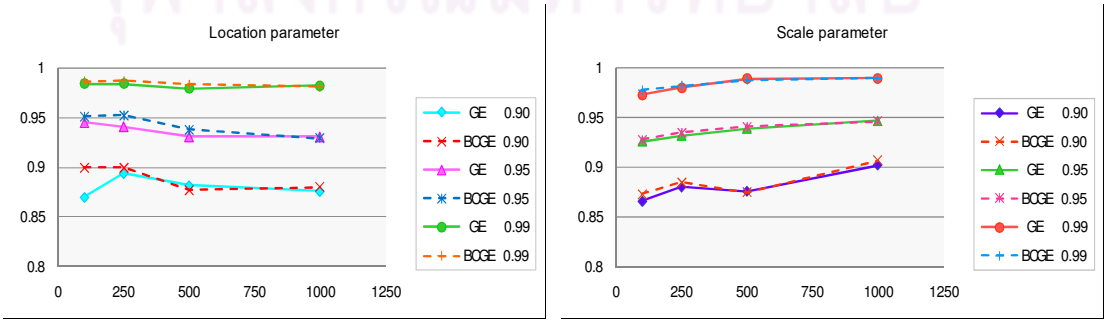
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.87	0.9	0.866	0.873
	0.95	0.945	0.951	0.926	0.928
	0.99	0.984	0.986	0.973	0.978
250	0.90	0.894	0.9	0.88	0.885
	0.95	0.941	0.952	0.932	0.935
	0.99	0.984	0.987	0.98	0.982
500	0.90	0.882	0.877	0.876	0.875
	0.95	0.931	0.938	0.939	0.941
	0.99	0.979	0.983	0.989	0.988
1000	0.90	0.876	0.88	0.902	0.907
	0.95	0.931	0.929	0.947	0.946
	0.99	0.982	0.981	0.99	0.99

ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 333.808, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.22 และภาพที่ 4.21 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

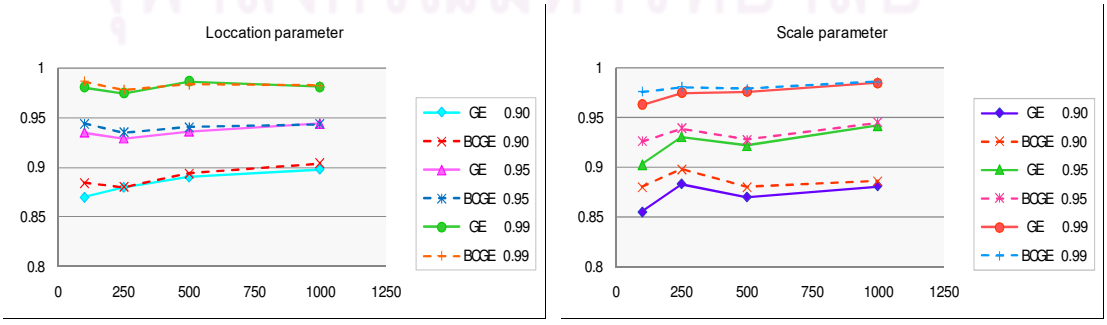
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.87	0.884	0.855	0.88
	0.95	0.935	0.944	0.903	0.926
	0.99	0.98	0.986	0.963	0.976
250	0.90	0.88	0.88	0.883	0.898
	0.95	0.929	0.935	0.931	0.939
	0.99	0.974	0.978	0.975	0.981
500	0.90	0.89	0.894	0.87	0.88
	0.95	0.936	0.94	0.922	0.928
	0.99	0.986	0.983	0.976	0.979
1000	0.90	0.898	0.904	0.881	0.886
	0.95	0.944	0.943	0.942	0.945
	0.99	0.981	0.982	0.985	0.986

ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 333.808, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.23 และภาพที่ 4.22 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

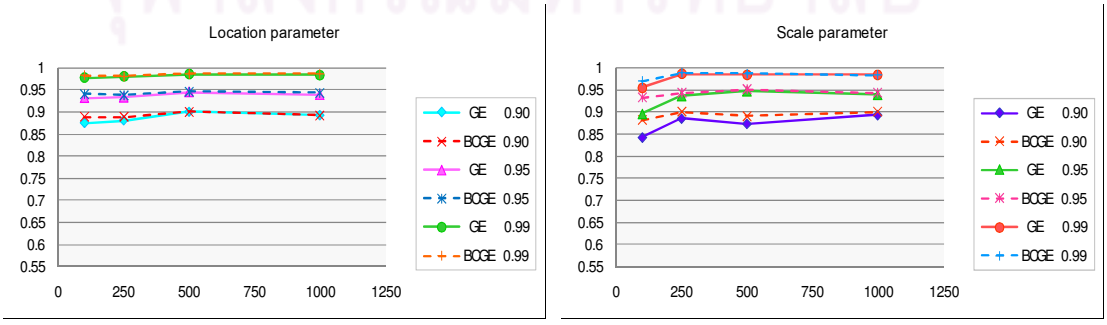
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.24 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.875	0.889	0.843	0.882
	0.95	0.932	0.941	0.896	0.933
	0.99	0.977	0.983	0.956	0.97
250	0.90	0.881	0.889	0.886	0.9
	0.95	0.933	0.938	0.937	0.943
	0.99	0.98	0.981	0.986	0.989
500	0.90	0.901	0.9	0.874	0.891
	0.95	0.945	0.946	0.948	0.951
	0.99	0.985	0.986	0.985	0.987
1000	0.90	0.893	0.893	0.894	0.901
	0.95	0.939	0.944	0.94	0.944
	0.99	0.984	0.987	0.985	0.984

ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 577.761, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 5 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.24 และภาพที่ 4.23 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

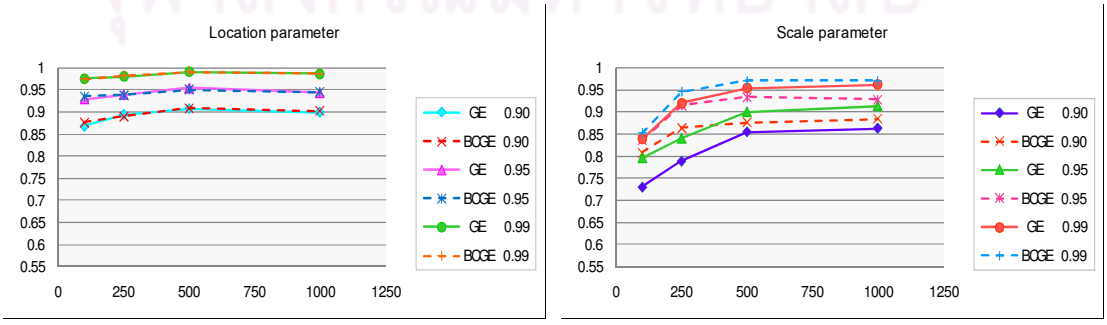
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.868	0.877	0.731	0.808
	0.95	0.929	0.935	0.796	0.836
	0.99	0.975	0.974	0.839	0.852
250	0.90	0.894	0.89	0.789	0.864
	0.95	0.939	0.938	0.84	0.915
	0.99	0.98	0.983	0.92	0.946
500	0.90	0.907	0.909	0.855	0.876
	0.95	0.954	0.95	0.9	0.934
	0.99	0.99	0.99	0.954	0.971
1000	0.90	0.899	0.902	0.863	0.884
	0.95	0.943	0.945	0.914	0.929
	0.99	0.986	0.987	0.962	0.971

ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 577.761, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 10 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.25 และภาพที่ 4.24 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

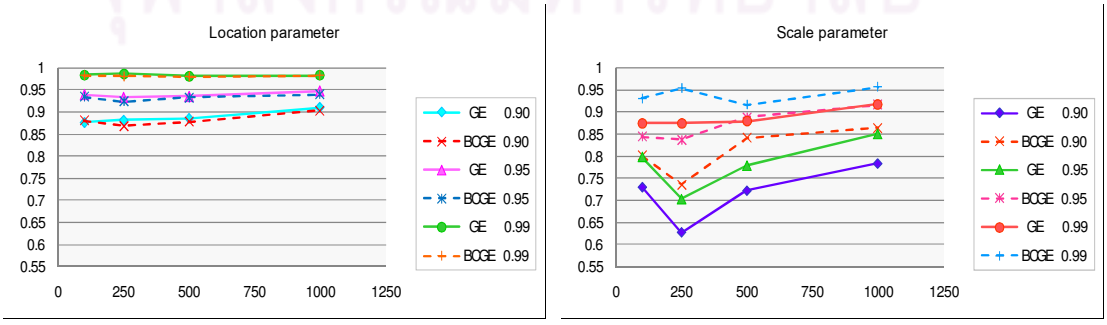
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.877	0.88	0.73	0.801
	0.95	0.939	0.934	0.799	0.844
	0.99	0.984	0.983	0.875	0.931
250	0.90	0.882	0.868	0.627	0.736
	0.95	0.933	0.923	0.703	0.838
	0.99	0.986	0981	0.875	0.954
500	0.90	0.886	0.878	0.722	0.842
	0.95	0.935	0.933	0.779	0.889
	0.99	0.981	0.98	0.879	0.916
1000	0.90	0.91	0.903	0.784	0.864
	0.95	0.947	0.94	0.851	0.916
	0.99	0.983	0.982	0.918	0.957

ภาพที่ 4.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 577.761, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้จำนวนจุดเวลาในการสังเกต 20 จุด

(i) (ii)



จากตาราง 4.26 และภาพที่ 4.25 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี GE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี BCGE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีศึกษาที่ 2 : กำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (censoring rate) เป็น 5%, 10% และ 20% พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะไม่เท่ากันขึ้นกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ เพื่อดูว่าเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์จะอยู่ที่เวลาเท่าใด ซึ่งจะนำเสนอในตารางที่ 4.26 - 4.40 ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

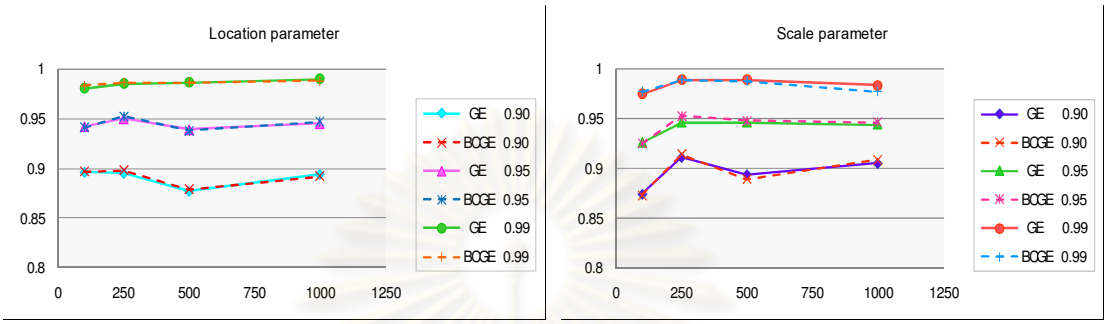
ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu = 5.263$ และ $\sigma = 1$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.896	0.897	0.874	0.873
	0.95	0.942	0.941	0.926	0.925
	0.99	0.98	0.983	0.975	0.977
250	0.90	0.895	0.898	0.911	0.914
	0.95	0.95	0.952	0.946	0.953
	0.99	0.985	0.986	0.989	0.989
500	0.90	0.877	0.879	0.894	0.889
	0.95	0.939	0.938	0.946	0.948
	0.99	0.986	0.986	0.989	0.988
1000	0.90	0.894	0.892	0.905	0.909
	0.95	0.945	0.947	0.944	0.946
	0.99	0.99	0.988	0.984	0.977

ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

(i) (ii)



จากตาราง 4.27 และภาพที่ 4.26 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 500

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

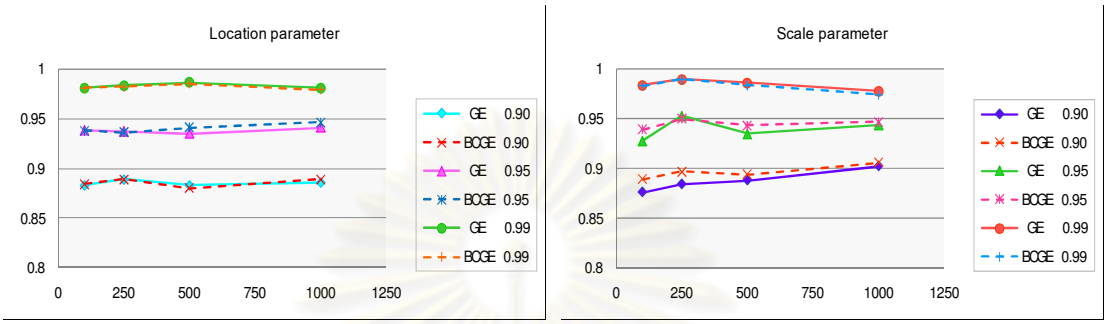
ตารางที่ 4.28 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.883	0.884	0.876	0.889
	0.95	0.938	0.938	0.928	0.939
	0.99	0.981	0.981	0.984	0.983
250	0.90	0.889	0.889	0.884	0.897
	0.95	0.937	0.936	0.953	0.95
	0.99	0.983	0.982	0.99	0.99
500	0.90	0.883	0.88	0.888	0.894
	0.95	0.935	0.941	0.935	0.943
	0.99	0.986	0.985	0.986	0.984
1000	0.90	0.886	0.889	0.902	0.906
	0.95	0.941	0.946	0.944	0.947
	0.99	0.981	0.979	0.978	0.974

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

(i) (ii)



จากตาราง 4.28 และภาพที่ 4.27 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพเท่ากับวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพเท่ากับวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100, 500 และ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

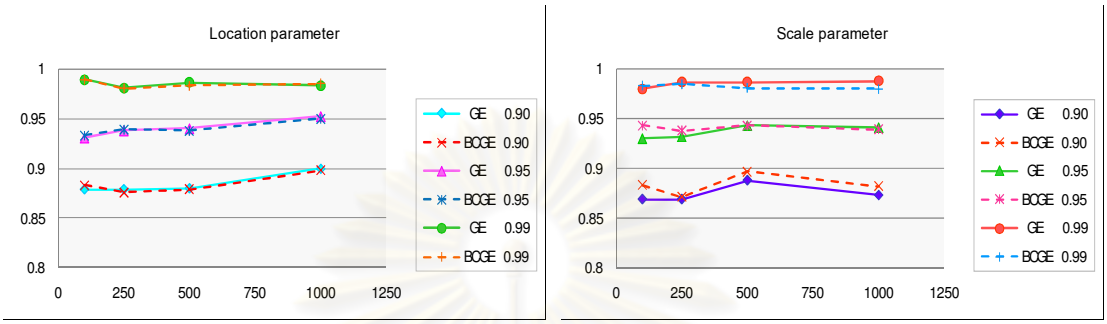
ตารางที่ 4.29 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.879	0.883	0.869	0.883
	0.95	0.931	0.933	0.93	0.943
	0.99	0.989	0.989	0.98	0.983
250	0.90	0.879	0.876	0.869	0.871
	0.95	0.938	0.939	0.932	0.938
	0.99	0.981	0.98	0.987	0.985
500	0.90	0.88	0.879	0.888	0.897
	0.95	0.94	0.938	0.943	0.943
	0.99	0.986	0.983	0.987	0.981
1000	0.90	0.9	0.898	0.873	0.882
	0.95	0.952	0.95	0.941	0.939
	0.99	0.983	0.985	0.988	0.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.28 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

(i) (ii)



จากตาราง 4.29 และภาพที่ 4.28 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

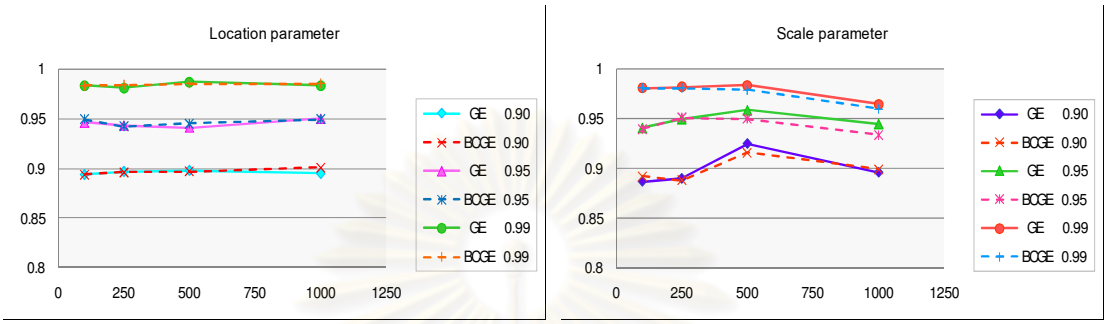
ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $\mu = 3.963$ และ $\sigma = 1$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.894	0.894	0.887	0.892
	0.95	0.946	0.949	0.941	0.94
	0.99	0.983	0.983	0.981	0.981
250	0.90	0.897	0.896	0.89	0.888
	0.95	0.943	0.942	0.95	0.951
	0.99	0.981	0.984	0.982	0.981
500	0.90	0.898	0.897	0.925	0.916
	0.95	0.941	0.945	0.959	0.95
	0.99	0.987	0.985	0.984	0.979
1000	0.90	0.895	0.901	0.896	0.899
	0.95	0.95	0.949	0.945	0.934
	0.99	0.983	0.985	0.965	0.96

ภาพที่ 4.29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

(i) (ii)



จากตาราง 4.30 และภาพที่ 4.29 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100, 500 และ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพเท่ากับวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

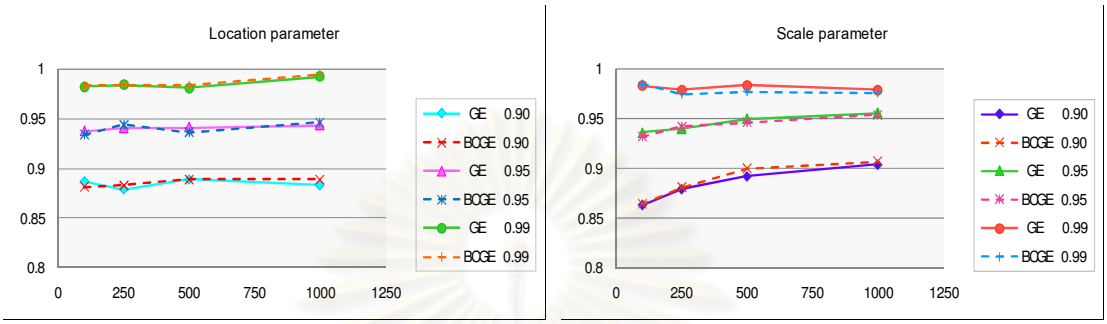
ตารางที่ 4.31 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.887	0.881	0.863	0.864
	0.95	0.937	0.934	0.936	0.932
	0.99	0.982	0.983	0.983	0.985
250	0.90	0.879	0.883	0.879	0.881
	0.95	0.94	0.944	0.94	0.942
	0.99	0.984	0.984	0.979	0.975
500	0.90	0.889	0.889	0.892	0.9
	0.95	0.941	0.936	0.95	0.946
	0.99	0.981	0.983	0.984	0.977
1000	0.90	0.883	0.889	0.904	0.907
	0.95	0.943	0.946	0.956	0.954
	0.99	0.992	0.994	0.979	0.976

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.30 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

(i) (ii)



จากตาราง 4.31 และภาพที่ 4.30 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100, 500 และ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

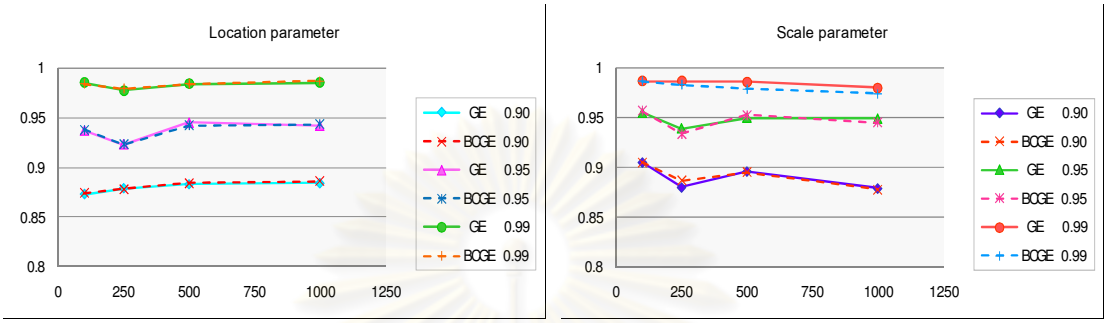
ตารางที่ 4.32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter (μ)		Scale parameter (σ)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.873	0.874	0.905	0.905
	0.95	0.937	0.983	0.955	0.957
	0.99	0.985	0.984	0.987	0.987
250	0.90	0.879	0.878	0.88	0.887
	0.95	0.923	0.923	0.939	0.934
	0.99	0.977	0.979	0.987	0.983
500	0.90	0.883	0.884	0.896	0.895
	0.95	0.945	0.942	0.95	0.953
	0.99	0.984	0.984	0.986	0.979
1000	0.90	0.884	0.886	0.879	0.878
	0.95	0.942	0.943	0.949	0.945
	0.99	0.985	0.987	0.98	0.974

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

(i) (ii)



จากตาราง 4.32 และภาพที่ 4.31 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพเท่ากับวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250, 500 และ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

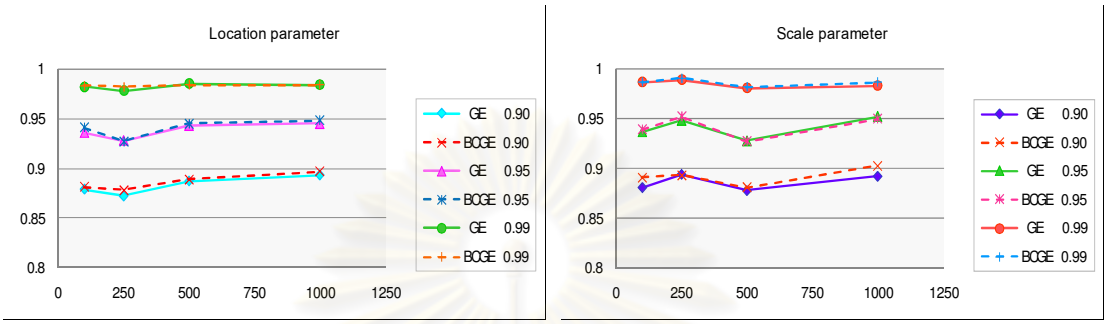
ในการวิจัยนี้ จะศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$, $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ และ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.879	0.881	0.881	0.891
	0.95	0.936	0.941	0.937	0.939
	0.99	0.982	0.983	0.987	0.987
250	0.90	0.872	0.878	0.894	0.893
	0.95	0.928	0.927	0.948	0.952
	0.99	0.978	0.982	0.989	0.991
500	0.90	0.887	0.889	0.878	0.881
	0.95	0.943	0.945	0.928	0.927
	0.99	0.985	0.984	0.981	0.982
1000	0.90	0..893	0.897	0.892	0.903
	0.95	0.945	0.948	0.952	0.95
	0.99	0.984	0.984	0.983	0.987

ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 111.428$, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

(i) (ii)



จากตาราง 4.33 และภาพที่ 4.32 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

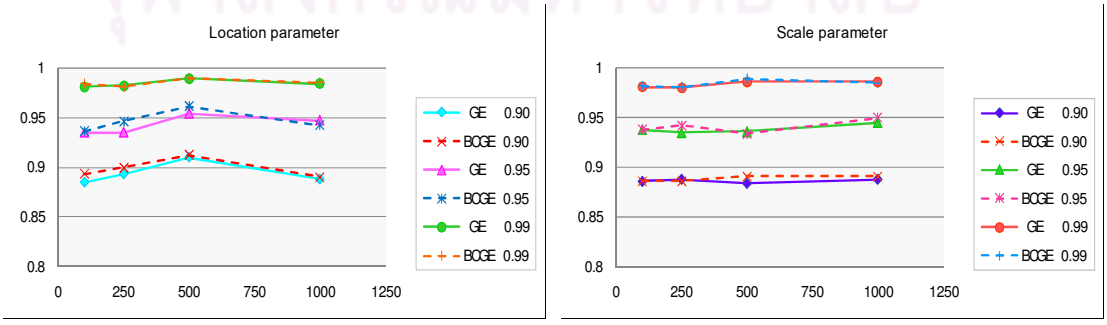
ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.885	0.893	0.886	0.886
	0.95	0.935	0.936	0.938	0.938
	0.99	0.981	0.984	0.981	0.982
250	0.90	0.893	0.9	0.888	0.886
	0.95	0.935	0.946	0.935	0.942
	0.99	0.982	0.981	0.98	0.981
500	0.90	0.91	0.912	0.884	0.891
	0.95	0.954	0.961	0.936	0.934
	0.99	0.989	0.99	0.986	0.989
1000	0.90	0.888	0.89	0.888	0.891
	0.95	0.947	0.942	0.945	0.95
	0.99	0.984	0.985	0.986	0.985

ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

(i) (ii)



จากตาราง 4.34 และภาพที่ 4.33 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

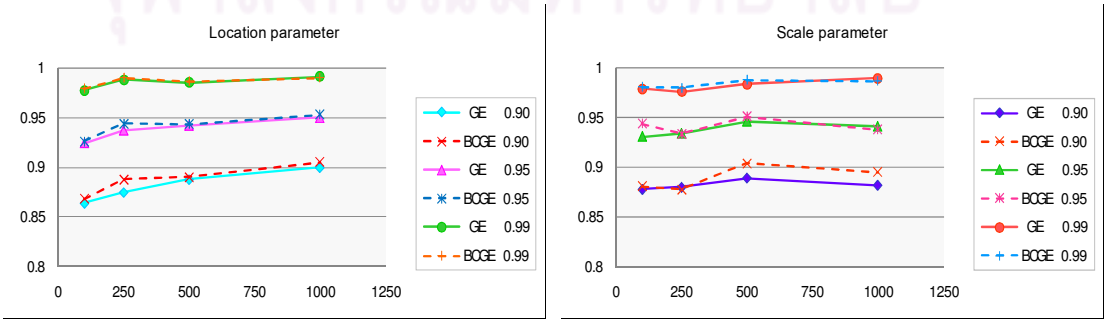
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.864	0.868	0.878	0.881
	0.95	0.924	0.926	0.931	0.944
	0.99	0.977	0.979	0.979	0.981
250	0.90	0.875	0.888	0.88	0.878
	0.95	0.937	0.944	0.934	0.934
	0.99	0.988	0.99	0.976	0.98
500	0.90	0.888	0.89	0.889	0.904
	0.95	0.942	0.943	0.946	0.951
	0.99	0.985	0.986	0.984	0.988
1000	0.90	0.9	0.905	0.882	0.895
	0.95	0.95	0.953	0.941	0.938
	0.99	0.991	0.99	0.99	0.987

ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta =$ 111.428, $\beta = 0.5$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

(i) (ii)



จากตาราง 4.35 และภาพที่ 4.34 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

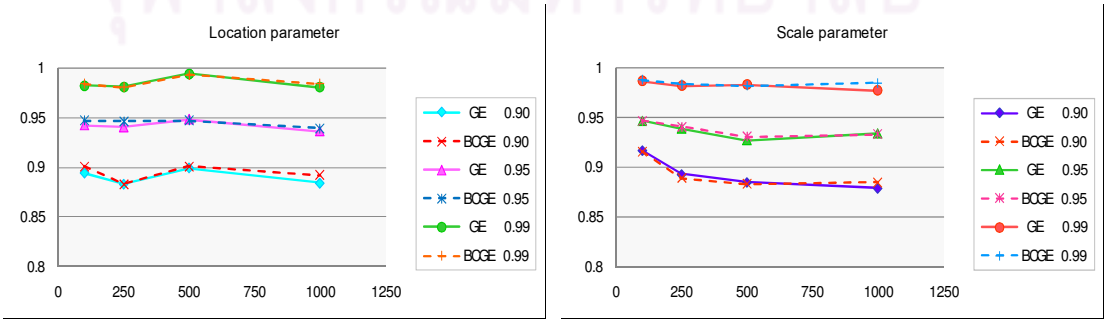
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.894	0.901	0.917	0.916
	0.95	0.942	0.947	0.947	0.947
	0.99	0.982	0.984	0.987	0.988
250	0.90	0.883	0.883	0.893	0.889
	0.95	0.94	0.946	0.939	0.941
	0.99	0.981	0.98	0.982	0.984
500	0.90	0.899	0.901	0.885	0.883
	0.95	0.948	0.947	0.927	0.931
	0.99	0.994	0.993	0.983	0.982
1000	0.90	0.884	0.892	0.879	0.885
	0.95	0..936	0.939	0.934	0.933
	0.99	0.98	0.984	0.977	0.985

ภาพที่ 4.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

(i) (ii)



จากตาราง 4.36 และภาพที่ 4.35 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100, 250 และ 500

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และ 500

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

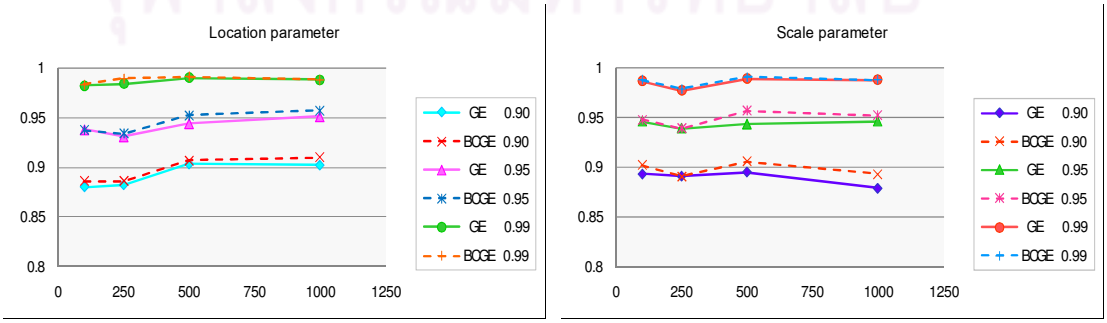
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.88	0.886	0.893	0.902
	0.95	0.938	0.937	0.946	0.948
	0.99	0.982	0.983	0.987	0.988
250	0.90	0.882	0.886	0.891	0.891
	0.95	0.931	0.934	0.939	0.939
	0.99	0.984	0.989	0.977	0.979
500	0.90	0.903	0.907	0.895	0.906
	0.95	0.944	0.952	0.943	0.957
	0.99	0.99	0.991	0.989	0.991
1000	0.90	0.902	0.91	0.879	0.893
	0.95	0.951	0.957	0.946	0.952
	0.99	0.988	0.988	0.988	0.988

ภาพที่ 4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

(i) (ii)



จากตาราง 4.37 และภาพที่ 4.36 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

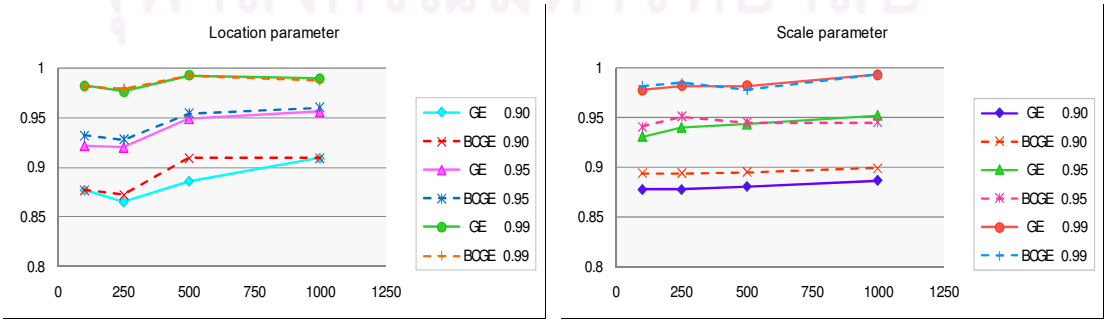
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.877	0.877	0.878	0.894
	0.95	0.922	0.932	0.931	0.941
	0.99	0.982	0.981	0.978	0.982
250	0.90	0.865	0.872	0.878	0.894
	0.95	0.92	0.928	0.94	0.951
	0.99	0.976	0.979	0.982	0.985
500	0.90	0.886	0.909	0.881	0.895
	0.95	0.949	0.954	0.943	0.945
	0.99	0.992	0.992	0.982	0.978
1000	0.90	0.909	0.909	0.887	0.899
	0.95	0.956	0.96	0.952	0.945
	0.99	0.989	0.987	0.993	0.994

ภาพที่ 4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 333.808$, $\beta = 1$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

(i) (ii)



จากตาราง 4.38 และภาพที่ 4.37 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 1000 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

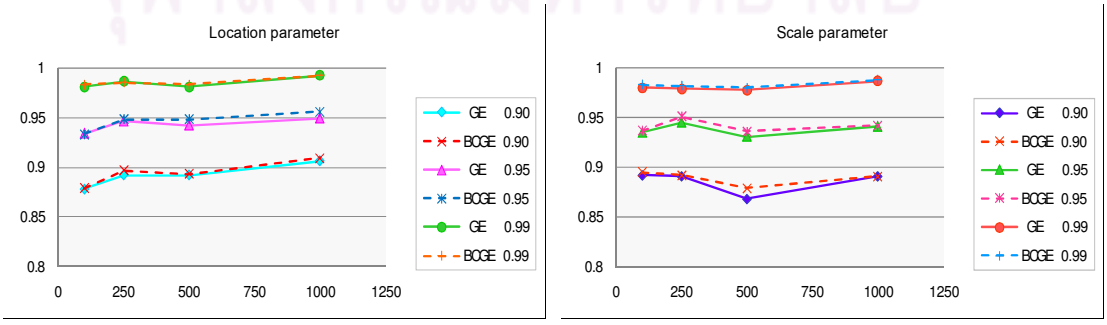
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.878	0.879	0.892	0.895
	0.95	0.934	0.933	0.935	0.937
	0.99	0.981	0.983	0.98	0.983
250	0.90	0.892	0.897	0.891	0.892
	0.95	0.946	0.948	0.945	0.951
	0.99	0.986	0.985	0.979	0.982
500	0.90	0.892	0.893	0.868	0.879
	0.95	0.942	0.948	0.931	0.936
	0.99	0.981	0.983	0.978	0.98
1000	0.90	0.906	0.909	0.891	0.891
	0.95	0.949	0.956	0.941	0.942
	0.99	0.992	0.992	0.987	0.988

ภาพที่ 4.38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 5%

(i) (ii)



จากตาราง 4.39 และภาพที่ 4.38 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

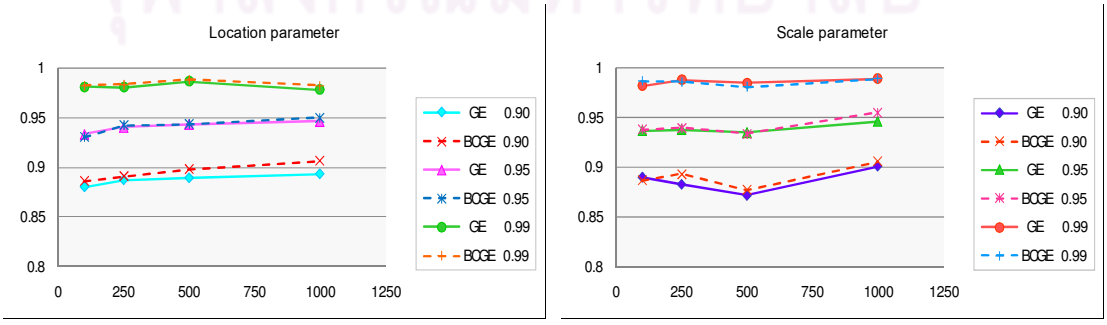
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.40 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.88	0.886	0.89	0.887
	0.95	0.933	0.93	0.937	0.938
	0.99	0.981	0.982	0.982	0.987
250	0.90	0.887	0.891	0.883	0.893
	0.95	0.94	0.942	0.938	0.94
	0.99	0.98	0.983	0.988	0.986
500	0.90	0.889	0.898	0.872	0.877
	0.95	0.943	0.943	0.935	0.934
	0.99	0.986	0.988	0.985	0.981
1000	0.90	0.893	0.906	0.901	0.906
	0.95	0.946	0.95	0.946	0.955
	0.99	0.978	0.982	0.989	0.989

ภาพที่ 4.39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 10%

(i) (ii)



จากตาราง 4.40 และภาพที่ 4.39 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

ส่วน Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 250และ 500 และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE อาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

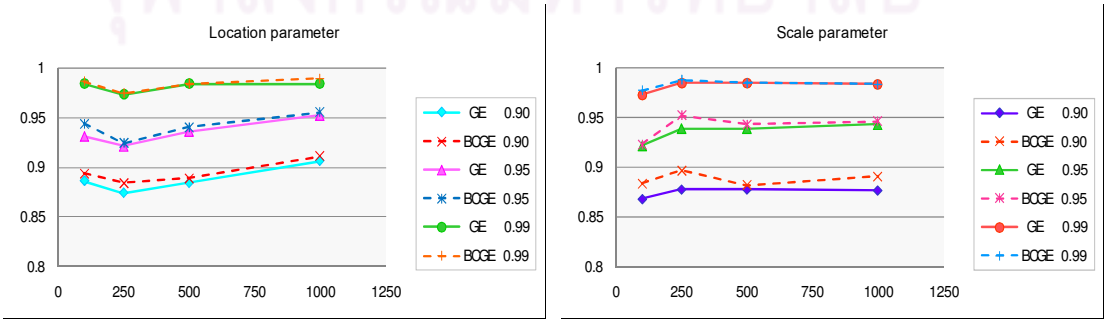
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ตามลำดับ เมื่อกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient cens=20			
		Location parameter ($\log(\eta)$)		Scale parameter ($\frac{1}{\beta}$)	
		GE	BCGE	GE	BCGE
100	0.90	0.886	0.894	0.868	0.884
	0.95	0.931	0.944	0.922	0.923
	0.99	0.984	0.986	0.973	0.977
250	0.90	0.874	0.884	0.878	0.897
	0.95	0.921	0.924	0.939	0.952
	0.99	0.973	0.974	0.985	0.988
500	0.90	0.884	0.889	0.878	0.882
	0.95	0.936	0.94	0.939	0.943
	0.99	0.984	0.984	0.985	0.985
1000	0.90	0.906	0.911	0.877	0.891
	0.95	0.952	0.955	0.943	0.946
	0.99	0.984	0.989	0.984	0.984

ภาพที่ 4.40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ (GE) กับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ เมื่อ $\eta = 577.761$, $\beta = 2$ ที่ขนาดตัวอย่าง 100, 250, 500 และ 1000 ภายใต้เปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล 20%

(i) (ii)



จากตาราง 4.41 และภาพที่ 4.40 พบว่า

1.1 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.90

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.2 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter และ Scale parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ในทุกขนาดตัวอย่าง

1.3 กรณีที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับ Location parameter พบว่า วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ส่วน Scale parameter พบว่า ส่วนใหญ่วิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 ทั้ง 2 วิธีจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน

ซึ่งกรณีที่ทั้ง 2 วิธีมีประสิทธิภาพเท่ากันอาจเกิดจากการที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

สรุปผลการศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ

จากการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงโดยกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตและเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล โดยการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล, ล็อกโลจิสติก และไวบูลล์ พบว่าส่วนใหญ่เมื่อระดับนัยสำคัญสูงขึ้น Location parameter และ Scale parameter จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี BCGE จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี GE แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี BCGE มีประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือเท่ากับวิธี GE เนื่องจากขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับจำนวนจุดเวลาในการสังเกตหรือเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล

ข้อสังเกต ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นจะไม่ทำให้ความแปรปรวนลดลงทุกครั้งของการเพิ่มขนาดตัวอย่าง ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของ Location parameter และ Scale parameter ไม่เพิ่มขึ้นในทุกครั้งของการเพิ่มขนาดตัวอย่างด้วย ทั้งนี้อาจเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยที่มาจากลักษณะของการแจกแจง, ความสัมพันธ์ของ Location parameter และ

Scale parameter และลักษณะการเซ็นเซอร์ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้จะมีผลกระทบต่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น โดยไม่สามารถระบุได้ว่าปัจจัยใดมีผลกระทบมากกว่า ถ้าต้องการทราบถึงปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นอาจต้องใช้ทฤษฎีเพิ่ม ซึ่งเกินขอบเขตของการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วง โดยส่วนที่ 1 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยวิธีการประมาณแบบวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด, วิธีการประมาณแบบใช้กราฟ และวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง และส่วนที่ 2 ทำการทดสอบปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ ว่าสามารถที่จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าหรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในงานงานวิจัยนี้ได้มาจากการจำลอง (Simulation) ด้วยโปรแกรม R จำลองข้อมูลให้มีลักษณะตามวิธีการวิจัยที่กำหนด ทำการทดลองซ้ำ 5000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษา

การสรุปผลในส่วนที่ 1 ว่าวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ใดมีประสิทธิภาพดีกว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์ พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่า MSE ซึ่งผลสรุป เป็นดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 : กำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกต (observed time) เป็น 5, 10 และ 20 จุด พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะเท่ากัน เพื่อดูว่ามีข้อมูลถูกเซ็นเซอร์ในแต่ละช่วงเวลาเท่าใด

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในทุกจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ส่วนใหญ่วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟ ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างขนาดใหญ่ (ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000)

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในทุกจำนวนจุดเวลาในการสังเกต

ส่วนใหญ่วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟ ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก (ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100)

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่างในทุกจำนวนจุดเวลาในการสังเกต และ shape parameter

เมื่อshape parameter $\beta = 1$ พบว่าส่วนใหญ่วิธีการประมาณแบบใช้กราฟมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และเมื่อ shape parameter $\beta < 1$ หรือ $\beta > 1$ พบว่าส่วนใหญ่

วิธีการประมาณแบบใช้กราฟมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก (ขนาดตัวอย่าง ≤ 250) และประสิทธิภาพจะลดลงตามจำนวนจุดเวลาในการสังเกตที่เพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 : กำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล (censoring rate) เป็น 5%, 10% และ 20% พบว่าระยะห่างระหว่างเวลาจะไม่เท่ากันขึ้นกับเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ เพื่อดูว่าเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์จะอยู่ที่เวลาเท่าใด

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ข้อมูล และแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟในทุกขนาดตัวอย่าง

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ข้อมูล และแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

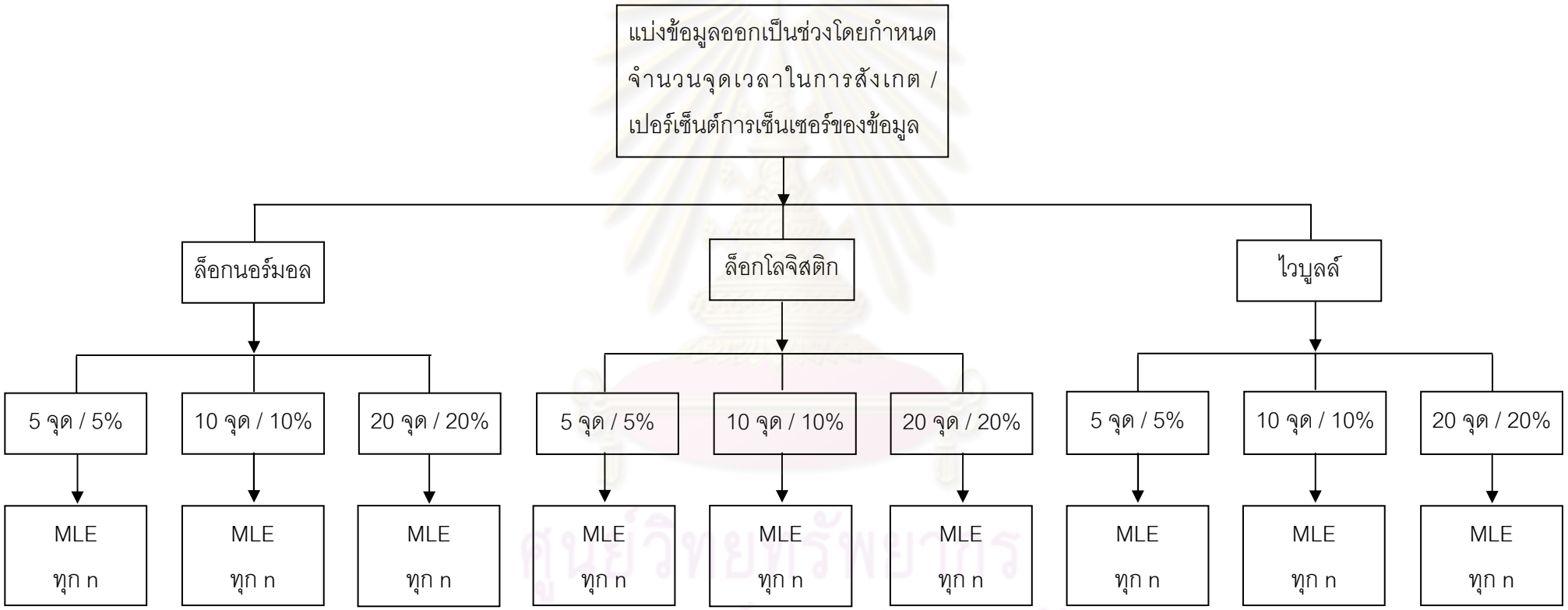
วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟในทุกขนาดตัวอย่าง

3. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ข้อมูล และแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง และ shape parameter

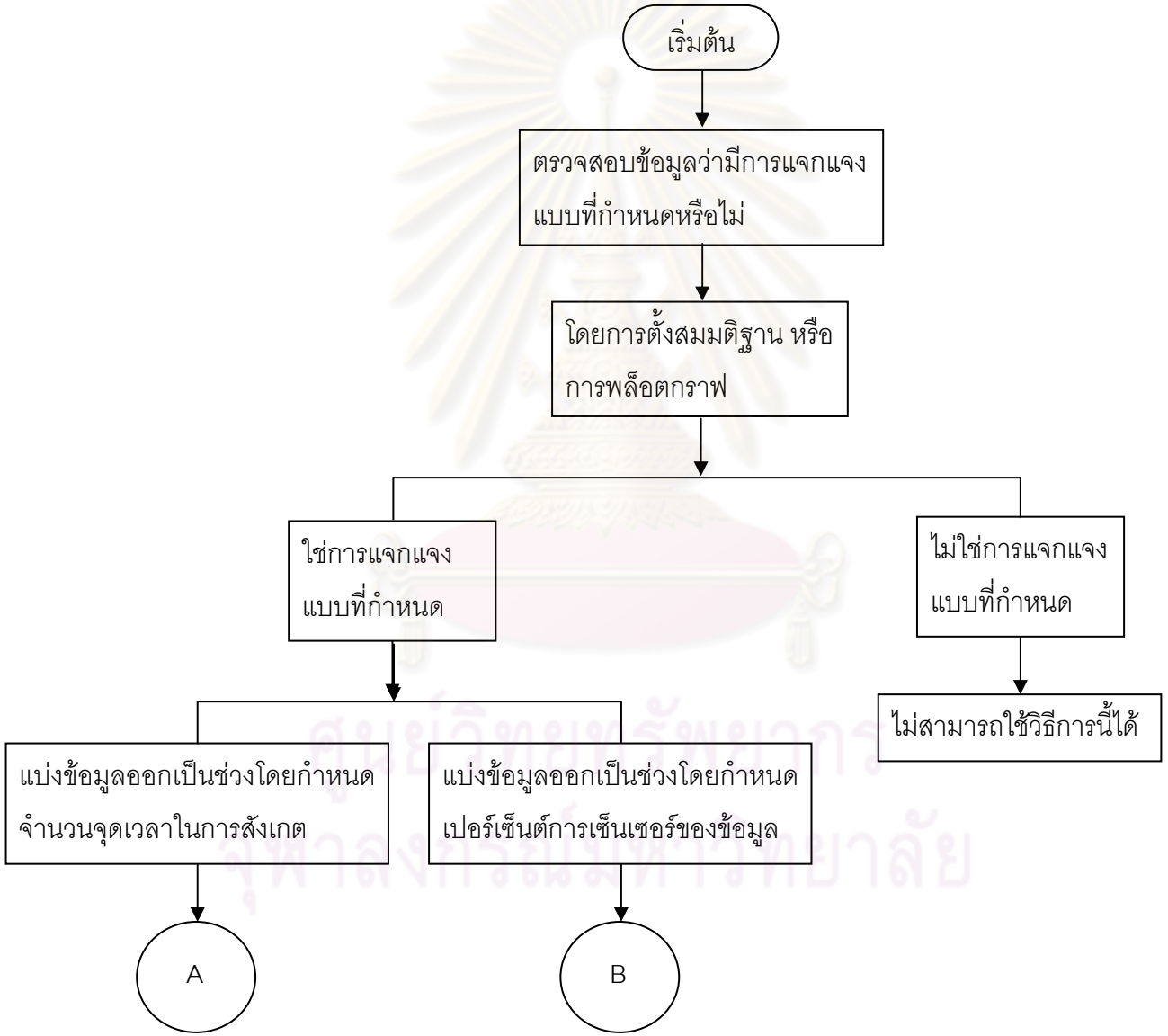
เมื่อ shape parameter $\beta < 1$ พบว่าส่วนใหญ่วิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟ และเมื่อ shape parameter $\beta > 1$ หรือ $\beta = 1$ พบว่าส่วนใหญ่วิธีการประมาณแบบใช้กราฟมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก (ขนาดตัวอย่าง ≤ 500) และประสิทธิภาพจะลดลงตามเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูลที่เพิ่มขึ้น

ภาพที่ 5.1 แสดงแผนผังสรุปผลการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงทฤษฎี

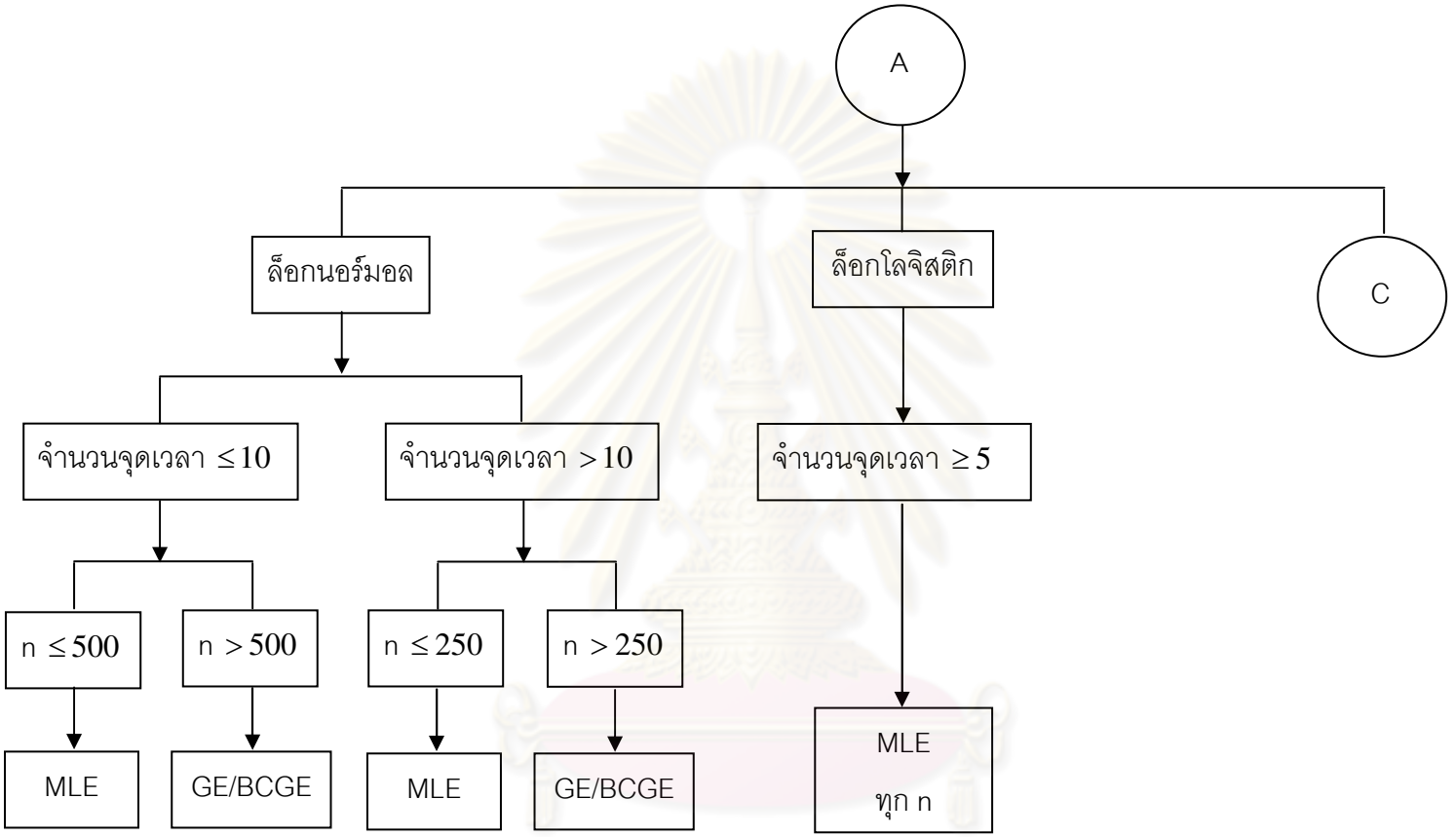


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

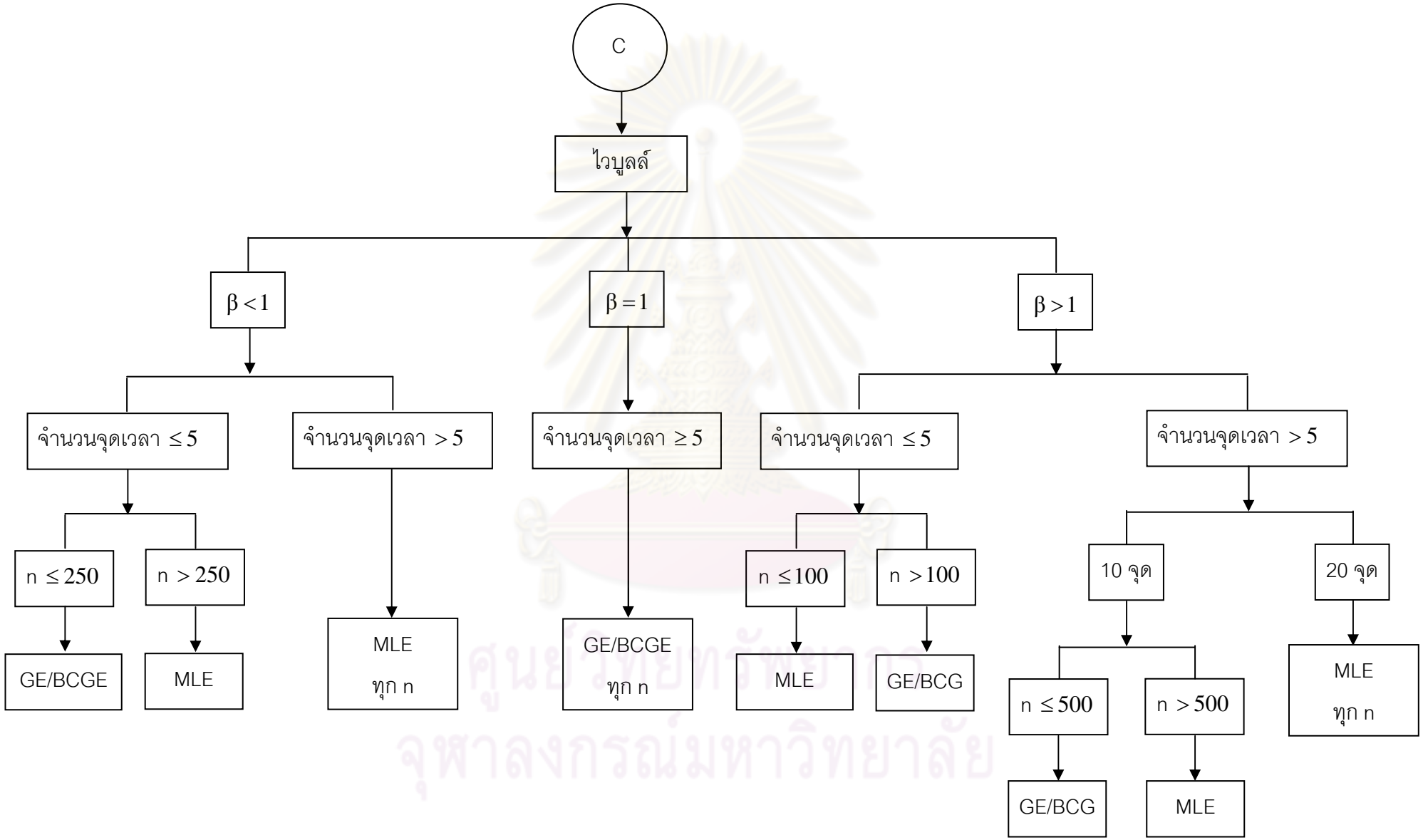
ภาพที่ 5.2 แสดงแผนผังการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงปฏิบัติ



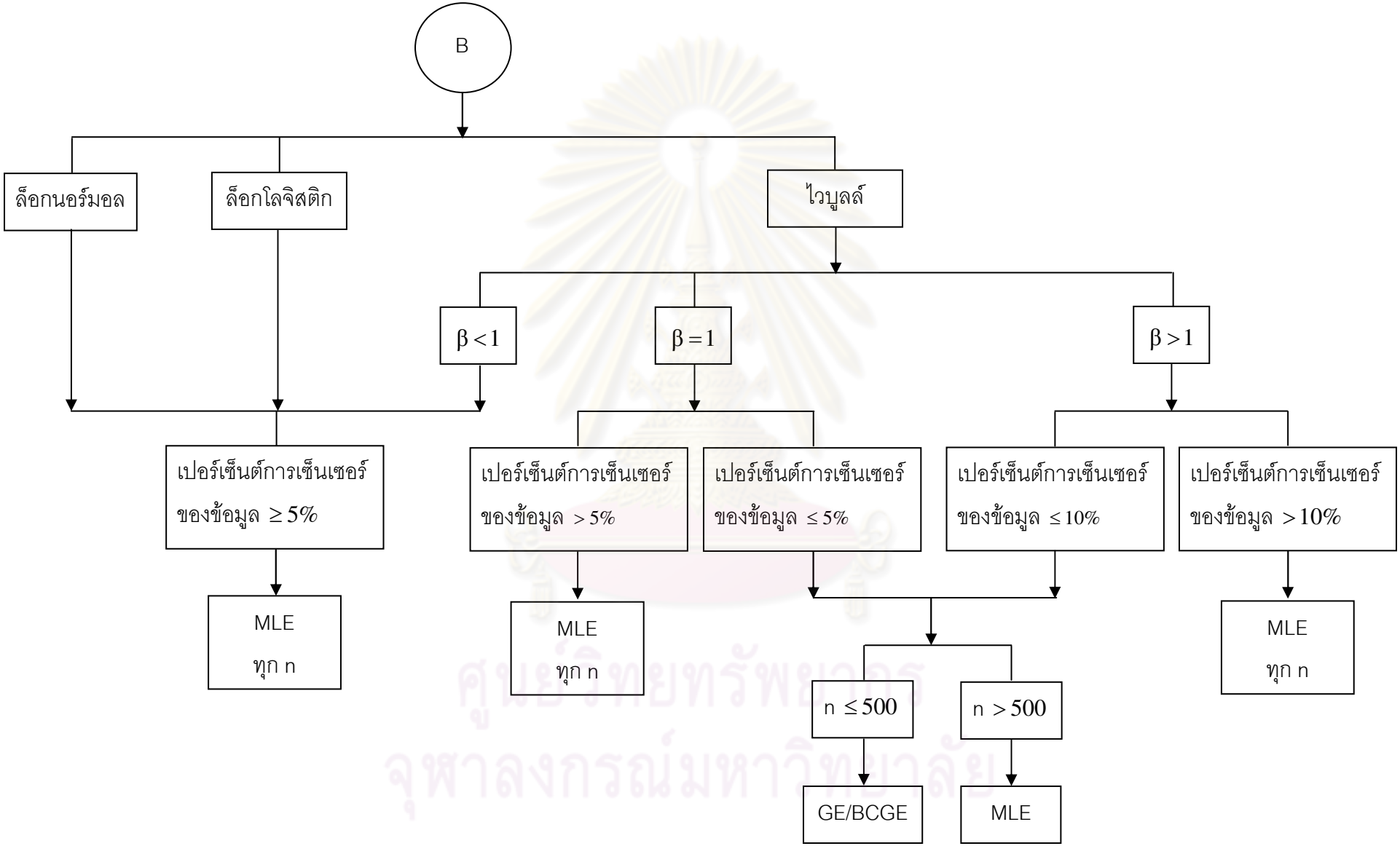
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



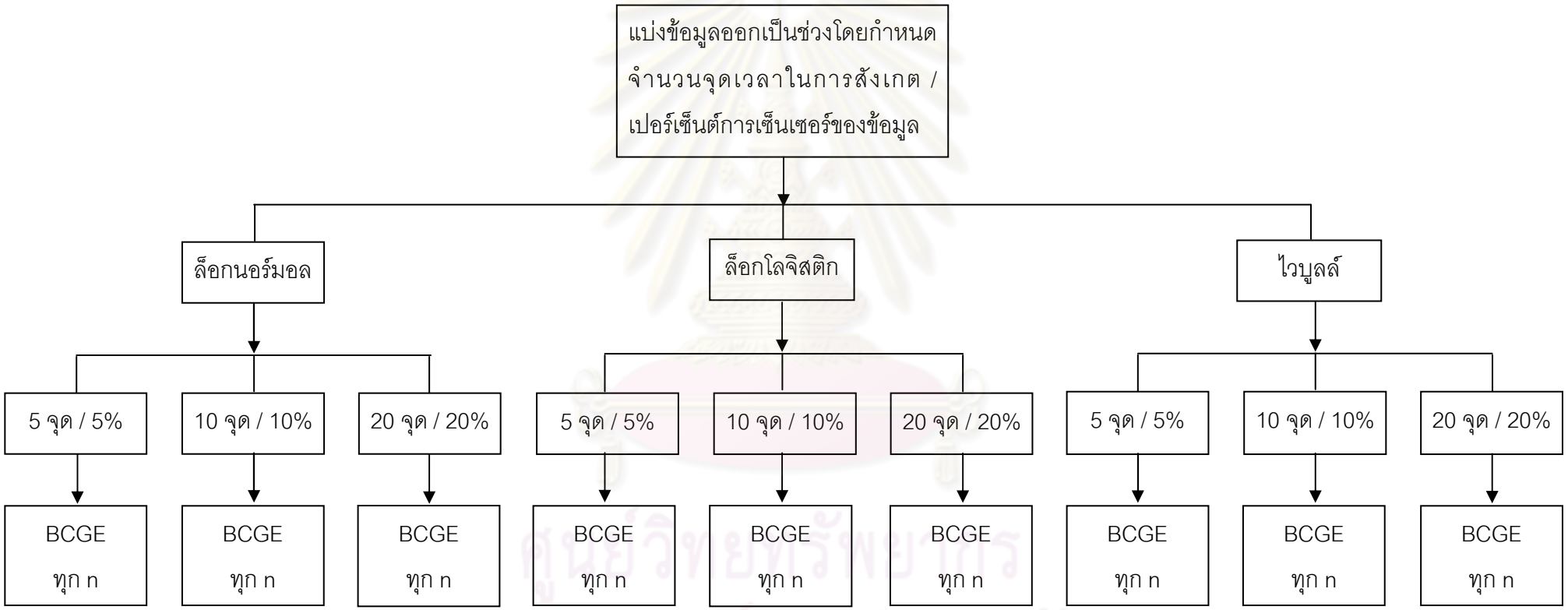
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสรุปผลในส่วนที่ 2 การปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ ว่าสามารถที่จะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ซึ่งผลสรุป เป็นดังนี้

จากการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงโดยกำหนดจำนวนจุดเวลาในการสังเกตและเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล โดยการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล, ล็อกโลจิสติก และไวบูลล์ พบว่าส่วนใหญ่เมื่อปรับค่าเอนเอียง (Bias correction) สำหรับวิธีการประมาณแบบใช้กราฟ จะได้ว่าวิธีการประมาณแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียงมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบใช้กราฟ เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก (ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100) และประสิทธิภาพเข้าใกล้กันเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

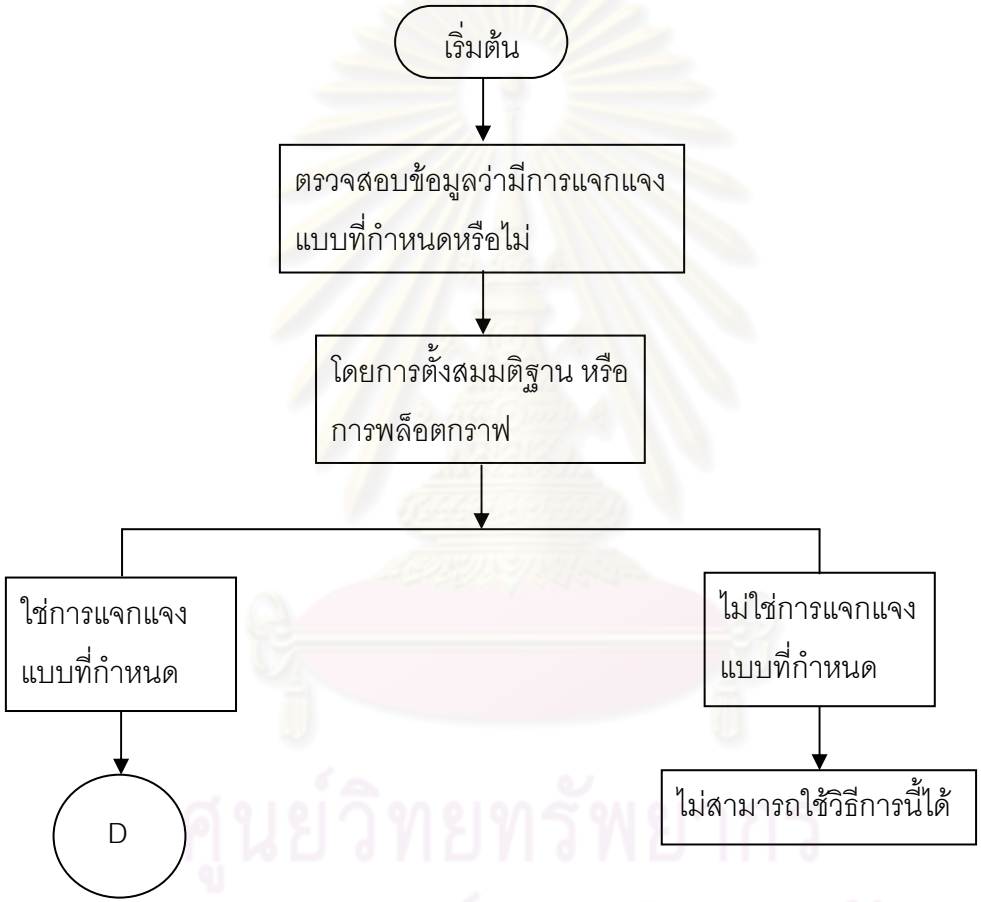
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.3 แสดงแผนผังสรุปผลการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงทฤษฎี

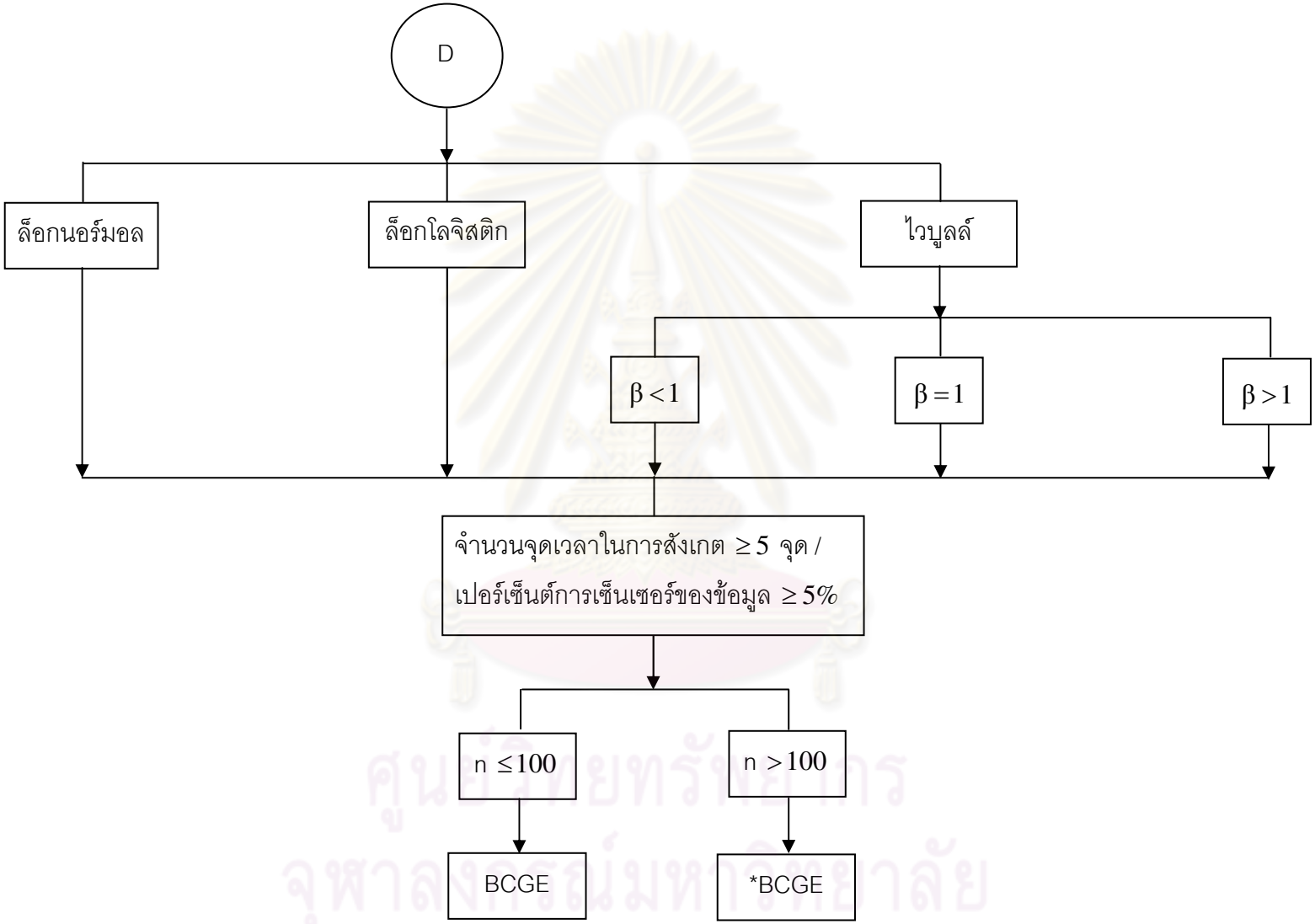


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.4 แสดงแผนผังการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อปรับค่าเอนเอียงของวิธีการประมาณแบบใช้กราฟเมื่อข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงเชิงปฏิบัติ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ * หมายถึงกรณีที่วิธี BCGE ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นใกล้เคียงกับวิธี GE

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลถูกเซ็นเซอร์แบบช่วงภายใต้ระยะห่างของเวลาในการสังเกตมีขนาดเท่ากัน และเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ของข้อมูล จึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้ามีการเปลี่ยนลักษณะรูปแบบของการเซ็นเซอร์แบบช่วงนั้นจะให้ผลที่แตกต่างกันหรือไม่

2. การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล, การแจกแจงแบบล็อกโลจิสติก และการแจกแจงแบบไวบูลล์ ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจทำการเปลี่ยนการแจกแจงในการศึกษา เช่น การแจกแจงที่มี 3 พารามิเตอร์ หรือแบบอื่นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทศพร แถลงธรรม. 2539. การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหายที่มีข้อมูลเป็นแบบกลุ่มถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระพร วีระถาวร. 2536. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปาริฉัตร อัครจันทโชติ. 2539. การประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงความสูญเสียสำหรับข้อมูลแบบกลุ่มซึ่งถูกตัดปลายทางซ้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Genschel, U., and Meeker, W.Q. 2010. A Comparison of Maximum Likelihood and Median-Rank Regression for Weibull Estimation. Quality Engineering 20 : 236 - 255.

Klein, J.P., and Moesschberger, M.L. 1997. Survival Analysis Techniques for Censored and Truncated Data. New York: Springer.

Lawless, J.F. 2003. Statistical Models and Methods for Lifetime Data. Second edition. New York: John Wiley.

Meeker, W.Q., and Escobar, L.A. 1998. Statistical Methods for Reliability Data. New York: John Wiley.

Olteanu, D., and Freeman, L. 2010. The Evaluation of Median-Rank Regression and Maximum Likelihood Estimation Techniques for a Two-Parameter Weibull Distribution. Quality Engineering 20 : 256 - 272.

R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

Somboonsavatdee, A., and Nair, V. 2007. Graphical Estimation from Probability Plots with Right Censored Data. Technometrics 19 : 420 - 429.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่ใช้สำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล $\mu =$ 5.263 และ $\sigma = 1$ โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงด้วยการกำหนดจุดเวลาในการสังเกต 5 จุดเวลา

```
# การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) และวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
n = 100,250,500,1000
obts = observed time 5
N = 5000;              mu =  5.263;          sd = 1
mugr90 = 0;            mugr95 = 0;           mugr99 = 0
sdgr90 = 0;            sdgr95 = 0;           sdgr99 = 0
bcmugr90 = 0;          bcmugr95 = 0;         bcmugr99 = 0
bcsdgr90 = 0;          bcsdgr95 = 0;         bcsdgr99 = 0
x_bcge = c();          bcms = c()
conf_mugr = c();       conf_sdgr = c()
bcconf_mugr = c();     bcconf_sdgr = c()
out_msgr = c();        out_mugr = c()
out_sdgr = c();        out_msmle = c()
out_mumle = c();       out_sdmle = c()
for(i in 1:N)
{
  X = rlnorm(n,mu,sd)
  Y = sort(X)
# การหาค่าประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
time = (1:obts)*200
  out = c()
    for(i in 1:obts)
    {
      data = Y<=time[i]
      out = cbind(out,data)
    }
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  data1 = (apply(out,2,sum)-0.5)/n
  plot(qnorm(data1),log(time))
  graph = lsfit(qnorm(data1),log(time))
  out_msgr = rbind(out_msgr,graph$coefficients)
# การหาค่าประมาณด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE)
data2 = apply(out,2,sum)
      a = data2[1]
      b = data2[2]-data2[1]
      c = data2[3]-data2[2]
      d = data2[4]-data2[3]
      e = data2[5]-data2[4]
       f = n-(a+b+c+d+e)
function_logn5<-function(mumle,sdmle,a,b,c,d,e,f)
{
likelihood = (a*(log(plnorm(200,mumle,sdmle))))
                + (b*(log(plnorm(400,mumle,sdmle)-plnorm(200,mumle,sdmle))))
                + (c*(log(plnorm(600,mumle,sdmle)-plnorm(400,mumle,sdmle))))
                + (d*(log(plnorm(800,mumle,sdmle)-plnorm(600,mumle,sdmle))))
                + (e*(log(plnorm(1000,mumle,sdmle)-plnorm(800,mumle,sdmle))))
                + (f*(log(1-plnorm(1000,mumle,sdmle))))
likelihood
}
mumle = seq(4,6,0.05)
sdmle = seq(0.5,2,0.05)
 mmu = c()
 ssd = c()
 like = c()
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    for ( i in 1:41)
    {       for (j in 1:31)
      {
          like = c(like,function_logn5(mumle[i],sdmle[j],a,b,c,d,e,f))
        mmu = c(mmu,mumle[i])
          ssd = c(ssd,sdmle[j])
      }
    }
max_like = max(like)
idx = 1:(41*31)
idd = idx[like== max_like]
result = cbind(like[idd],mmu[idd],ssd[idd])
out_msmle = rbind(out_msmle,result)
# การศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีแบบใช้กราฟ (BCGE)
  mu_bcgr = (out_msgr[,1])
  sd_bcgr = (out_msgr[,2])
  boots = 500
  out_msbcgr = c()
  for(j in 1:boots)
  {
    X = rlnorm(n,mu_bcgr,sd_bcgr)
    Y = sort(X)
     out1 = c()
      for(i in 1:obts)
      {
        data3 = Y<=time[i]
        out1 = cbind(out1,data3)
      }
    data4 = (apply(out1,2,sum)-0.5)/n
    plot(qnorm(data4),log(time))
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    graph1 = lsfit(qnorm(data4),log(time))
    out_msbcgr = rbind(out_msbcgr,graph1$coefficients)
  }
# การหาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
  a1 = quantile(out_msbcgr[,1],c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
  a2 = quantile(out_msbcgr[,2],c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
 conf_mugr = rbind(conf_mugr,a1)
 conf_sdgr = rbind(conf_sdgr,a2)
# การหาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)
  bcmu = mean(out_msbcgr[,1])
  bcsd = mean(out_msbcgr[,2])
  bc = cbind(bcmu,bcsd)
bc_mu = bcmu-mu_bcgr
bc_sd = bcsd-sd_bcgr
bc1 = cbind(bc_mu, bc_sd)
bcms = rbind(bcms,bc1)
  a3 = a1- bc_mu
  a4 = a2- bc_sd
bcconf_mugr = rbind(bcconf_mugr,a3)
bcconf_sdgr = rbind(bcconf_sdgr,a4)

    mugr90 = ifelse(a1[1]<=mu && a1[2]>=mu,mugr90+1,mugr90)
    mugr95 = ifelse(a1[3]<=mu && a1[4]>=mu,mugr95+1,mugr95)
    mugr99 = ifelse(a1[5]<=mu && a1[6]>=mu,mugr99+1,mugr99)
    sdgr90 = ifelse(a2[1]<=sd && a2[2]>=sd,sdgr90+1,sdgr90)
    sdgr95 = ifelse(a2[3]<=sd && a2[4]>=sd,sdgr95+1,sdgr95)
    sdgr99 = ifelse(a2[5]<=sd && a2[6]>=sd,sdgr99+1,sdgr99)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
bcmugr90 = ifelse(a3[1]<=mu && a3[2]>=mu,bcmugr90+1,bcmugr90)
bcmugr95 = ifelse(a3[3]<=mu && a3[4]>=mu,bcmugr95+1,bcmugr95)
bcmugr99 = ifelse(a3[5]<=mu && a3[6]>=mu,bcmugr99+1,bcmugr99)
bcsdgr90 = ifelse(a4[1]<=sd && a4[2]>=sd,bcsdgr90+1,bcsdgr90)
bcsdgr95 = ifelse(a4[3]<=sd && a4[4]>=sd,bcsdgr95+1,bcsdgr95)
bcsdgr99 = ifelse(a4[5]<=sd && a4[6]>=sd,bcsdgr99+1,bcsdgr99)
}
out_mugr = cbind(out_mugr,out_msgr[,1])
out_sdgr = cbind(out_sdgr,out_msgr[,2])
out_mumle = cbind(out_mumle,out_msmle[,2])
out_sdmle = cbind(out_sdmle,out_msmle[,3])

   bcge_mu = out_msgr[,1]-bcms[,1]
   bcge_sd = out_msgr[,2]-bcms[,2]
   ms_bcge = cbind(bcge_mu,bcge_sd)
x_bcge = rbind(x_bcge,ms_bcge)

# การหาค่าประมาณแบบจุดของวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE), วิธีแบบใช้กราฟ (GE) และ
วิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)
var_mugr = var(out_mugr)                    # ค่า variance ของวิธี GE
var_sdgr = var(out_sdgr)
var_mumle = var(out_mumle)                  # ค่า variance ของวิธี MLE
var_sdmle = var(out_sdmle)
var_mubcgr = var(x_bcge[,1])                # ค่า variance ของวิธี BCGE
var_sdbcgr = var(x_bcge[,2])

mse_mugr = sum((out_mugr-mu)^2)/N                    # ค่า MSE ของวิธี GE
mse_sdgr = sum((out_sdgr-sd)^2)/N
mse_mumle = sum((out_mumle-mu)^2)/N                  # ค่า MSE ของวิธี MLE
mse_sdmle = sum((out_sdmle-sd)^2)/N
```

```
mse_mubcgr = sum((x_bcge[,1]-mean(out_mugr))^2)/N       # ค่า MSE ของวิธี BCGE
mse_sdbcgr = sum((x_bcge[,2]-mean(out_sdgr))^2)/N

av_msegr = (mse_mugr+mse_sdgr)/2                        # ค่า MSE ของวิธี GE
av_msemle = (mse_mumle+mse_sdmle)/2                     # ค่า MSE ของวิธี MLE
av_msebcgr = (mse_mubcgr+mse_sdbcgr)/2                  # ค่า MSE ของวิธี BCGE

bias_mugr = sqrt(abs(mse_mugr-var_mugr))                # ค่า bias ของวิธี GE
bias_sdgr = sqrt(abs(mse_sdgr-var_sdgr))
bias_mumle = sqrt(abs(mse_mumle-var_mumle))             # ค่า bias ของวิธี MLE
bias_sdmle = sqrt(abs(mse_sdmle-var_sdmle))
bias_mubcgr = sqrt(abs(mse_mubcgr-var_mubcgr))          # ค่า bias ของวิธี BCGE
bias_sdbcgr = sqrt(abs(mse_sdbcgr-var_sdbcgr))
# การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
cc90mugr = mugr90/N                                     # ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของวิธี GE
cc95mugr = mugr95/N
cc99mugr = mugr99/N
cc90sdgr = sdgr90/N
cc95sdgr = sdgr95/N
cc99sdgr = sdgr99/N

bccc90mugr = bcmugr90/N                                 # ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของวิธี BCGE
bccc95mugr = bcmugr95/N
bccc99mugr = bcmugr99/N
bccc90sdgr = bcsdgr90/N
bccc95sdgr = bcsdgr95/N
bccc99sdgr = bcsdgr99/N
```

กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล μ = 5.263 และ σ = 1 โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงด้วยการกำหนดเปอร์เซ็นต์การเซ็นเซอร์ 20% ของข้อมูล

```
# การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) และวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
n = 100,250,500,1000
cens = censoring 20%
N = 5000;              mu =  5.263;          sd = 1
mugr90 = 0;            mugr95 = 0;           mugr99 = 0
sdgr90 = 0;            sdgr95 = 0;           sdgr99 = 0
bcmugr90 = 0;          bcmugr95 = 0;         bcmugr99 = 0
bcsdgr90 = 0;          bcsdgr95 = 0;         bcsdgr99 = 0
out_ge = c();          x_bcge = c();         bcms = c()
conf_mugr = c();       conf_sdgr = c()
bcconf_mugr = c();     bcconf_sdgr = c()
out_msgr = c();        out_mugr = c()
out_sdgr = c();        out_msmle = c()
out_mumle = c();       out_sdmle = c()
for(i in 1:N)
{
  X = rlnorm(n,mu,sd)
  Y = sort(X)
# การหาค่าประมาณด้วยวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
  fail = cens*n
  zz = n/fail
  out_ge = c(out_ge,zz)
  out = c()
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
for(i in 1:zz)
  {
    obs = fail*i
    out = c(out,obs)
  }
  obb = floor(out)
  observ =Y[out]
  out1 = c()
  for(i in 1:zz)
  {
    data = Y<= observ[i]
    out1 = cbind(out1,data)
  }
  data1 = (apply(out1,2,sum)-0.5)/n
  plot(qnorm(data1),log(observ))
  graph = lsfit(qnorm(data1),log(observ))
  out_msgr = rbind(out_msgr,graph$coefficients)
# การหาค่าประมาณด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE)
  a = obb[1]-1
  b = obb[2]-obb[1]-1
  c = obb[3]-obb[2]-1
  d = obb[4]-obb[3]-1
  e = obb[5]-obb[4]-1
function_logn20<-function(mumle,sdmle,a,b,c,d,e,f)
{
 likelihood = ((a*(log(plnorm(Y[a],mumle,sdmle))))
        +(log(dlnorm(observ[1],mumle,sdmle))))
        +((b*(log(plnorm(Y[obb[2]-1],mumle,sdmle)-plnorm(Y[obb[1]+1],mumle,sdmle))))
        +(log(dlnorm(observ[2],mumle,sdmle))))
        +((c*(log(plnorm(Y[obb[3]-1],mumle,sdmle)-lnorm(Y[obb[2]+1],mumle,sdmle))))
```

```
        +(log(dlnorm(observ[3],mumle,sdmle))))
        +((d*(log(plnorm(Y[obb[4]-1],mumle,sdmle)-plnorm(Y[obb[3]+1],mumle,sdmle))))
        +(log(dlnorm(observ[4],mumle,sdmle))))
        +((e*(log(plnorm(Y[obb[5]-1],mumle,sdmle)-plnorm(Y[obb[4]+1],mumle,sdmle))))
        +(log(dlnorm(observ[5],mumle,sdmle))))
likelihood
}
mumle = seq(4.7,5.8,0.05)
sdmle = seq(0.55,1.7,0.05)
 mmu = c()
 ssd = c()
 like = c()
     for ( i in 1:23)
     {        for (j in 1:24)
       {
            like = c(like,function_logn20(mumle[i],sdmle[j],a,b,c,d,e))
          mmu = c(mmu,mumle[i])
            ssd = c(ssd,sdmle[j])
       }
     }
 max_like = max(like)
 idx = 1:(23*24)
 idd = idx[ll== max_like]
 result = cbind(like[idd],mmu[idd],ssd[idd])
 out_msmle = rbind(out_msmle,result)
# การศึกษาการปรับค่าเอนเอียงของวิธีแบบใช้กราฟ (BCGE)
   mu_bcgr = (out_msgr[,1])
   sd_bcgr = (out_msgr[,2])
   boots = 500
   out_msbcgr = c()
```

```
  out2 = c()
for(j in 1:boots)
  {
    X = rlnorm(n,mu_bcgr,sd_bcgr)
    Y = sort(X)
        for(i in 1:zz)
        {
          obs1 = fail*i
          out2 = c(out2,obs1)
        }
    obb1 = floor(out2)
    observ1 = Y[out2]
  out3 = c()
  for(i in 1:zz)
  {
    data2 = Y<= observ1[i]
    out3 = cbind(out3,data2)
  }
  data3 = (apply(out3,2,sum)-0.5)/n
  plot(qnorm(data3),log(observ1))
  graph1 = lsfit(qnorm(data3),log(observ1))
  out_msbcgr = rbind(out_msbcgr,graph1$coefficients)
 }
# การหาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีแบบใช้กราฟ (GE)
  a1 = quantile(out_msbcgr[,1],c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
  a2 = quantile(out_msbcgr[,2],c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
 conf_mugr = rbind(conf_mugr,a1)
 conf_sdgr = rbind(conf_sdgr,a2)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
# การหาค่าประมาณแบบช่วงของวิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)
  bcmu = mean(out_msbcgr[,1])
  bcsd = mean(out_msbcgr[,2])
  bc = cbind(bcmu,bcsd)
bc_mu = bcmu-mu_bcgr
bc_sd = bcsd-sd_bcgr
bc1 = cbind(bc_mu, bc_sd)
bcms = rbind(bcms,bc1)
  a3 = a1- bc_mu
  a4 = a2- bc_sd
bcconf_mugr = rbind(bcconf_mugr,a3)
bcconf_sdgr = rbind(bcconf_sdgr,a4)
    mugr90 = ifelse(a1[1]<=mu && a1[2]>=mu,mugr90+1,mugr90)
    mugr95 = ifelse(a1[3]<=mu && a1[4]>=mu,mugr95+1,mugr95)
    mugr99 = ifelse(a1[5]<=mu && a1[6]>=mu,mugr99+1,mugr99)
    sdgr90 = ifelse(a2[1]<=sd && a2[2]>=sd,sdgr90+1,sdgr90)
    sdgr95 = ifelse(a2[3]<=sd && a2[4]>=sd,sdgr95+1,sdgr95)
    sdgr99 = ifelse(a2[5]<=sd && a2[6]>=sd,sdgr99+1,sdgr99)
bcmugr90 = ifelse(a3[1]<=mu && a3[2]>=mu,bcmugr90+1,bcmugr90)
bcmugr95 = ifelse(a3[3]<=mu && a3[4]>=mu,bcmugr95+1,bcmugr95)
bcmugr99 = ifelse(a3[5]<=mu && a3[6]>=mu,bcmugr99+1,bcmugr99)
bcsdgr90 = ifelse(a4[1]<=sd && a4[2]>=sd,bcsdgr90+1,bcsdgr90)
bcsdgr95 = ifelse(a4[3]<=sd && a4[4]>=sd,bcsdgr95+1,bcsdgr95)
bcsdgr99 = ifelse(a4[5]<=sd && a4[6]>=sd,bcsdgr99+1,bcsdgr99)
}
out_mugr = cbind(out_mugr,out_msgr[,1])
out_sdgr = cbind(out_sdgr,out_msgr[,2])
out_mumle = cbind(out_mumle,out_msmle[,2])
out_sdmle = cbind(out_sdmle,out_msmle[,3])
```

```
    bcge_mu = out_msgr[,1]-bcms[,1]
    bcge_sd = out_msgr[,2]-bcms[,2]
    ms_bcge = cbind(bcge_mu,bcge_sd)
x_bcge = rbind(x_bcge,ms_bcge)

# การหาค่าประมาณแบบจุดของวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE), วิธีแบบใช้กราฟ (GE) และ
วิธีแบบใช้กราฟที่ปรับค่าเอนเอียง (BCGE)
var_mugr = var(out_mugr)                    # ค่า variance ของวิธี GE
var_sdgr = var(out_sdgr)
var_mumle = var(out_mumle)                  # ค่า variance ของวิธี MLE
var_sdmle = var(out_sdmle)
var_mubcgr = var(x_bcge[,1])                # ค่า variance ของวิธี BCGE
var_sdbcgr = var(x_bcge[,2])

mse_mugr = sum((out_mugr-mu)^2)/N                    # ค่า MSE ของวิธี GE
mse_sdgr = sum((out_sdgr-sd)^2)/N
mse_mumle = sum((out_mumle-mu)^2)/N                  # ค่า MSE ของวิธี MLE
mse_sdmle = sum((out_sdmle-sd)^2)/N
mse_mubcgr = sum((x_bcge[,1]-mean(out_mugr))^2)/N    # ค่า MSE ของวิธี BCGE
mse_sdbcgr = sum((x_bcge[,2]-mean(out_sdgr))^2)/N

av_msegr = (mse_mugr+mse_sdgr)/2          # ค่า MSE ของวิธี GE
av_msemle = (mse_mumle+mse_sdmle)/2       # ค่า MSE ของวิธี MLE
av_msebcgr = (mse_mubcgr+mse_sdbcgr)/2    # ค่า MSE ของวิธี BCGE

bias_mugr = sqrt(abs(mse_mugr-var_mugr))                  # ค่า bias ของวิธี GE
bias_sdgr = sqrt(abs(mse_sdgr-var_sdgr))
bias_mumle = sqrt(abs(mse_mumle-var_mumle))               # ค่า bias ของวิธี MLE
bias_sdmle = sqrt(abs(mse_sdmle-var_sdmle))
bias_mubcgr = sqrt(abs(mse_mubcgr-var_mubcgr))            # ค่า bias ของวิธี BCGE
bias_sdbcgr = sqrt(abs(mse_sdbcgr-var_sdbcgr))
```

```
# การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
cc90mugr = mugr90/N                    # ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของวิธี GE
cc95mugr = mugr95/N
cc99mugr = mugr99/N
cc90sdgr = sdgr90/N
cc95sdgr = sdgr95/N
cc99sdgr = sdgr99/N

bccc90mugr = bcmugr90/N                # ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของวิธี BCGE
bccc95mugr = bcmugr95/N
bccc99mugr = bcmugr99/N
bccc90sdgr = bcsdgr90/N
bccc95sdgr = bcsdgr95/N
bccc99sdgr = bcsdgr99/N
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศศิประภา โมรากุล เกิดเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2529 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณิตศาสตร์ จากภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย