

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย สำหรับข้อมูลตัดปลาย
เมื่อความเสียหายมีลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตร การแจกแจงแบบเบ้
และการแจกแจงแบบหางยาว

นางสาวอุไรวรรณ เจริญกิริติกุล



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-363-201-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ESTIMATION OF THE PARAMETERS OF LOSS DISTRIBUTIONS FOR
TRUNCATED DATA WHEN LOSS ARE SYMMETRIC DISTRIBUTIONS,
SKEW DISTRIBUTIONS , AND LONG-TAIL DISTRIBUTIONS**



Miss Uraiwan Jaroengeratikun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-363-201-1

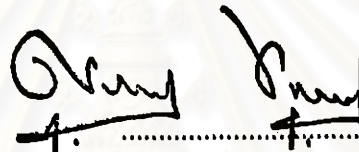
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย สำหรับข้อมูล
ตัดปลาย เมื่อความเสียหายมีลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตร
การแจกแจงแบบเบ้ และการแจกแจงแบบหางยาว

โดย นางสาวอุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล


ภาควิชา สถิติ

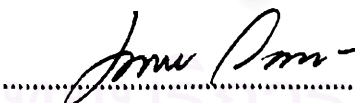
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

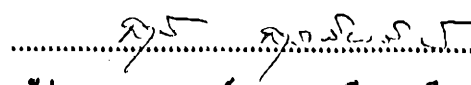

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มัดติกา นูนนาค)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จลีพร โกธกุล)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวณี สุรเสียงสังข์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

อุไรวรรณ เจริญศิริกฤต : การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย สำหรับข้อมูลตัดปลาย เมื่อความเสียหายมีลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตร การแจกแจงแบบเบ้ และการแจกแจงแบบหางยาว (ESTIMATION OF THE PARAMETERS OF LOSS DISTRIBUTIONS FOR TRUNCATED DATA WHEN LOSS ARE SYMMETRIC DISTRIBUTIONS, SKEW DISTRIBUTIONS, AND LONG-TAIL DISTRIBUTIONS)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ร.อ. มานพ วรภักดิ์, 153 หน้า. ISBN 974-363-201-1.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งทางซ้ายและทางขวา เมื่อข้อมูลความเสียหายมีลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตร การแจกแจงแบบเบ้ และการแจกแจงแบบหางยาว ด้วยวิธีการประมาณค่า 3 วิธีคือ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด(ML) วิธีระยะห่างต่ำสุด(MD) และวิธีระยะห่างต่ำสุดแบบถ่วงน้ำหนัก(MWD) การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์จะพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE) ของพารามิเตอร์ของการแจกแจงภายใต้สถานการณ์ที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงลอกนอร์มอลและการแจกแจงโลจิสติก จุดตัดปลายทางซ้าย 1,000, 2,000 และ 3,000 จุดตัดปลายทางขวา 130,000, 140,000 และ 150,000 ขนาดตัวอย่าง 10, 30, 50 และ 70 และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางขวา 10%, 20% และ 30% สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 1,000 รอบในแต่ละสถานการณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ภายใต้การแจกแจงปกติ การแจกแจงลอกนอร์มอล และการแจกแจงโลจิสติก ผลของวิธีการประมาณค่าได้ผลดังนี้

ขนาดตัวอย่าง 10 เปอร์เซนต์ข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางขวาเป็น 10% และ 20% และที่ทุกจุดตัดปลาย วิธี MD ให้ค่า RMSE ต่ำสุด รองลงมาคือวิธี ML และ MWD ตามลำดับ

ขนาดตัวอย่าง 10 เปอร์เซนต์ข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางขวาเป็น 30% และทุกจุดตัดปลาย วิธี MD ให้ค่า RMSE ต่ำสุด รองลงมาคือวิธี MWD และ ML ตามลำดับ

ขนาดตัวอย่าง 30, 50 และ 70 เปอร์เซนต์ข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางขวาเป็น 10% และทุกจุดตัดปลาย วิธี ML ให้ค่า RMSE ต่ำสุด ซึ่งที่ขนาดตัวอย่าง 30 วิธีรองลงมาคือวิธี MD และ MWD ตามลำดับ และสำหรับขนาดตัวอย่าง 50 และ 70 วิธีรองลงมาคือวิธี MWD และ MD ตามลำดับ

ขนาดตัวอย่าง 30, 50 และ 70 เปอร์เซนต์ข้อมูลที่ถูกตัดปลายทางขวาเป็น 20% และ 30% และทุกจุดตัดปลาย วิธี MWD ให้ค่า RMSE ต่ำสุด รองลงมาคือวิธี MD และ ML ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า RMSE เมื่อข้อมูลมีเปอร์เซ็นต์การถูกตัดปลายทางขวาเพิ่มขึ้น การประมาณค่าทั้ง 3 วิธี ให้ค่า RMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง

ภาควิชา สถิติ
การประกันภัย
สาขาวิชา
2539
ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต อุไรวรรณ เจริญศิริกฤต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C724076 : MAJOR INSURANCE

KEY WORD: TRUNCATED DATA / LOSS DISTRIBUTIONS / PARAMETERS ESTIMATION
URAIWAN JAROENGERATIKUN : ESTIMATION OF THE PARAMETERS OF
LOSS DISTRIBUTIONS FOR TRUNCATED DATA WHEN LOSS ARE
SYMMETRIC DISTRIBUTIONS, SKEW DISTRIBUTIONS, AND LONG-TAIL
DISTRIBUTIONS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CAPT.
MANOP VARAPHAKDI, 153 pp. ISBN 974-363-201-1.

The purpose of this research is to compare the estimation of the parameters of loss distributions for left-truncated data and right-truncated data when the loss data are symmetric distributions, skew distributions, and long-tail distributions. The three methods of the estimation used in this research are Maximum Likelihood (ML), Minimum Distance (MD), and Minimum Weighted Distance (MWD). The criteria of the estimation will be considered from the values of the Root Mean Square Error (RMSE) of the parameters. The loss distributions are Normal Distribution, Lognormal Distribution, and Logistic Distribution. Left-truncated points are 1,000, 2,000, and 3,000, right-truncated points are 130,000, 140,000, and 150,000, sample sizes are 10, 30, 50, and 70, and the percentages of the right-truncated data are 10%, 20%, and 30%. The data of this experiment are generated through the Monte-Carlo simulation technique. The experiment are repeated 1,000 times under each condition.

The results of this research can be summarized as follows :
Under the Normal Distribution, Lognormal Distribution, and Logistic Distribution, the results of the estimation are the same.

For all truncated points, sample size is 10, and the percentages of the right-truncated data are 10% and 20%, RMSE of the MD method is the lowest, following by ML and MWD method respectively.

For all truncated points, sample size is 10, and the percentages of the right-truncated data is 30%, RMSE of the MD method is the lowest, following by MWD and ML method respectively.

For all truncated points, sample sizes are 30, 50, and 70, and the percentage of the right-truncated data is 10%, RMSE of the ML method is the lowest, following by MD and MWD method in sample size of 30, and following by MWD and MD method in sample sizes of 50 and 70.

And for all truncated points, sample sizes are 30, 50, and 70, and the percentages of the right-truncated data are 20% and 30%, RMSE of the MWD method is the lowest, following by MD and ML method respectively.

The effective factor to the RMSE value, when the percentages of the right-truncated data increase, RMSE of the three methods increase the trend, for all sample size.

ภาควิชา..... สถิติ.....

สาขาวิชา..... การประกันภัย.....

2539

ปีการศึกษา.....

ลายมือชื่อนิสิต..... สุภัทรมน ภิรมย์ศิริ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสู่สว่างได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย กระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์มัลลิกา บุนนาค รองศาสตราจารย์ จลิพร โกสากุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวณี สุรเสียงสังข์ ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิชัย สุรเชิดเกียรติ และอาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ทุกท่านที่สนับสนุนทางการศึกษา ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือมาตลอด ขอขอบคุณ คุณพฤษภา โฉมแดง เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ที่ช่วยดำเนินการติดต่อ ประสานงานในเรื่องต่างๆ ของผู้วิจัย และขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนด้านการศึกษาและขอขอบคุณ พี่สาว พี่ชาย ที่คอยห่วงใยเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด

อุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญรูป..... | ฉ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 2 |
| ข้อตกลงเบื้องต้น..... | 2 |
| สมมติฐานของการวิจัย..... | 3 |
| ขอบเขตการวิจัย..... | 3 |
| เกณฑ์การตัดสินใจ..... | 5 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 6 |
| 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... | 7 |
| รูปแบบลักษณะข้อมูลที่ใช้ศึกษา..... | 7 |
| วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย..... | 8 |
| วิธีการของนิวตัน-ราฟสัน..... | 24 |
| การคำนวณค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย..... | 25 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 26 |
| แผนการทดลอง..... | 26 |
| ขั้นตอนในการวิจัย..... | 27 |
| ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม..... | 30 |

สารบัญ(ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4 ผลการวิจัย..... | 32 |
| ผลการวิจัยสำหรับการแจกแจงปกติ..... | 33 |
| ผลการวิจัยสำหรับการแจกแจงทอกรีมอล..... | 55 |
| ผลการวิจัยสำหรับการแจกแจงโลจิสติก..... | 77 |
| 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... | 99 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 99 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 100 |
| รายการอ้างอิง..... | 104 |
| ภาคผนวก..... | 105 |
| ภาคผนวก ก..... | 106 |
| ภาคผนวก ข..... | 113 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 153 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.1 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu=10.0, \sigma=2.0$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 34 |
| 4.2 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu=10.0, \sigma=2.0$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 35 |
| 4.3 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.3 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu=10.0, \sigma=2.0$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 36 |
| 4.4 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu=1.956011, \sigma=0.832555$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 56 |
| 4.5 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu=1.956011, \sigma=0.832555$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 57 |
| 4.6 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.3 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu=1.956011, \sigma=0.832555$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 58 |
| 4.7 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.1 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha=10.0, \beta=1.378$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกตัด..... | 78 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.8 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.2 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha=10.0, \beta=1.378$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกต้อง..... | 79 |
| 4.9 แสดงค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายทั้งสองข้างที่มีจุดตัดปลายทางซ้าย(d) เท่ากับ 0.3 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha=10.0, \beta=1.378$) จำแนกตามจุดตัดปลายทางขวา(m) ตามขนาดตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ถูกต้อง..... | 80 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--------|--|
| 3.1 | แสดงการแจกแจงปกติ($\mu=10.0, \sigma=2.0$)..... 28 |
| 3.2 | แสดงการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu =1.956011, \sigma =0.832555$)..... 28 |
| 3.3 | แสดงการแจกแจงโลจิสติก($\alpha =10.0, \beta =1.378$)..... 29 |
| 3.4 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม..... 31 |
| 4.1 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 37 |
| 4.2 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 39 |
| 4.3 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 41 |
| 4.4 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 43 |
| 4.5 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 45 |
| 4.6 | แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu =10.0, \sigma =2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... 47 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu = 10.0, \sigma = 2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 49 |
| 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu = 10.0, \sigma = 2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 51 |
| 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ($\mu = 10.0, \sigma = 2.0$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 53 |
| 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอกนอร์มอล($\mu = 1.956011, \sigma = 0.832555$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 59 |
| 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอกนอร์มอล($\mu = 1.956011, \sigma = 0.832555$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 61 |
| 4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอกนอร์มอล($\mu = 1.956011, \sigma = 0.832555$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 63 |
| 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกต้องปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอกนอร์มอล($\mu = 1.956011, \sigma = 0.832555$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 65 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu = 1.956011$, $\sigma = 0.832555$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 67 |
| 4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu = 1.956011$, $\sigma = 0.832555$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 69 |
| 4.16 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu = 1.956011$, $\sigma = 0.832555$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 71 |
| 4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu = 1.956011$, $\sigma = 0.832555$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 73 |
| 4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงถกนอร์มอล($\mu = 1.956011$, $\sigma = 0.832555$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 75 |
| 4.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 81 |
| 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง..... | 83 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.1 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 85 |
| 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 87 |
| 4.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 89 |
| 4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.2 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 91 |
| 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 13 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 93 |
| 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 14 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 95 |
| 4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี ML, MD และ MWD สำหรับข้อมูลที่ถูกตัดปลายที่จุดตัดปลายทางซ้าย 0.3 และจุดตัดปลายทางขวา 15 เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงโลจิสติก($\alpha = 10.0, \beta = 1.378$) จำนวนตามขนาดตัวอย่าง..... | 97 |
| 5.1 แสดงแผนผังการนำไปใช้..... | 101 |