

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบนอนพาราเมตริกในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย
เมื่อตัวแปรตามมีค่าถูกตัดทิ้งทางขวา



นางสาววิไลรัตน์ ประยูรเชียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540
ISBN 974-637-652-7
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**NONPARAMETRIC ESTIMATION OF PARAMETERS IN SIMPLE LINEAR REGRESSION
WITH RIGHT CENSORED RESPONSE VARIABLE**

MISS WILAIRAT PRAYULTEAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Insurance

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-652-7

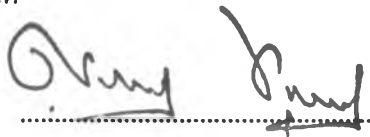
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบนอนพารามेटริกในสมการถดถอยเชิงเส้น
อย่างง่ายเมื่อตัวแปรตามมีค่าถูกตัดทิ้งทางขวา

โดย นางสาววิไลรัตน์ ประยูรเชียร


ภาควิชา สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วรภักดิ์

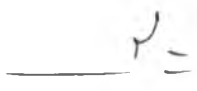
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

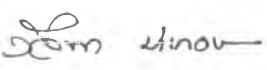

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา นุนาค)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วรภักดิ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล)

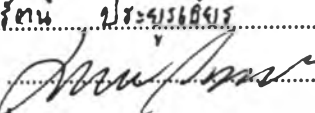
วีไลรัตน์ ประยูรเชียร : การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบนอนพาราเมตริกในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเมื่อตัวแปรตามมีค่าถูกตัดทิ้งทางขวา (NONPARAMETRIC ESTIMATION OF PARAMETERS IN SIMPLE LINEAR REGRESSION WITH RIGHT CENSORED RESPONSE VARIABLE) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ร.อ. มานพ วราภักดิ์, 207 หน้า. ISBN 974-637-652-7.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าตัวแปรตามของสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดปลายทางขวาประเภทที่ 1 โดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ 1) วิธีการกำลังสองต่ำสุด(Ordinary Least Squares Method) 2) วิธีตัวประมาณของมิลเลอร์ (Miller's Estimator) 3)วิธีการกำลังสองต่ำสุดแบบดัดแปลงแค็ปแลน-ไมเออร์(Modified Kaplan-Meier Least Square Method) 4) วิธีการของบัคเลย์และเจมส์(Buckley and James Method) การเปรียบเทียบกระทำภายใต้สถานการณ์ของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20,30,40,50 และ 60 เปอร์เซนต์การตัดทิ้งของข้อมูลเป็น 10%, 20%, 30% และ 40% ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ลอกนอร์มอล และไวบูลล์ ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบปกติและไวบูลล์ กำหนดจุดที่ข้อมูลถูกตัดทิ้ง 3 ระดับ คือ ค่าเฉลี่ย $+0.5\sigma_T$, $+\sigma_T$ และ $+1.5\sigma_T$ เมื่อ σ_T เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลและทำการทดลองซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้ง สำหรับแต่ละสถานการณ์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์และหาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE) ของการประมาณค่าตัวแปรตามทั้ง 4 วิธี ผลจากการวิจัยจะเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการประมาณค่าความเสียหายของผู้เอาประกันภัยเมื่อมีปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้บริษัทประกันภัยสามารถกำหนดความคุ้มครอง อัตราเบี้ยประกันภัย และวางแผนทางการเงินได้อย่างเหมาะสม

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. วิธีการกำลังสองต่ำสุดจะให้ค่า RMSE ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องมีค่าไม่มาก (10%,20%) และวิธีการของบัคเลย์และเจมส์จะให้ค่า RMSE ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ เมื่อเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องมีค่ามาก(30%,40%)
2. สำหรับทุกสถานการณ์ที่ทำการศึกษา ค่า RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าสูงสุดของข้อมูลที่ถูกต้องมีค่าสูงขึ้น
3. เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอลและไวบูลล์ ค่า RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น
4. ในสถานการณ์เดียวกัน เมื่อการแจกแจงของตัวแปรอิสระต่างกัน ค่า RMSE ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา การประกันภัย
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต วีไลรัตน์ ประยูรเชียร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษารวม

C724092 : MAJOR INSURANCE

KEY WORD: NONPARAMETRIC / SIMPLE LINEAR REGRESSION / RIGHT-CENSORED DATA

WILAIRAT PRAYULTEAN : NONPARAMETRIC ESTIMATION OF PARAMETERS IN SIMPLE LINEAR REGRESSION WITH RIGHT CENSORED RESPONSE VARIABLE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHA KDI, M.S. 207 pp. ISBN 974-637-652-7.

The objective of this study is to compare methods of estimating a response variable in the simple linear regression equation which has a type I right censored response variable. The methods of estimating parameters of the regression equation under consideration in this study are the Ordinary Least Squares Method, Miller's Estimator, the modified Kaplan-Meier Least Square Method and the Buckley and James Method. The comparison was done under conditions of sample sizes 20,30,40,50 and 60 with the percentages of censoring 10%,20%,30% and 40% respectively. The residual distributions are Normal, Lognormal and Weibull. The independent variable distributions are Normal and Weibull. The fixed censoring values are $\text{mean} + 0.5\sigma_T$, σ_T and $1.5\sigma_T$ when σ_T is the standard deviation of the response variable data. The data for this experiment were generated through the Monte Carlo simulation technique. The experiment was repeated 1,000 times under each condition in estimating parameters and evaluating the square root of mean square error(RMSE) of estimating the response variable. From this study, the insurance companies suitably assign benefit, premium rate and a financial planning by choosing the loss estimating methods efficiently.

Results of the study are as follows :-

1. When the percentages of censoring are small(10%,20%), the RMSE of Ordinary Least Squares method is less than other methods. When the percentages of censoring are large(30%,40%), the RMSE of Buckley and James method is less than other methods.
2. Under all conditions in this study, the RMSE of each method increase as the fixed censoring values increase.
3. In case of residuals having Lognormal distribution and Weibull distribution, the RMSE increases as the percentage of censoring increases.
4. Under the same condition , the RMSE of estimates are almost the same when the independent variable distributions are different.

ภาควิชา.....สถิติ.....

สาขาวิชา.....การประกันภัย.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิติ.....วิไลรัตน์ ประยูรเชษฐ์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรีกษา ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างยิ่ง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์มัลลิกา บุนนาค รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร และรองศาสตราจารย์วิธภา ประกอบผล ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติที่ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้เขียนจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณแม่ พี่ชาย น้องชาย น้องสาว และเพื่อนร่วมงาน ที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุน ช่วยเหลือจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

วิไลรัตน์ ประยูรเรียร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	5
1.6 เกณฑ์การตัดสินใจ.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	9
2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	9
2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์.....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3.1 แผนการทดลอง.....	34
3.2 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย.....	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	47
4.1 ผลการศึกษาเมื่อค่าตลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ.....	48
4.2 ผลการศึกษาเมื่อค่าตลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบทอกรนอร์มอล.....	78
4.3 ผลการศึกษาเมื่อค่าตลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไวบูลต์.....	108
 บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	 138
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	138
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	141
 รายการอ้างอิง.....	 144
ภาคผนวก ก	146
ภาคผนวก ข	151
ภาคผนวก ค	172
ประวัติผู้เขียน.....	207

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 8.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	49
4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 11.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	54
4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	59
4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 8.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	64
4.5 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 11.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	69
4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง (P).....	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 8.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ N(34,144) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P).....	79
4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 11.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ N(34,144) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P).....	84
4.9 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ N(34,144) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P).....	89
4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 8.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ W(3.3,38) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P).....	94
4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 11.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ W(3.3,38) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(F).....	99
4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14.5 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล LN(-5.5,7.3) และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ W(3.3,38) จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P).....	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 10 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	109
4.14 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 12 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	114
4.15 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	119
4.16 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 10 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	124
4.17 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 12 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	129
4.18 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของการประมาณค่าที่ถูกตัดทิ้งที่ 14 เมื่อค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ และตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกต้องทิ้ง(P).....	134

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงแผนภาพของการทดลอง.....	11
2.2 แสดงตัวอย่างลักษณะต่างๆ ของฟังก์ชันการสูญเสีย $h(t)$ ในรูปแบบต่างๆ.....	14
2.3 แสดงการแจกแจงแบบปกติ.....	15
2.4 แสดงการแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอล.....	16
2.5 แสดงการแจกแจงแบบไวบูลล์.....	17
3.1 แสดงฟังก์ชันสำหรับหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณทั้ง 4 วิธี.....	38
3.2 แสดงการแจกแจงแบบปกติ.....	39
3.3 แสดงการแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอล.....	40
3.4 แสดงการแจกแจงแบบไวบูลล์.....	41
4.1 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 8.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P)	50
4.2 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 11.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P)	55
4.3 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 14.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P)	60
4.4 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 8.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลล์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง(P)	65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตามที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภทที่ 1 ที่ 11.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P)	70
4.6 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตามที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภทที่ 1 ที่ 14.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ $N(0,36)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P)	75
4.7 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตามที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภทที่ 1 ที่ 8.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอการิธึม $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	80
4.8 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตามที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภทที่ 1 ที่ 11.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอการิธึม $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	85
4.9 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตามที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภทที่ 1 ที่ 14.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอการิธึม $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 8.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอล $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระ แจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของ ข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	95
4.11 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 11.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอล $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระ แจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของ ข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	100
4.12 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 14.5 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกลอนอร์มอล $LN(-5.5,7.3)$ ตัวแปรอิสระ แจกแจงแบบไวบูลต์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของ ข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง (P).....	105
4.13 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 10 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	110
4.14 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 12 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลต์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	115

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 14 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลล์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ปกติ $N(34,144)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	120
4.16 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 10 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลล์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ไวบูลล์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	125
4.17 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 12 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลล์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ไวบูลล์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	130
4.18 การเปรียบเทียบ RMSE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี ในการประมาณค่าตัวแปรตาม ที่ถูกตัดทิ้งในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อตัวแปรตามถูกตัดทิ้งทางขวาประเภท ที่ 1 ที่ 14 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบไวบูลล์ $W(0.5,1)$ ตัวแปรอิสระแจกแจงแบบ ไวบูลล์ $W(3.3,38)$ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(N) และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ถูกตัด ทิ้ง (P).....	135
5.1 แสดงผลการวิจัยเมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ.....	139
5.2 แสดงผลการวิจัยเมื่อค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบลอการิธึมและไวบูลล์.....	140
5.3 แสดงแผนผังการนำไปใช้.....	142