

การประมาณค่าฟังก์ชันการอุปสงค์ในกรณีที่มีข้อมูลมีการตัดปลาย
ด้วยวิธีนอนพารามเมตริก



นางสาววิริยา นิมนวด

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-048-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**NONPARAMETRIC ESTIMATION OF THE SURVIVAL FUNCTION
WITH CENSORED DATA**



MISS WIRIYA NIMNUAN

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
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 974-638-048-6

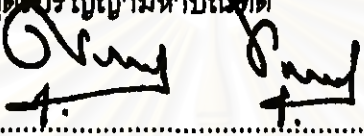
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประมาณค่าฟังก์ชันการหยุดในกรณีที่มีข้อมูลมีการตัดปลาย ด้วยวิธีนอนพาราเมตริก

โดย นางสาววิริยา นิ่มนวล

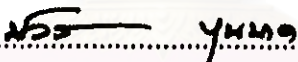
ภาควิชา สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุญนาค)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)


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


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ตุงศ์วัฒนา)

วิชา นิมนวล : การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดในกรณีที่ข้อมูลมีการตัดปลาย ด้วยวิธีนอนพาราเมตริก (NONPARAMETRIC ESTIMATION OF THE SURVIVAL FUNCTION WITH CENSORED DATA) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ร.อ. มานพ วราภักดิ์, 212 หน้า, ISBN 974-638-048-6.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดสำหรับกรณีที่ข้อมูลที่มีค่าถูกตัดทิ้งประเภทที่ 1 โดยวิธีการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ 1) วิธีลิมิตผลคูณ (Product Limit Method) 2) วิธีทางคณิตศาสตร์ประกันชีวิต (Actuarial Method) 3) วิธีประมาณแบบคลาสสิก (Classical Estimation Method) 4) วิธีนอนพาราเมตริกแบบเบย์ (Bayesian Nonparametric Method) ที่มีการแจกแจงก่อน (Prior Distribution) เป็นกระบวนการดิริชเลต์ (Dirichlet Process) และกระบวนการโฮโมจีเนียสอย่างง่าย (A Simple Homogeneous Process) สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ ลอการอรัมมอล และพาเรโต โดยทำการเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10, 20, 30, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งของข้อมูลเป็น 20%, 30%, 40% และ 50% ซึ่งจะกำหนดเวลาสิ้นสุดการศึกษาไว้ล่วงหน้า ให้มีค่าน้อยกว่า เท่ากับ และมากกว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของระยะเวลาอยู่รอดเป็นระยะห่าง 25%, 50%, 75% และ 100% โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำๆ กัน 1,000 ครั้ง สำหรับแต่ละสถานการณ์เพื่อหาค่าฟังก์ชันการอยู่รอด ณ จุดเวลาตั้งแต่ 1 จนถึงเวลาสิ้นสุดการศึกษาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (เพิ่มขึ้นทีละ 1) ของการประมาณค่าฟังก์ชันทั้ง 4 วิธี โดยการวิจัยในครั้งนี้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในทางด้านการประกันชีวิต เช่น นำไปประยุกต์ทางด้านการศึกษาความคงอยู่ของกรมธรรม์ประกันชีวิต เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผนทางการเงิน และการลงทุนในระยะยาว

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สำหรับเวลาสิ้นสุดการศึกษาที่กำหนดไว้ล่วงหน้ามีค่าเท่ากับ 2.0 - 5.0 ค่า MAPE ของการประมาณทั้ง 4 วิธีมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งของข้อมูลเพิ่มขึ้น และพบว่าวิธีประมาณแบบคลาสสิก เป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE น้อยที่สุด
2. สำหรับเวลาสิ้นสุดการศึกษาที่กำหนดไว้ล่วงหน้ามีค่าเท่ากับ 6.0 - 7.0 ค่า MAPE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี จะมีค่าลดลงที่เปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งของข้อมูลค่าหนึ่ง และค่า MAPE จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งเพิ่มขึ้น และพบว่าวิธีลิมิตผลคูณ, วิธีทางคณิตศาสตร์ประกันชีวิต และวิธีนอนพาราเมตริกแบบเบย์ เป็นวิธีประมาณค่าที่ให้ค่า MAPE ใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าวิธีการประมาณแบบคลาสสิก
3. สำหรับเวลาสิ้นสุดการศึกษาที่กำหนดไว้ล่วงหน้ามีค่าเท่ากับ 8.0 - 10.0 ค่า MAPE ของการประมาณทั้ง 4 วิธี จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์การตัดทิ้งของเพิ่มขึ้น และพบว่าวิธีลิมิตผลคูณ, วิธีทางคณิตศาสตร์ประกันชีวิต และวิธีนอนพาราเมตริกแบบเบย์ เป็นวิธีประมาณค่าที่ให้ค่า MAPE ใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าวิธีการประมาณแบบคลาสสิก
4. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่า MAPE ของทั้ง 4 วิธี จะลดลง

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา การประกันภัย
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

** C724103 : MAJOR INSURANCE

KEY WORD: NONPARAMETRIC / SURVIVAL FUNCTION / CENSORED DATA

WIRIYA NIMNUAN : NONPARAMETRIC ESTIMATION OF THE SURVIVAL FUNCTION WITH
CENSORED DATA. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, M.S.
212 pp. ISBN 974-638-048-6.

The objective of this study is to compare nonparametric methods of estimating survival function which has a type I right censored data. The methods of estimating under considerations in this study are the Product Limit Method, the Actuarial Method, the Classical Method, and the Bayesian Nonparametric Method. For the last method, its prior distribution are Dirichlet Process and Homogeneous Process. The future life time distributions are Weibull, Lognormal and Pareto. The comparison was done under conditions of sample sizes 10,20,30,50 and 100 with the percentages of censoring 20%,30%,40%, and 50%, respectively. The fixed censoring values are equal, less than, and more than 25%, 50%, 75%, 100% of mean distribution. 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 survival function. This study is useful for life insurance business that can be applied in studying persistency of life insurance policy for further financial planning and long term investment.

Results of the study are as follows :-

1. When the fixed censoring are between 2.0 to 5.0 the MAPE of each method decreases as the percentages of censoring increases. The MAPE of Classical method is less than Product Limit method, Actuarial method, and Bayesian Nonparametric method.
2. When the fixed censoring are between 6.0 to 7.0 the MAPE of each method decreases with some percentages of censoring and increases with other percentages of censoring increases. The MAPE of Product Limit method, Actuarial method, and Bayesian Nonparametric method are less than Classical method.
3. When the fixed censoring are between 8.0 to 10.0 the MAPE of each method decreases as the percentages of censoring increases. The MAPE of Product Limit method, Actuarial method, and Bayesian Nonparametric method are less than Classical method.
4. The MAPE of estimates are decrease as the sample sizes are increased.

ภาควิชา.....สถิติ.....

สาขาวิชา.....การประกันภัย.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาอย่างสูง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ.มานพ วรรณศักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์มัลลิกา มุนนาค ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ตุงศ์วัฒนา กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นอันมีคุณค่ายิ่งต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติที่ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย น้องชาย น้องสาว และเพื่อร่วมงาน ตลอดจนท่านต่างๆ ที่มีได้ก่อดาวนาม ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนทางด้านต่างๆ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอจารึกคุณูปการและประโยชน์ที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แต่คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย และคณาจารย์ผู้สร้างความรู้ ความคิด และเป็นกำลังใจ กำลังศรัทธาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

วิริยา นิมนวล

สถาบันวิทยะวิริย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 ขอบตกลงเบื้องต้น.....	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	5
1.6 เกณฑ์การตัดสินใจ.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	8
2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	8
2.1.1 ประเภทของการถูกตัด.....	8
2.1.2 ฟังก์ชันการอยู่รอดและฟังก์ชันการสูญเสีย.....	12
2.1.3 วิธีการประมาณค่า.....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 แผนการทดลอง.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย.....	30
3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	33
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	35
4.1 ผลการศึกษาเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์.....	38
4.2 ผลการศึกษาเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบลอการิทึม.....	79
4.3 ผลการศึกษาเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบทราเวโร.....	120
4.4 ผลการศึกษาสำหรับกรณีศึกษาที่ทำการศึกษากิจกรรมประเภทละมดทรัพย์.....	161
4.5 ผลการศึกษาสำหรับกรณีศึกษาที่ทำการศึกษากิจกรรมประเภทตลอดชีพ.....	172
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	183
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	183
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	186
รายการอ้างอิง.....	189
ภาคผนวก ก	190
ภาคผนวก ข	195
ประวัติผู้เขียน.....	212

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงค่าฟังก์ชันการอุปราคา ($S(t)$) ของการแจกแจงแบบไวบูลล์ ลอกนอร์มอล และพาเรโต.....	37
4.1.1	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N=10$	41
4.1.2	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N=20$	46
4.1.3	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N=30$	51
4.1.4	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N=50$	56
4.1.5	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N=100$	61
4.1.6	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคา และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 10$	64
4.1.7	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคา และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 20$	67
4.1.8	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคา และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 30$	70
4.1.9	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคา และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 50$	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.1.10	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ N = 100.....	76
4.2.1	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N=10.....	82
4.2.2	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N=20.....	87
4.2.3	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N=30.....	92
4.2.4	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N=50.....	97
4.2.5	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N=100.....	102
4.2.6	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N = 10.....	105
4.2.7	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N = 20.....	108
4.2.8	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N = 30.....	111
4.2.9	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล N = 50.....	114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.2.10	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม N = 100.....	117
4.3.1	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=10.....	123
4.3.2	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=20.....	128
4.3.3	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=30.....	133
4.3.4	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=50.....	138
4.3.5	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามวิธีการ ประมาณ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=100.....	143
4.3.6	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 10.....	146
4.3.7	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 20.....	149
4.3.8	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 30.....	152
4.3.9	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 50.....	155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.3.10	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เมื่อกำหนดเวลาสิ้นสุดเท่ากับ 5.0 สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N=100.....	158
4.4.1	แสดงค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากกรณีศึกษา สำหรับกรรมธรรมประเภทสะสมทรัพย์ จำแนกตามวิธีการประมาณ.....	162
4.4.2	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างกรรมธรรมประเภท สะสมทรัพย์ จำแนกตามวิธีประมาณ จำนวน 100 กรรมธรรม.....	
4.4.3	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล จำแนกตามวิธีประมาณ กำหนด PC = 50% และ N = 100	163
4.4.4	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามวิธีประมาณ กำหนด PC = 50% และ N = 100	165
4.5.1	แสดงค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากกรณีศึกษา สำหรับกรรมธรรมประเภทตลอดชีพ จำแนกตามวิธีการประมาณ.....	169
4.5.2	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างกรรมธรรมประเภท ตลอดชีพ จำแนกตามวิธีประมาณ จำนวน 100 กรรมธรรม.....	172
4.5.3	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล จำแนกตามวิธีประมาณ กำหนด PC = 40% และ N = 100	175
4.5.4	แสดงค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ จำแนกตามวิธีประมาณ กำหนด PC = 40% และ N = 100	178
		181

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงการเกิดค่าถูกตัดแบบสุ่ม.....	10
2.2	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t), S(t)$ และ $h(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบไวบูลล์.....	14
2.3	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t), S(t)$ และ $h(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบลอกนอรัมอล.....	16
2.4	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t), S(t)$ และ $h(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบพาเรโต.....	17
2.5	เปรียบเทียบฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงแบบไวบูลล์, ลอกนอรัมอล และพาเรโต.....	17
2.6	เปรียบเทียบฟังก์ชันสะสมของการแจกแจงแบบไวบูลล์, ลอกนอรัมอล และพาเรโต...	18
2.7	เปรียบเทียบฟังก์ชันการอยู่รอดของการแจกแจงแบบไวบูลล์, ลอกนอรัมอล และพาเรโต.....	18
3.1	แสดงขั้นตอนการวิจัย.....	34
4.1.1	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามเวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 10$	42
4.1.2	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามเวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 20$	47
4.1.3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามเวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 30$	52
4.1.4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามเวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 50$	57
4.1.5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตามเวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ $N = 100$	62

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.1.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากการแจกแจงแบบไวบูลล์ กับค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดจากการวิจัย เมื่อ $N = 10$	65
4.1.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากการแจกแจงแบบไวบูลล์ กับค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดจากการวิจัย เมื่อ $N = 20$	68
4.1.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากการแจกแจงแบบไวบูลล์ กับค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดจากการวิจัย เมื่อ $N = 30$	71
4.1.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากการแจกแจงแบบไวบูลล์ กับค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดจากการวิจัย เมื่อ $N = 50$	74
4.1.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากการแจกแจงแบบไวบูลล์ กับค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดจากการวิจัย เมื่อ $N = 100$	77
4.2.1	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม $N = 10$	83
4.2.2	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม $N = 20$	88
4.2.3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม $N = 30$	93
4.2.4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม $N = 50$	98

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.2.5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอการิทึม N = 100.....	103
4.2.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการขจัดจากการแจกแจงแบบลอการิทึม มอดกับค่าประมาณฟังก์ชันการขจัดจากการวิจัย เมื่อ N = 10.....	106
4.2.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการขจัดจากการแจกแจงแบบลอการิทึม มอดกับค่าประมาณฟังก์ชันการขจัดจากการวิจัย เมื่อ N = 20.....	109
4.2.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการขจัดจากการแจกแจงแบบลอการิทึม มอดกับค่าประมาณฟังก์ชันการขจัดจากการวิจัย เมื่อ N = 30.....	112
4.2.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการขจัดจากการแจกแจงแบบลอการิทึม มอดกับค่าประมาณฟังก์ชันการขจัดจากการวิจัย เมื่อ N = 50.....	115
4.2.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการขจัดจากการแจกแจงแบบลอการิทึม มอดกับค่าประมาณฟังก์ชันการขจัดจากการวิจัย เมื่อ N = 100.....	118
4.3.1	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 10....	124
4.3.2	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 20...	129
4.3.3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 30...	134
4.3.4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 50...	139
4.3.5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) จำแนกตาม เวลาสิ้นสุดการจัดเก็บข้อมูล สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบพาเรโต N = 100..	144

ตารางรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.3.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากการแจกแจงแบบพาเรโต กับค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาจากการวิจัย เมื่อ $N = 10$	147
4.3.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากการแจกแจงแบบพาเรโต กับค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาจากการวิจัย เมื่อ $N = 20$	150
4.3.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากการแจกแจงแบบพาเรโต กับค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาจากการวิจัย เมื่อ $N = 30$	153
4.3.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากการแจกแจงแบบพาเรโต กับค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาจากการวิจัย เมื่อ $N = 50$	156
4.3.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากการแจกแจงแบบพาเรโต กับค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาจากการวิจัย เมื่อ $N = 100$	159
4.4.1	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t)$ และ $S(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบ ลอกกอนอร์มอล.....	163
4.4.2	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t)$ และ $S(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบ ไวบูลล์.....	163
4.4.3	กราฟแสดงค่าฟังก์ชันการอุปราคาจากกรณีศึกษาสำหรับกรรมวิธีประเภทสะสม ทรัพย์ จำนวน 1,368 กรรมวิธี กับค่าฟังก์ชันการอุปราคาที่ได้จากการแจกแจง แบบลอกกอนอร์มอล และไวบูลล์.....	164
4.4.4	กราฟแสดงค่าฟังก์ชันการอุปราคาที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างกรรมวิธีประเภทสะสม ทรัพย์ จำนวน 100 กรรมวิธี และค่าประมาณฟังก์ชันการอุปราคาที่ได้จากการ สร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกกอนอร์มอล และไวบูลล์ ที่ $PC = 50\%$	169
4.5.1	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t)$ และ $S(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบ ลอกกอนอร์มอล.....	174
4.5.2	แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $f(t), F(t)$ และ $S(t)$ เมื่อมีการแจกแจงแบบ ไวบูลล์.....	174

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5.3	กราฟแสดงค่าฟังก์ชันการอยู่รอดจากกรณีศึกษา สำหรับกรรมธรรมประเภทตลอดชีพ จำนวน 1,098 กรรมธรรม กับค่าฟังก์ชันการอยู่รอดที่ได้จากการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล และไวบูลล์.....	175
4.5.4	กราฟแสดงค่าฟังก์ชันการอยู่รอดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างกรรมธรรมประเภทตลอดชีพ จำนวน 100 กรรมธรรม และค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดที่ได้จากการสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล และไวบูลล์ ที่ $PC = 40\%$	180
5.1	แสดงผลการวิจัย.....	185
5.2	แสดงแผนผังการนำไปใช้.....	187