มูลค่าความเสี่ยงจากการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม

นางสาวยุพาภรณ์ ด่านวัฒนาพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VALUE AT RISK FROM POISSON-BINOMAIL DISTRIBUTION

Miss Yupaporn Danwattanapong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Statistic

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491162

หัวข้อวิทยานิพนธ์	มูลค่าความเสี่ยงจากการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม
โดย	นางสาวยุพาภรณ์ ด่านวัฒนาพงษ์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดนุชา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วานิชย์บัญชา)

นางสาวขุพาภรณ์ ด่านวัฒนาพงษ์ : มูลค่าความเสี่ยงจากการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม
(VALUE AT RISK FROM POISSON-BINOMAIL DISTRIBUTION)
อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์, 93 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามูลค่าความเสี่ยงของการลงทุนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อลูกค้ามีมูลค่าความสูญเสียเท่ากันทั้งหมด แต่มีความน่าจะเป็นของมูลค่าความสูญเสียแต่ละรายไม่เท่ากันและการแจกแจงของความน่าจะเป็นของมูลค่าความสูญเสียมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอจากสมมติฐานว่าความน่าจะเป็นของมูลค่าความสูญเสียเป็นค่าที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติค โดยที่ลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน (มูลค่าความเสี่ยงของลูกค้ามีการแจงแจงแบบปัวส์ซอง-ทวินาม) พร้อมทั้งประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง และการแจกแจงปกติมาตรฐาน และเปรียบเทียบการประมาณค่ามูลค่าความเสี่ยงของลูกค้าซึ่งมีการแจงแจงแบบปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซองและการแจกแจงปกติมาตรฐาน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากกการจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล ทำการศึกษาในช่วงความน่าจะเป็น 0.00 – 0.10, 0.50 – 0.60, 0.90 – 1.00, 0.00 – 1.00, 0.00 – 0.50, 0.25 – 0.75 และ 0.50 – 1.00 สำหรับในแต่ละช่วงความน่าจะเป็นศึกษาจำนวนคนทั้งหมด ดังนี้ 200, 400, 600, 800 และ1000 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ จากฟังก์ชันการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม การประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซองและการแจกแจงปกติมาตรฐาน กราฟที่ได้เป็นรูประฆังคว่ำ เมื่อจำนวนคนทั้งหมดเพิ่มขึ้น อัตราส่วนระหว่างจำนวนคนกับมูลค่าความเสี่ยงลดลง นั่นคือ เมื่อจำนวนลูกค้าทั้งหมดมากขึ้นจะเป็นการลดความเสี่ยงของการลงทุน มูลค่าความเสี่ยงที่ได้จากการประมาณด้วยการแจกแจงปัวส์ซองและการแจกแจงปกติมาตรฐานมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงมาก กล่าวคือ ให้ค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเสมอ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดเพียง 4.25%

การประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซองและการแจกแจงปกติมาตรฐานจะมีประสิทธิภาพเมื่อความน่าจะเป็นมีค่าน้อยๆ และมีช่วงความน่าจะเป็นไม่มาก

ภาควิชาสถิติ ลายมือชื่อนิสิต ขุพาภรณ์ ด่านวัฒนาพงษ์
สาขาวิชาสถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

4782336126 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD: VALUE AT RISK (VaR) / CONDITIONAL BERNOULLI DISTRIBUTION /POISSON-BINOMAIL / LOGISTIC REGRESSION

YUPAPORN DANWATTANAPONG: VALUE AT RISK FROM POISSON-BINOMAIL DISTRIBUTION.

THESIS ADVISOR : SEKSAN KIATSUPAIBUL,Ph.D., 93 pp.

The objective of this research is to study the value at risk (VaR) of investment at confidence interval 95% when the clients have equal loss, which the probability of the loss of each clients are not equal and the distribution of the probability has the Uniform distribution, from the assumption that the probability of the loss is calculated by Logistic regression where the clients are independent (the value at risk of clients has Poisson-Binomial distribution)The distribution of a Poisson-Binomial can be approximated by the Poisson distribution and the Standard normal distribution. The value at risk from the Poisson-Binomial distribution is compared with the value at risk from the approximation by Poisson distribution and Standard normal distribution. The study used data from simulation and used the Momte Carlo method in the probability intervals 0.00 – 0.10, 0.50 – 0.60, 0.90 – 1.00, 0.00 – 1.00, 0.00 – 0.50, 0.25 – 0.75 and 0.50 – 1.00. The sample sizes are 200, 400, 600, 800 and 1000.

The results of this research showed that the graphs of the Poisson-Binomial distribution function, the approximation from the Poisson distribution and the Standard normal distribution are bell shapes. The rate between the sample sizes and the value at risk decreased when the sample sizes increased. That means the increasing of the whole number of clients is the decreasing of the risk of investment. The value at risk from the approximation by Poisson distribution and Standard normal distribution is very similar to the value at risk from the Poisson-Binomial distribution. Specifically, the values from Poisson and Standard normal are always greater than or equal to the value from Poisson-Binomial distribution with the maximum percent at 4.25% .

The Poisson distribution and the Standard normal distribution have the efficiency when the probability is small and the probability interval is narrow.

Department Statistics Student's signature Yupaporn Danwattanapong

Field of study Statistics Advisor's signature Seksan Kiatsupaibul

Academic year 2006

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยของกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบไปด้วย รศ.ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา ผู้เป็นประธานกรรมการ และรศ.ดร.กัลยา วานิชย์บัญชา ผู้เป็นกรรมการที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอบกราบขอบพระคุณบิดาผู้ล่วงลับที่เป็นแรงบันดาลใจ ผลักดันให้ผู้วิจัยเข้าศึกษาต่อในคณะพาณิชยศาสตรและการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้ ขอกราบขอบพระคุณมารดาผู้เป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมาโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชนันท์ ลิ่วเฉลิมวงศ์ และ ศิริลักษณ์ ชัยโชณิชย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 4

1.5 ขอบเขตการวิจัย 5

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย 6

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม 7

2.2 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบอร์นูลี 8

2.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม 9

2.4 มูลค่าความเสี่ยง 10

2.5 ฟังก์ชันการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม 11

2.6 การประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 12

2.7 ทฤษฎีบทของ Le Cam 12

2.8 การประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน 12

2.9 ทฤษฎีบทของ K.Neammanee 13

2.10 ทฤษฎีบทของ Volkova 13

2.11 การจำลองแบบด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล 14

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 16
3.1 แผนการดำเนินการวิจัย 16
3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 17
3.3 การคำนวณค่าต่างๆ ในการร่วมวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยงและมูลค่าความเสี่ยงจากฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินาม 18
3.4 การคำนวณค่าต่างๆ ในการร่วมวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง และมูลค่าความเสี่ยงจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 20
3.5 การคำนวณค่าต่างๆ ในการร่วมวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน และมูลค่าความเสี่ยงจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน 25

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 31
4.1 ฟังก์ชันการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินาม 31
4.2 การประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง และการแจกแจงปกติมาตรฐาน 39

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 75
5.1 สรุปผลการวิจัย 75
5.2 ข้อเสนอแนะ 80

รายการอ้างอิง 81
บรรณานุกรม 82
ภาคผนวก 84
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 93

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงจำนวนรอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของวิธีที่ 1 33

4.2 แสดงความน่าจะเป็นบางค่าที่ไม่สอดคล้องกับคุณสมบัติความน่าจะเป็นจากวิธีที่ 1 33

4.3 แสดงจำนวนคนของมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินาม 35

4.4 แสดงค่าคาดหวังจากฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินาม 36

4.5 แสดงความแปรปรวนจากฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินาม 37

4.6 แสดงมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินาม 37

4.7 แสดงจำนวนคนของมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 52

4.8 แสดงผลต่างมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 53

4.9 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลต่างมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 53

4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ความตรงกันของมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 54

4.11 แสดงผลรวมความคลาดเคลื่อนระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 55

4.12 แสดงมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง 56

4.13 แสดงจำนวนคนของมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน 70

4.14 แสดงผลต่างมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน 71

4.15 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลต่างมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน 71

ตารางที่ หน้า

4.16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความตรงกันของมูลค่าความเสี่ยงระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน..... 72

4.17 แสดงผลรวมความคลาดเคลื่อนระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยตรงและฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน..... 73

4.18 แสดงมูลค่าความเสี่ยงจากการคำนวณฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง - ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน..... 74

สารบัญภาพ

แผนภาพที่ หน้า

4.1 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 1 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.1)..... 40

4.2 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 1 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.1)..... 41

4.3 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 2 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 0.6)..... 42

4.4 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 2 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 0.6)..... 43

4.5 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 3 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.9 – 1)..... 44

4.6 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 3 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.9 – 1)..... 44

4.7 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 4 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 - 1)..... 45

4.8 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 4 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 - 1)..... 46

4.9 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 5 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.5)..... 47

แผนภาพที่ หน้า

4.10 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 5 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.5)..... 48
4.11 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 6 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.25 – 0.75)..... 49
4.12 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 6 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.25 – 0.75)..... 50
4.13 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 7 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 1)..... 50
4.14 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปัวส์ซอง ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 7 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 1)..... 50
4.15 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 1 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.1)..... 58
4.16 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 1 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.1)..... 59
4.17 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน ทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 2 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 0.6)..... 60
4.18 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐาน ทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 2 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 0.6)..... 61
4.19 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 3 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.9 – 1)..... 62

แผนภาพที่ หน้า

4.20 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 3 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.9 – 1)..... 62
4.21 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 4 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 1)..... 63
4.22 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 4 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 1)..... 64
4.23 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 5 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.5)..... 65
4.24 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 5 ความน่าจะเป็นในช่วง 0 – 0.5)..... 66
4.25 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 6 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.25 – 0.75)..... 67
4.26 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 6 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.25 – 0.75)..... 68
4.27 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1 รอบ (กรณี 7 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 1)..... 69
4.28 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปัวส์ซอง-ทวินามจากการประมาณการแจกแจงปัวส์ซอง-ทวินามโดยการแจกแจงปกติมาตรฐานทำการประมวลผล 1000 รอบ (กรณี 7 ความน่าจะเป็นในช่วง 0.5 – 1)..... 69