ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION FOR LOSS DISTRIBUTIONS WITH LEFT AND RIGHT TRUNCATED GROUP DATA

Miss Tosaporn Talangtam

A Thesis submitted in Partial fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-147-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหายที่มีข้อมูลเป็นแบบกลุ่มถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา
โดย	นางสาวทศพร แถลงธรรม
ภาควิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จลีพร โกลากุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ทศพร แถลงธรรม : การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงความเสียหาย ที่มีข้อมูลเป็นแบบกลุ่มถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา (A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION FOR LOSS DISTRIBUTIONS WITH LEFT AND RIGHT TRUNCATED GROUP DATA)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ร.อ. มานพ วรภักดิ์, 171 หน้า. ISBN 974-636-147-3.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับข้อมูลแบบกลุ่มที่ถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา ซึ่งเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในรูปรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และวิธีไค-สแคว์ต่ำสุด การแจกแจงที่ศึกษามีลักษณะเบ้ขวา คือ การแจกแจงไวบูลล์ และการแจกแจงลอกนอร์มอล

ขนาดตัวอย่างเป็น 100 300 500 700 และ 1,000 ตามลำดับ ค่าตัดปลายทางซ้ายเป็น 1,000 และ 2,000 ค่าตัดปลายทางขวา 100,000 150,000 และ 200,000 เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาของข้อมูลเท่ากับ 5% 10% 15% 20% 25% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง สำหรับข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองนี้ จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล และกระทำซ้ำกัน 1,000 ครั้งในแต่ละกรณี

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลแบบกลุ่มที่ถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา สรุปผลได้ดังนี้

สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลล์และลอกนอร์มอล ทุก ๆ ขนาดตัวอย่าง ทุกระดับค่าตัดปลายทางซ้าย ค่าตัดปลายทางขวา และทุก ๆ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาของข้อมูล วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด จะให้ค่า RMSE ต่ำสุด รองลงมาคือวิธี ไค-สแคว์ต่ำสุด และวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ตามลำดับ ซึ่งการแจกแจงแบบไวบูลล์ วิธีไค-สแคว์ต่ำสุดจะให้ค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต ทศพร แถลงธรรม
สาขาวิชา การประกันภัย ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C724068 : MAJOR INSURANCE

KEY WORD: LOSS DISTRIBUTIONS / LEFT AND RIGHT TRUNCATED / GROUP DATA

TOSAPORN TALANGTAM: A COMPARISON OF PARAMETER ESTIMATION FOR LOSS DISTRIBUTIONS WITH LEFT AND RIGHT TRUNCATED GROUP DATA.

THESIS ADVISOR : ASST.PROF.CAPT. MANOP VARAPHAKDI, 171 pp. ISBN 974-636-147-3.

The objective of this study is to compare the parameter estimations for loss distributions with left and right truncated group data by comparing RMSE (square root of mean square error). The methods of parameter estimation are Least Squares, Maximum Likelihood, and Minimum Chi-Square. The distributions are used in case of skew distribution functions.They are Weibull Distribution and Lognormal Distribution.

Sample sizes are 100, 300, 500, 700 and 1,000. Left truncated points are 1,000 and 2,000,right truncated points are 100,000, 150,000, and 200,000. Percentages of right truncated data are 5% 10% 15% 20% 25% and 30% of sample sizes. Data are obtained through simulation using Monte Carlo Technique, repeat 1,000 times.

The results of the study are as follows:

For Weibull and Lognormal Distributions, any sample size, each left truncated point, each right truncated point, and each percentage of right truncated data, the RMSE of Maximum Likelihood Method is the lowest, following by Minimum Chi-Square Method and Least-Squares Method respectively. In Weibull Distribution, the RMSE of Minimum Chi-Square and Maximum Likelihood Method are rather the same.

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต ทศพร แก้วงธรรม

สาขาวิชา การประกันภัย ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ จลีพร โกลากุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพันโททองพันธ์ และคุณแม่เพ็ญศรี แถลงธรรม ที่ส่งเสริมและสนับสนุนในการศึกษาผู้วิจัยเสมอมา และขอกราบขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้โดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ทศพร แถลงธรรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานของการวิจัย 3

ข้อตกลงเบื้องต้น 3

ขอบเขตการวิจัย 4

เกณฑ์การตัดสินใจ 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 7

การแจกแจงที่ใช้ในการวิจัย 7

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย 10

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 19

ลักษณะข้อมูล 19

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล 19

วิธีการวิจัย 21

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่า 34

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล 35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย 36

บทที่ 4 ผลการวิจัย 39

ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ 35

ข้อมูลมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล 81

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 122

สรุปผลการวิจัย 122

ข้อเสนอแนะ 123

รายการอ้างอิง 125

ภาคผนวก 126

ภาคผนวก ก 126

ภาคผนวก ข 131

ภาคผนวก ค 134

ภาคผนวก ง 142

ประวัติผู้วิจัย 171

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=10.0 42

4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=15.0 43

4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=20.0 44

4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=10.0 45

4.5 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=15.0 46

4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=20.0 47

4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=10.0 83

4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=15.0 84

4.9 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=20.0 85

4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=10.0 86

4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=15.0 87

4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของ
การประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=20.0 88

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงแบบไวบูลล์ที่มีค่าเฉลี่ยของการแจกแจงเท่ากับ 5 5
รูปที่ 1.2 แสดงฟังก์ชันการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยของการแจกแจงเท่ากับ 5 6
รูปภาพ 2.1 ฟังก์ชันการแจกแจงไวบูลล์ 8
รูปภาพ 2.1 ฟังก์ชันการแจกแจงลอกนอร์มอล 9
ผังงานของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย 36
รูปที่ 4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=10.0 48
รูปที่ 4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=15.0 51
รูปที่ 4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=20.0 54
รูปที่ 4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=10.0 57
รูปที่ 4.5 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=15.0 60
รูปที่ 4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ
จำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=20.0 63
รูปที่ 4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์
การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=10.0 66
รูปที่ 4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์
การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=15.0 68
รูปที่ 4.9 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์
การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.1 w=20.0 71
รูปที่ 4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์
การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=10.0 73

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=15.0 76
รูปที่ 4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ d =0.2 w=20.0 78
รูปที่ 4.13 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=10.0 89
รูปที่ 4.14 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=15.0 92
รูปที่ 4.15 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=20.0 95
รูปที่ 4.16 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=10.0 98
รูปที่ 4.17 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=15.0 101
รูปที่ 4.18 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง (n) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=20.0 104
รูปที่ 4.19 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=10.0 107
รูปที่ 4.20 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=15.0 109
รูปที่ 4.21 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.1 w=20.0 112
รูปที่ 4.22 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=10.0 114
รูปที่ 4.23 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=15.0 117
รูปที่ 4.24 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) กับเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล d =0.2 w=20.0 119

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนของการนำไปใช้ประโยชน์ 124

สัญลักษณ์ต่าง ๆ

n	จำนวนตัวอย่าง (จำนวนกรมธรรม์)
d	ค่าตัดปลายทางซ้าย (ค่ารับผิดส่วนแรก)
w	ค่าตัดปลายทางขวา (ค่ารับผิดสูงสุด)
k	จำนวนชั้นข้อมูล (จำนวนช่วงความเสียหาย)
$F(x)$	ฟังก์ชันการแจกแจง (สะสม)
$F_n(x)$	การแจกแจงเชิงการทดลอง (Empirical Distribution)
$f(x)$	ฟังก์ชัน (ความน่าจะเป็น) ความหนาแน่น
$f(x \mid d < x \le w)$	ฟังก์ชันความหนาแน่นที่มีเงื่อนไข เมื่อกำหนด $d < x \le w$
Y	ตัวแปรสุ่มของความเสียหายที่มีการบันทึก
X	ตัวแปรสุ่มของความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง
$F_Y(x)$	ฟังก์ชันความหนาแน่นสะสมของ Y
$F_X(x)$	ฟังก์ชันความหนาแน่นสะสมของ X
$f_Y(x)$	ฟังก์ชันความหนาแน่นของ Y
$f_X(x)$	ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X
$(c_{i-1}, c_i]$	ช่วงความเสียหาย $i = 1, 2, \ldots\ldots, k$
f_i	จำนวนกรมธรรม์ในกลุ่มชั้นที่ i
$E[X]$	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดหวังของ X
$Var[X]$	ความแปรปรวนของ X
$\phi(x)$	หมายถึง ฟังก์ชันความหนาแน่น $\exp\left(\frac{-x^2}{2}\right) / \sqrt{2\pi}$
$\Phi(x)$	หมายถึง ฟังก์ชันการแจกแจง $\int_{-\infty}^{x} \exp\left(\frac{-y^2}{2}\right) dy / \sqrt{2\pi}$
$U(a,b)$	การแจกแจงสม่ำเสมอในช่วงเปิด (a,b)
$\Gamma(\alpha)$	ฟังก์ชันแกมมา $\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)!$ เมื่อ α เป็นจำนวนเต็ม ≥ 1
$\alpha!$	$(\alpha)(\alpha - 1)\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$
$N(\mu, \sigma^2)$	การแจกแจงปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2