# การเปรียบเทียบการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับการแจกแจงแบบปกติ

นางสาวกนกพร แซ่อึ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-53-1936-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# A COMPARISON ON GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR NORMAL DISTRIBUTION

Miss Kanokporn Sae-Ung

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-1936-8

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การเปรียบเทียบการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับการแจกแจงแบบปกติ |
| โดย | นางสาวกนกพร แซ่อึ้ง |
| ภาควิชา | สถิติ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ |

---

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดนุชา คุณพนิชกิจ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
( รองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ )

.....กรรมการ
( รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร )

.....กรรมการ
( รองศาสตราจารย์ วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กนกพร แซ่อึ้ง : การเปรียบเทียบการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับการแจกแจงแบบปกติ
(A COMPARISON ON GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR NORMAL DISTRIBUTION)
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ร.อ.มานพ วราภักดิ์, 190 หน้า. ISBN 974-53-1936-8

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับการแจกแจงแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบ Filliben (r), ตัวสถิติทดสอบ $Z_A$ และตัวสถิติทดสอบ $Z_C$ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ได้แก่ ลอกนอร์มอล เบตา แกมมา ทีและจอห์นสัน ขนาดตัวอย่าง (n) คือ 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ณ ระดับนัยสำคัญ ($\alpha$ ) 0.01, 0.05 และ 0.10 ในการวิจัยครั้งนี้จำลองสถานการณ์การทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งทำการจำลองซ้ำ 1,000 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ ผลสรุปของการวิจัยมีดังนี้

**1. ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1**

ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณีที่ศึกษา

**2. อำนาจการทดสอบ**

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบใกล้เคียงปกติ ตัวสถิติทดสอบ $Z_C$ มีอำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกขนาด n ที่ $\alpha = 0.01$ และตัวสถิติทดสอบ r มีอำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกขนาด n ที่ $\alpha = 0.05$ และ 0.10

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบสมมาตรหางสั้น ตัวสถิติทดสอบ $Z_C$ มีอำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกขนาด n และทุก $\alpha$ แต่เมื่อสัมประสิทธิ์ความโด่ง $\gamma_2 \leq 1.24$ และ $n \geq 30$ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบสมมาตรหางยาว ตัวสถิติทดสอบ r มีอำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกขนาด n และทุก $\alpha$

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไม่สมมาตรหางสั้น ตัวสถิติทดสอบ $Z_A$ มีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกขนาด n และทุก $\alpha$ แต่เมื่อค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ความเบ้ $|\gamma_1| \geq 0.64$, $\gamma_2 \leq 2.14$ และ $n \geq 50$ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

กรณีประชากรมีการแจกแจงแบบไม่สมมาตรหางยาว ตัวสถิติทดสอบ $Z_A$ มีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกขนาด n และทุก $\alpha$ แต่เมื่อ $|\gamma_1| \geq 2$, $\gamma_2 \leq 9$, $n \geq 40$ ที่ $\alpha = 0.01$ หรือเมื่อ $|\gamma_1| \geq 1.64$, $\gamma_2 \geq 5.5$, ในทุกขนาด n ที่ $\alpha = 0.05$ and 0.10 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว แปรผันตามขนาดตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญ

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต กนกพร แซ่อึ้ง

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

## 4582153426 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : GOODNESS-OF-FIT / TYPE I ERROR / POWER OF THE TEST / FILLIBEN TEST STATISTIC / $Z_A$ TEST STATISTIC / $Z_C$ TEST STATISTIC

KANOKPORN SAE-UNG : A COMPARISON ON GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR NORMAL DISTRIBUTION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI , M.S. 190 pp. ISBN 974-53-1936-8

The objective of this research is to compare power of the test of three statistics for testing goodness-of-fit test for the normal distribution. The three test statistics are Filliben test statistic (r), $Z_A$ test statistic, and $Z_C$ test statistic. By considering the ability of controlling the probability of type I error and the power of the test when the population are lognormal, beta, gamma, t, and Johnson. Sample sizes (n) are 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, and 80. Significance levels ($\alpha$ ) are 0.01, 0.05 and 0.10. For this research, The power of the test are computed through the Monte Carlo Simulation method. This simulation is repeated 1,000 times in each situation. The results of this research can be summarized as follows:

**1. Probability of type I error.**

The three test statistics can control the probability of type I error for all situation.

**2. Power of the test.**

Case of populations are closed to normal distributions, $Z_C$ test statistic has the highest power for all n at $\alpha = 0.01$, and r test statistic has the highest power for all n at $\alpha = 0.05$ and 0.10.

Case of populations are symmetric short-tailed distributions, $Z_C$ test statistic has the highest power for all n and all $\alpha$ but when coefficient of kurtosis $\gamma_2 \leq 1.24$ and $n \geq 30$, the three test statistics have nearly same power.

Case of populations are symmetric long-tailed distributions, r test statistic has the highest power for all n and all $\alpha$ .

Case of populations are asymmetric short-tailed distributions, $Z_A$ test statistic has the highest power for all n and all $\alpha$ but when the absolute of coefficient of skew $|\gamma_1| \geq 0.64$, $\gamma_2 \leq 2.14$ and $n \geq 50$, the three test statistics have nearly same power.

Case of populations are asymmetric long-tailed distributions, $Z_A$ test statistic has the highest power for all n and all $\alpha$ but when $|\gamma_1| \geq 2$, $\gamma_2 \geq 9$, $n \geq 40$ at $\alpha = 0.01$ or when $|\gamma_1| \geq 1.64$, $\gamma_2 \geq 5.5$, all n at $\alpha = 0.05$ and 0.10, the three test statistics have nearly same power.

Power of the test of the three test statistics varies directly to sample sizes and significance levels.

Department Statistics

Field of study Statistics

Academic year 2004

Student's signature Kanokporn Sae-Ung

Advisor's signature

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณา และความเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา ในฐานะประธานสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร และรองศาสตราจารย์ วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์ ในฐานะคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย นอกจากนี้ยังได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่สาว ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสทางการศึกษาเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาสถิติทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 5

1.5 เกณฑ์การประเมินตัวสถิติทดสอบ..... 6

1.6 คำจำกัดความ..... 6

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.1 ตัวสถิติทดสอบ $r$ ..... 9

2.2 ตัวสถิติทดสอบใหม่..... 13

2.2.1 ตัวสถิติทดสอบ $Z_A$ ..... 15

2.2.2 ตัวสถิติทดสอบ $Z_C$ ..... 19

2.3 การแจกแจงแบบปกติ (*Normal Distribution*)..... 25

2.4 การแจกแจงแบบลอกนอร์มอล (*Lognormal Distribution*)..... 26

2.5 การแจกแจงแบบเบตา (*Beta Distribution*)..... 27

2.6 การแจกแจงแบบแกมมา (*Gamma Distribution*)..... 28

2.7 การแจกแจงแบบที (*t Distribution*)..... 29

2.8 การแจกแจงแบบจอห์นสัน (*Johnson Distribution*)..... 30

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการทดลอง..... 31

3.2 ขั้นตอนในการทดลอง..... 39

3.3 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม..... 49

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน ประเภทที่ 1..... 56

4.2 การเปรียบเทียบกำลังของการทดสอบ..... 59

4.2.1 ลักษณะใกล้เคียงการแจกแจงแบบปกติ..... 60

4.2.2 ลักษณะที่สมมาตรและหางสั้น..... 76

4.2.3 ลักษณะที่สมมาตรและหางยาว..... 92

4.2.4 ลักษณะที่ไม่สมมาตรและหางสั้น..... 105

4.2.5 ลักษณะที่ไม่สมมาตรและหางยาว..... 130

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 164

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 167

รายการอ้างอิง..... 175

ภาคผนวก..... 176

ภาคผนวก ก..... 177

ภาคผนวก ข..... 181

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 190

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | ค่าพารามิเตอร์ $\mu$ และ $\sigma^2$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล | 32 |
| 3.2 | ค่าพารามิเตอร์ $\alpha$ และ $\beta$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา | 32 |
| 3.3 | ค่าพารามิเตอร์ $\alpha$ และ $\lambda$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา | 33 |
| 3.4 | ค่าพารามิเตอร์ $k$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที | 34 |
| 3.5 | ค่าพารามิเตอร์ $\alpha_1, \alpha_2, \gamma$ และ $\beta$ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้และความโด่งต่างๆ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน | 34 |
| 4.1 | ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ | 54 |
| 4.2 | ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง | 57 |
| 4.3 | ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 13,\ \beta = 13$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.79 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง | 61 |
| 4.4 | ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 30$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3.23 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง | 64 |
| 4.5 | ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 16$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง | 67 |
| 4.6 | ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 10$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 4.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง | 70 |

ตาราง หน้า

4.7 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k$ = 8) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 4.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 73

4.8 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha$ = 4, $\beta$ = 4) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.45 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 77

4.9 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha$ = 2, $\beta$ = 2) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 80

4.10 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha$ = 1, $\beta$ = 1) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.80 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 83

4.11 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha$ = 0.4, $\beta$ = 0.4) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.42 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 86

4.12 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha$ = 0.2, $\beta$ = 0.2) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.24 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 89

4.13 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k$ = 7) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 5.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 93

4.14 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k$ = 6) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 6.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 96

4.15 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k$ = 5) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 9.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 99

4.16 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k$ = 2) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ – จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 102

ตาราง หน้า

4.17 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 4.5,\ \beta = 3$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.25 และความโด่งเท่ากับ 2.51 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 106

4.18 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 3.5,\ \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.39 และความโด่งเท่ากับ 2.49 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 109

4.19 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 2,\ \beta = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.57 และความโด่งเท่ากับ 2.40 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 112

4.20 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 1,\ \beta = 0.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.64 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 115

4.21 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 3,\ \beta = 4.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.25 และความโด่งเท่ากับ 2.51 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 118

4.22 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 2,\ \beta = 3.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.39 และความโด่งเท่ากับ 2.49 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 121

4.23 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 1,\ \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.57 และความโด่งเท่ากับ 2.40 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 124

4.24 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 0.5,\ \beta = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.64 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 127

4.25 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 0.5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.31 และความโด่งเท่ากับ 4.23 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 131

ตาราง หน้า

4.26 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 1.2, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.93 และความโด่งเท่ากับ 4.41 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 134

4.27 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 1.5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.12 และความโด่งเท่ากับ 4.60 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 137

4.28 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 2, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.34 และความโด่งเท่ากับ 4.90 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 140

4.29 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.67 และความโด่งเท่ากับ 5.54 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 143

4.30 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ($\mu = 0, \sigma^2 = 0.01$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.30 และความโด่งเท่ากับ 3.16 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 146

4.31 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ($\mu = 0, \sigma^2 = 0.04$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.61 และความโด่งเท่ากับ 3.68 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 149

4.32 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 4,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.00 และความโด่งเท่ากับ 4.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 152

4.33 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 2.8,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.20 และความโด่งเท่ากับ 5.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 155

ตาราง หน้า

4.34 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 2,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.41 และความโด่งเท่ากับ 6.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 158

4.35 ค่ากำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ($\alpha = 1,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 2.00 และความโด่งเท่ากับ 9.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ


ภาพประกอบ หน้า

3.1 แผนผังการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1..... 50

3.2 แผนผังการหาค่ากำลังของการทดสอบ..... 53

4.1 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 13,\ \beta = 13$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.79 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 62

4.2 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 30$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3.23 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 65

4.3 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 16$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 3.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 68

4.4 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 10$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 4.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 71

4.5 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 8$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 4.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 74

4.6 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 4,\ \beta = 4$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.45 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 78

4.7 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 2,\ \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 81

4.8 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 1,\ \beta = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.80 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 84

4.9 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 0.4,\ \beta = 0.4$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.42 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 87

ภาพประกอบ หน้า

4.10 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 0.2$, $\beta = 0.2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 1.24 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 90

4.11 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 7$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 5.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 94

4.12 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 6$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 6.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 97

4.13 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ 9.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 100

4.14 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบที ($k = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0 และความโด่งเท่ากับ – จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 103

4.15 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 4.5$, $\beta = 3$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.25 และความโด่งเท่ากับ 2.51 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 107

4.16 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 3.5$, $\beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.39 และความโด่งเท่ากับ 2.49 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 110

4.17 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 2$, $\beta = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.57 และความโด่งเท่ากับ 2.40 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 113

4.18 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 1$, $\beta = 0.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.64 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 116

4.19 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 3$, $\beta = 4.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.25 และความโด่งเท่ากับ 2.51 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 119

ภาพประกอบ หน้า

4.20 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 2,\ \beta = 3.5$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.39 และความโด่งเท่ากับ 2.49 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 122

4.21 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 1,\ \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.57 และความโด่งเท่ากับ 2.40 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 125

4.22 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบตา ($\alpha = 0.5,\ \beta = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.64 และความโด่งเท่ากับ 2.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 128

4.23 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 0.5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.31 และความโด่งเท่ากับ 4.23 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 132

4.24 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 1.2, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.93 และความโด่งเท่ากับ 4.41 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 135

4.25 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 1.5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.12 และความโด่งเท่ากับ 4.60 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 138

4.26 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 2, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.34 และความโด่งเท่ากับ 4.90 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 141

4.27 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบจอห์นสัน ($\alpha_1 = 5, \alpha_2 = 2, \gamma = 2, \beta = 2$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -1.67 และความโด่งเท่ากับ 5.54 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 144

ภาพประกอบ หน้า

4.28 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ( $\mu = 0, \sigma^2 = 0.01$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.30 และความโด่งเท่ากับ 3.16 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 147

4.29 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ( $\mu = 0, \sigma^2 = 0.04$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.61 และความโด่งเท่ากับ 3.68 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 150

4.30 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ( $\alpha = 4,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.00 และความโด่งเท่ากับ 4.50 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 153

4.31 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ( $\alpha = 2.8,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.20 และความโด่งเท่ากับ 5.14 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 156

4.32 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ( $\alpha = 2,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 1.41 และความโด่งเท่ากับ 6.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 159

4.33 กราฟแสดงกำลังของการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา ( $\alpha = 1,\ \lambda = 1$) มีสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 2.00 และความโด่งเท่ากับ 9.00 จำแนกตามระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และขนาดตัวอย่าง..... 162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย