การเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุนาม กรณีที่มี 2 ตัวแปรอิสระซึ่งเกิดอันตรกิริยา

นางสาวนพมาศ อัครจันทโชติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-895-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17380388

A COMPARISON ON MODEL BUILDING IN POLYNOMIAL REGRESSION IN CASE OF 2 INDEPENDENT VARIABLES HAVING INTERACTION

MISS NOPPAMAS AKARACHANTACHOTE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Statistics
Graduate School
Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-895-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุนาม กรณีที่มี 2 ตัวแปรอิสระซึ่งเกิดอันตรกิริยา

โดย นางสาวนพมาศ อัครจันทโชติ

ภาควิชา สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

นพมาศ อัครจันทโชติ : การเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุนาม กรณีที่มี 2 ตัวแปรอิสระซึ่งเกิดอันตรกิริยา (A COMPARISON ON MODEL BUILDING IN POLYNOMIAL REGRESSION IN CASE OF 2 INDEPENDENT VARIABLES HAVING INTERACTION) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธิระพร วีระถาวร, 160 หน้า. ISBN 974-634-895-7

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุนาม กรณีที่มี 2 ตัวแปรอิสระซึ่งเกิดอันตรกิริยา โดยจะเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบ 4 วิธี ได้แก่ วิธีการสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดสามัญ (model building by ordinary least squares method (OLS)) การสร้างตัวแบบด้วยวิธีกำจัดตัวแปรอิสระย้อนหลัง (model building by backward elimination method (BE)) การสร้างตัวแบบด้วยวิธีการถดถอยขั้นบันได (model building by stepwise regression method (SW)) และการสร้างตัวแบบด้วยวิธีตัวแบบหลักเกณฑ์ดี (model building by well-formulated model method (WF)) เกณฑ์การเปรียบเทียบที่ใช้ คือ ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squares Error (MSE)) และใช้อัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average Mean Squares Error (RDAMSE)) เป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาคือ การแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5, 10, 20 และ 25 ขนาดตัวอย่างเป็น 35, 50, 75 และ 100 ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 และ 0.10 กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามที่เหมาะสม (highest degree of independent variables for fit dependent variable building (MU)) เป็น 2, 3, 4, 5 และ 6 กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบเริ่มต้น (highest degree of independent variables for dependent variable building in beginning model (ME)) เป็น 2, 3, 4, 5 และ 6 สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลกระทำซ้ำ 500 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า MSE ของทั้ง 4 วิธี ได้แก่ กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามที่เหมาะสม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน ขนาดตัวอย่าง และกำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามในตัวแบบเริ่มต้น ซึ่งผลของอิทธิพลดังกล่าวเป็นดังนี้

1. กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามที่เหมาะสมมีค่าน้อย (MU≤3)

ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อย (σ≤10) วิธี BE จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างน้อย (n≤50) ส่วนวิธี WF จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่ามาก (n>50) หรือ MU ใกล้เคียง ME แต่ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่ามาก (σ>10) BE จะให้ผลดีที่สุดโดยทั่วไป

2. กำลังสูงสุดของตัวแปรอิสระที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแปรตามที่เหมาะสมมีค่ามาก (MU>3)

ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อย (σ≤10) WF จะให้ผลดีที่สุดโดยทั่วไป แต่ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีค่ามาก (σ>10) วิธี BE จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างน้อย (n≤50) ส่วนวิธี WF จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่ามาก (n>50)

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

C623593 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD: POLYNOMIAL REGRESSION/ 2 INDEPENDENT VARIABLES/ INTERACTION/ WELL-FORMULATED MODEL
NOPPAMAS AKARACHANTACHOTE : A COMPARISON ON MODEL BUILDING IN POLYNOMIAL REGRESSION IN CASE OF 2 INDEPENDENT VARIABLES HAVING INTERACTION. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.THEERAPORN VERATHAWORN, Ph.D. 160 pp. ISBN 974-634-895-7

The purpose of this research is to compare the method of model building in polynomial regression in case of 2 factors having simple interaction. The four comparison on model building are model building by ordinary least square method (OLS) , model building by backward elimination method (BE), model building by stepwise regression method (SW) and model building by well-formulated model method (WF). The criteria employed for the comparison are mean square error (MSE) and use ratio of different average mean square error (RDAMSE) to support decision. The distributions of random errors are normal distribution with mean equal to 0 and standard deviation equal to 5,10,20 and 25. This study used sample size of 35,50,75 and 100 , significant level of 0.05 and 0.10 , highest degree of independent variables for fit dependent variable building (MU) of 2,3,4,5 and 6 , highest degree of independent variables for dependent variable building in beginning model (ME) of 2,3,4,5 and 6. The data of this experiment are generated through the Monte Carlo simulation technique with 500 repetitions. The following are the results of this research :

The factors that effect MSE of the four methods are highest degree of independent variables for fit dependent variable building , standard deviation of error , sample size and highest degree of independent variables for dependent variable building in beginning model. The results of these factors can be summarized as followed:

1. In case of low MU (MU≤3)

If standard deviation of error is low ($\sigma \leq 10$) ,BE's method is the best when sample size is low ($n \leq 50$). WF's method is the best when sample size is high ($n > 50$) or MU near to ME. But if standard deviation of error is high ($\sigma > 10$) , BE's method is the best in general.

2. In case of high MU (MU>3)

If standard deviation of error is low ($\sigma \leq 10$) , WF's method is the best in general. But if standard deviation of error is high ($\sigma > 10$) , BE's method is the best when sample size is low ($n \leq 50$). WF's method is the best when sample size is high ($n > 50$).

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต นพพมาส อัครชันทโชติ

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระพร วีระถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รอ. มานพ วราภักดิ์ รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี ที่ได้ช่วยตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุด คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้อำนวยความสะดวกในด้านตำราซึ่งใช้ค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี และเจ้าหน้าที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ผู้เขียน

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณ พี่และน้องของผู้เขียน ที่ให้กำลังใจและส่งเสริมสนับสนุนด้านการเรียนของผู้เขียนตลอดมา

นพมาศ อัครจันทโชติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ข้อตกลงเบื้องต้น	3
สมมติฐานทางการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประโยชน์ของการวิจัย	6
เกณฑ์การตัดสินใจ	6
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	8
ตัวแบบการถดถอยพหุนามหลักเกณฑ์ดี	8
การเลือกสมการการถดถอยที่ดีที่สุด	11
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดสามัญ	13
การทดสอบเอฟบางส่วน	15
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	19
การจำลองข้อมูลด้วยวิธีมอนติคาร์โล	19
แผนการทดลอง	20
ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย	20

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	90
ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี.....	90
การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธี.....	92
ข้อเสนอแนะ.....	92
รายการอ้างอิง.....	100
ภาคผนวก.....	102
ประวัติผู้เขียน.....	160

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=2 และ α=0.05 34

4.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=2 และ α=0.10 39

4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=3 และ α=0.05 45

4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=3 และ α=0.10 51

4.5 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=4 และ α=0.05 56

4.6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=4 และ α=0.10 63

4.7 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=5 และ α=0.05 68

4.8 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=5 และ α=0.10 74

4.9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=6 และ α=0.05 80

4.10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RDAMSE) เมื่อ MU=6 และ α=0.10 84

5.1 แสดงวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำสุด ณ สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจำแนกตาม MU ,σ และ n 94

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=35 103

4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=50 103

4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=75 104

4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=100 104

4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=35 105

4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=50 105

4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=75 106

4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=100 106

4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=35 107

4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=50 107

4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=75 108

4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=100 108

4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=35 109

4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=50 109

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=75 110

4.16 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=100 110

4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=35 111

4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=50 111

4.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=75 112

4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=100 112

4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=35 113

4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=50 113

4.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=75 114

4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=100 114

4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=35 115

4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=50 115

4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=75 116

4.28 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=100 116

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.29 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=35 117

4.30 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=50 117

4.31 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=75 118

4.32 แสดงการเปรียบเทียบค่า MSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=100 118

4.33 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=35 119

4.34 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=50 119

4.35 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=75 120

4.36 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.05 และ n=100 120

4.37 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=35 121

4.38 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=50 121

4.39 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=75 122

4.40 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=5 α=.10 และ n=100 122

4.41 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=35 123

4.42 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=50 123

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.43 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=75 124

4.44 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.05 และ n=100 124

4.45 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=35 125

4.46 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=50 125

4.47 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=75 126

4.48 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=10 α=.10 และ n=100 126

4.49 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=35 127

4.50 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=50 127

4.51 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=75 128

4.52 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.05 และ n=100..... 128

4.53 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=35 129

4.54 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=50 129

4.55 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=75 130

4.56 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=20 α=.10 และ n=100..... 130

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.57 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=35 131

4.58 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=50 131

4.59 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=75 132

4.60 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.05 และ n=100 132

4.61 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=35 133

4.62 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=50 133

4.63 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=75 134

4.64 แสดงการเปรียบเทียบค่า RDAMSE และแนวโน้มของวิธีทั้ง 4 กรณีที่ MU=ME เมื่อ σ=25 α=.10 และ n=100 134

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย