

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอย
เชิงเส้นแบบพหุ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตราสัมพันธ์



นางสาวสิริพรรณ เฉลิมงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-635-9

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON ON PARAMETER ESTIMATION METHODS
IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH
AUTOCORRELATED ERROR TERMS



Miss Siripan Charlermngam

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

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University


1993

ISBN 974-582-635-9

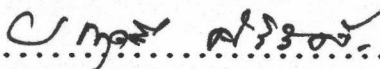
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้น
แบบพหุ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตราสัมพันธ์
โดย นางสาวสิริพรรณ เฉลิมงาม
ภาควิชา สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

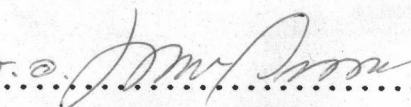


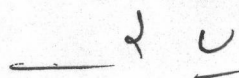
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

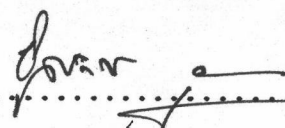

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรภักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวัต ศิริรังษี)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์)


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


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สิริพรรณ เฉลิมงาม : การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์ (A COMPARISON ON PARAMETER ESTIMATION METHODS IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH AUTOCORRELATED ERROR TERMS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ร.อ. มานพ วราภักดิ์, 178 หน้า. ISBN 974-582-635-9.

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์ ในสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์ วิธีการประมาณ 3 วิธีคือ วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการแปลงของเพรสและวินส์เทน และวิธีของฮิลเดรธและลูเกนซ์การเปรียบเทียบใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจากการพยากรณ์ของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี การเปรียบเทียบกระทำภายใต้เงื่อนไขของค่าอัตตสหสัมพันธ์ ขนาดตัวอย่าง และรูปแบบของตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำๆกัน 500 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อคำนวณค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการพยากรณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กรณีอัตตสหสัมพันธ์ระดับต่ำ (0.2, 0.3 และ 0.4)

สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง (15, 30, 45 และ 60) และทุกรูปแบบตัวแปรอิสระ วิธีของฮิลเดรธและลูเกนซ์และวิธีการแปลงของเพรสและวินส์เทน มีค่า RMSE อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีค่า RMSE สูงสุด

2. กรณีอัตตสหสัมพันธ์ระดับกลาง สูงและสูงมาก (0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95 และ 0.99)

สำหรับทุกขนาดตัวอย่างและทุกรูปแบบตัวแปรอิสระ วิธีของฮิลเดรธและลูเกนซ์มีค่า RMSE ต่ำสุด รองลงมาคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีการแปลงของเพรสและวินส์เทน ตามลำดับ

3. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า RMSE มีดังนี้ กรณีที่ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่า RMSE จะมีค่าแปรผันโดยตรงตามระดับสหสัมพันธ์ ในทุกรูปแบบตัวแปรอิสระ และกรณีที่ระดับสหสัมพันธ์คงที่ ค่า RMSE จะไม่แปรผันตามขนาดตัวอย่าง ในทุกรูปแบบตัวแปรอิสระ



ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C323263 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : AUTOCORRELATED ERROR TERMS

SIRIPAN CHALERMNGAM : A COMPARISON ON PARAMETER ESTIMATION METHODS IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH AUTOCORRELATED ERROR TERMS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, M.S. 178 PP. ISBN 974-582-635-9.

The objective of this study is to compare parameter estimation methods for forecasting in multiple linear regression having autocorrelated disturbance terms. The methods are Ordinary Least Squares Method, Prais-Winsten Transformation Method, and Hildreth-Lu Method. They are compared by using the square root of the mean squared forecast error. The comparison was done under conditions of correlation coefficients, sample sizes, and three forms of independent variable. The data for this experiment were generated through the Monte Carlo Simulation technique. The experiment was repeated 500 times under each condition to calculate the square root of the mean squared forecast error (RMSE).

The results of the study are summarized as follows :

1. In case of low autocorrelations (0.2, 0.3, and 0.4), the RMSE of the Hildreth-Lu Method and Prais-Winsten Transformation Method are at the same level, and the Ordinary Least Squares Method has the maximum RMSE for all sample sizes and all forms of the independent variable.
2. In case of medium, high, and very high autocorrelations (0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95 and 0.99), the Hildreth-Lu Method has the minimum RMSE, and the Prais-Winsten Transformation Method has the maximum RMSE for all sample sizes and all forms of the independent variable.
3. For any sample sizes, the RMSE of each method increases as the level of autocorrelation increases for all forms of the independent variable. For any level of autocorrelation, the RMSE of each method does not increase as the sample size increases for all forms of the independent variable.



ภาควิชา..... สถิติ

สาขาวิชา..... สถิติ

ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่อนิติ..... สิริพรหม อดุลยหา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา นับตั้งแต่เริ่มต้นทำ วิทยานิพนธ์จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งยังให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมา โดยตลอด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ด้วยความรู้สึกซาบซึ้ง และสำนึกในพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ผกาวัตติ์ คีรีรังษี รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร และรองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี ในฐานะประธาน และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้เขียนจนสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อโชคอำนวย และคุณแม่ลิวิรัตน์ เฉลิมงาม ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนและพี่ๆ ทุกคน ในภาควิชาสถิติ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมา โดยตลอด

สิริพรรณ เฉลิมงาม

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย	5
1.6 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	6
1.7 คำจำกัดความ	7
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	8
2.1 คุณสมบัติของความคลาดเคลื่อน	8
2.1.1 ค่าคาดหวังของความคลาดเคลื่อน	9
2.1.2 ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน	10
2.1.3 ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน	10
2.2 การตรวจสอบการเกิดปัญหาอัตโนมัติ	11
2.2.1 วิธีการของเดอบิน-วัตสัน (Durbin-Watson Test)	11
2.3 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์	13
2.3.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares)	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 วิธีแปลงของเพรสและวินส์เทน (Prais-Winsten Transformation)	15
2.3.3 วิธีของฮิลเดรธและลู (Hildreth and Lu Method)	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 วิธีการจำลอง โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล	21
3.2 แผนการทดลอง	22
3.3 ขั้นตอนในการวิจัย	22
3.3.1 การสร้างโปรแกรมย่อย สำหรับการแจกแจง ของความคลาดเคลื่อน	23
3.3.2 การสร้างข้อมูล X และ Y ที่มีความสัมพันธ์ เชิงเส้นตรง	23
3.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการ	26
3.3.4 การสร้างสมการพยากรณ์	28
3.3.5 การหาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง เฉลี่ยจากการพยากรณ์	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
4.1 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของวิธี ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี	33
4.1.1 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15	33
4.1.2 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30	59
4.1.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45	85
4.1.4 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60	111
4.2 ผลสรุปการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของ วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี	137

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.1 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15	141
4.2.2 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30	145
4.2.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 45	149
4.2.4 เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60	153
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	154
5.1 สรุปผลการวิจัย	154
5.2 ข้อเสนอแนะ	157
5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์	157
5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย	158
รายการอ้างอิง	159
ภาคผนวก	161
ประวัติผู้เขียน	178

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.37 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์ 12 คาบเวลาของวิธีการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.8 ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 60 จำแนกตามรูปแบบตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	128
4.38 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์ 12 คาบเวลาของวิธีการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.9 ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 60 จำแนกตามรูปแบบตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	130
4.39 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์ 12 คาบเวลาของวิธีการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.95 ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 60 จำแนกตามรูปแบบตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	132
4.40 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์ 12 คาบเวลาของวิธีการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.99 ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ 60 จำแนกตามรูปแบบตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	134
5.1 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จำแนกตาม ระดับอัตราสหสัมพันธ์และขนาดตัวอย่าง	156

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
3.1	รูปแบบเส้นตรงตามเวลา (Simple Time Trend)	24
3.2	รูปแบบแนวโน้มไม่คงที่ (Stochastic Trend)	25
3.3	รูปแบบแนวโน้มตามคาบเวลา (Periodic Trend)	25
3.4	แสดงผังงานสำหรับหาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง เฉลี่ยจากการพยากรณ์	30
4.1	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	35
4.2	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	38
4.3	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	41
4.4	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	44
4.5	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	47
4.6	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	49
4.7	แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.8 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	53
4.9 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.95 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	55
4.10 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	57
4.11 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	61
4.12 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	64
4.13 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	67
4.14 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	70
4.15 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	73
4.16 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.8 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	77
4.18 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	79
4.19 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.95 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	81
4.20 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	83
4.21 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	87
4.22 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	90
4.23 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	93
4.24 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	96
4.25 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	99

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.26 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	101
4.27 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.8 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	103
4.28 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	105
4.29 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.95 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	107
4.30 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	109
4.31 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	113
4.32 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	116
4.33 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	119
4.34 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	122

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	125
4.36 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.7 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	127
4.37 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.8 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	129
4.38 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.9 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	131
4.39 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.95 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	133
4.40 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ที่ระดับสหสัมพันธ์ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ	135
4.41 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์ 10 ระดับ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระรูปแบบที่ 1	138
4.42 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์ 10 ระดับ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระรูปแบบที่ 2	139
4.43 แสดงค่า RMSE จากการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ณ ระดับสหสัมพันธ์ 10 ระดับ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 และตัวแปรอิสระรูปแบบที่ 3	140

