การตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติในข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่

นายเฉลิมสิน สิงห์สนอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-583-851-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17145144

DETECTION AND ADJUSTMENT METHODS FOR OUTLIER OBSERVATIONS IN STATIONARY TIME SERIES DATA

MR. CHALOEMSIN SINGSANONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-583-851-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติในข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่
โดย นายเฉลิมสิน สิงห์สนอง
ภาควิชา สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

_____คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร)

_____กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

นายเฉลิมสิน สิงห์สนอง : การตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติในข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่ (DETECTION AND ADJUSTMENT METHODS FOR OUTLIER OBSERVATIONS IN STATIONARY TIME SERIES DATA) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา, 202 หน้า
ISBN 974-583-851-9

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติในข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่ $\Phi(B)Z_t = \Theta(B)a_t$ ของตัวสถิติ 2 วิธี คือ วิธีการแบบเอ็มและวิธีการแบบวี โดยพิจารณาสัดส่วนของความผิดพลาดประเภทที่ 1 อำนาจของการทดสอบ เปรียบเทียบค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตที่ปกติกับค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้ไขแล้วและเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ไขค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบค่าผิดปกติตรงตำแหน่ง โดยข้อมูลที่นำมาใช้ มาจากการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์ไล เมื่อความคลาดเคลื่อน (a_t) มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนคือ สเกลคอนทามิเนต โดยมีสเกลแฟคเตอร์เป็น 3 4 5 และ 6 สำหรับตัวแบบอนุกรมเวลาคงที่ AR(1) MA(1) และ ARMA(1,1) ขนาดตัวอย่างเป็น 50 80 100 และ 120 ทั้งนี้จะศึกษาในกรณีจำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ค่า ยกเว้นการเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา จะศึกษาจำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติเป็นร้อยละของการปลอมปน (p) เป็น 5 15 และ 25 จากการศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองสรุปได้ 4 กรณี ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมสัดส่วนความผิดพลาดประเภทที่ 1 พบว่าวิธีการแบบเอ็มสามารถควบคุมสัดส่วนความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าวิธีการแบบวี ทุกระดับนัยสำคัญ

2. อำนาจของการทดสอบสำหรับการตรวจสอบค่าสังเกตที่ผิดปกติพบว่า วิธีการแบบเอ็ม มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีการแบบวี ทั้งในกรณีที่จำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติเป็น 1 และ 2 ค่า ขนาดตัวอย่างเล็กและขนาดตัวอย่างใหญ่ ทุกระดับนัยสำคัญและการแจกแจงความคลาดเคลื่อน

3. การเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตที่ปกติกับค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้ไขแล้วพบว่า วิธีการแบบเอ็มให้ค่าที่ปรับแก้ไขแล้วใกล้เคียงกับค่าสังเกตที่ปกติมากกว่าวิธีการแบบวีทั้งในกรณีจำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ค่า กล่าวคือที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 วิธีการแบบเอ็มให้ค่าร้อยละเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตที่ปกติกับค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้ไขแล้วสำหรับตัวแบบอนุกรมเวลา AR(1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.06 ถึง 17.75 ตัวแบบอนุกรมเวลา MA(1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0,16 ถึง 18.66 ตัวแบบอนุกรมเวลา ARMA(1,1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0,06 ถึง 27.89 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 วิธีการแบบเอ็มให้ค่าร้อยละเฉลี่ยความแตกต่างสำหรับตัวแบบอนุกรมเวลา AR(1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0,06 ถึง 16,47 ตัวแบบอนุกรมเวลา MA(1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.13 ถึง 17.41 ตัวแบบอนุกรมเวลา ARMA(1,1) อยู่ระหว่างร้อยละ 0,02 ถึง 26.18 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าวิธีการแบบวี

4. การเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ไขค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบตรงตำแหน่งพบว่า วิธีการแบบเอ็มมีร้อยละค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ต่ำกว่าวิธีการแบบวี ทุกระดับนัยสำคัญ

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C223093 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD: OUTLIER / DETECTION AND ADJUSTMENT / TIME SERIES DATA
CHALOEMSIN SINGSANONG : DETECTION AND ADJUSTMENT METHODS FOR OUTLIER OBSERVATIONS IN STATIONARY TIME SERIES DATA. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. SUPOL DURONGWATANA, Ph.D. 202 pp. ISBN 974-583-851-9

The objective of this study is to investigate the method of outlier detection and adjustment in stationary time series denoted by $\phi(B)Z_t = \theta(B)a_t$ with 2 statistical methods. They are the M.method and the V.method. Proportion of type I error, the power of a test, percentage of outlier adjustment and mean absolute percentage error of forecasting for the next 5 periods are compared between these two methods. The data were obtained through simulation using the Monte Carlo technique. The distribution of errors considered in this study was the scale-contaminated normal distribution. The scale factors for scale-contaminated normal distribution are 3 4 5 and 6. The time series models used in the study are AR(1) MA(1) and ARMA(1,1). The sample size are 50 80 100 and 120. The numbers of outlier observations simulated sre 1 and 2 value, except in the case of the comparison on mean absolute percentage error by forecasting for the next 5 periods which have 5 15 and 25 percentage. The four conclusions can be draw from the simulation results :

1. The proportion of type I error : the M.method can be better controlled proportion of type I error than the V.method for all significance levels.
2. The power of a test for detecting outliers : the M.method has both small sample size and large sample size for all significance levels and distribution of error.
3. The per centage of outlier adjustment : the M.method is closer regular observations than the V.method, in the situation that have one and two outliers. When α = 0.05 the adjustment percentage of the M.method is between 0.06 and 17.75 for AR(1), 0.16 and 18.66 for MA(1), 0.06 and 27.89 for ARMA (1,1), and while α = 0.01 the adjustment percentage is between 0.06 and 16.47 for AR(1), 0.13 and 17.41 for MA(1), 0.02 and 26.18 for ARMA(1,1) which is lower than the V.method in almost all situations.
4. The mean absolute percentage error by forecasting the next 5 periods : the M.method has a lower mean absolute percentage of forecasting error the next 5 periods than the V.method for all significance levels.

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา อาจารย์ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนควบคุมดูแล แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีโดยตลอด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ผกาวดี ศิริรังษี รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร ที่ได้ช่วยตรวจและแก้ไข ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือให้ข้อคิดและคำแนะนำและเป็นกำลังใจให้ด้วยน้ำใจอันดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้เขียนตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

นายเฉลิมสิน สิงห์สนอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูป ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
- สมมติฐานของการวิจัย 4
- ข้อตกลงเบื้องต้น 4
- ขอบเขตของการวิจัย 5
- ประโยชน์ของการวิจัย 9
บทที่ 2 ตัวสถิติและผลงานที่เกี่ยวข้อง 10
- อนุกรมเวลาคงที่ 10
  - รูปแบบอัตตสัมพันธ์อันดับ p 10
  - รูปแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q 11
  - รูปแบบผสมระหว่างอัตตสัมพันธ์อันดับ p และ เฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q 12
- อนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ 13
- วิธีการตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ 26
  - วิธีการแบบวี 26
  - วิธีการแบบเอ็ม 29
- ขั้นตอนการตรวจหาและปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- วิธีการแบบวี 31
- วิธีการแบบเอ็ม 32
- วิธีการประมาณ T(B) 34
- เครื่องมือที่ใช้วัดความถูกต้องแม่นยำ 35

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 36
- วิธีมอนติคาร์โล 36
- แผนการทดลอง 37
- ขั้นตอนในการวิจัย 38
- โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย 43

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 44
- การเปรียบเทียบสถิติทดสอบ โดยใช้สัดส่วนของความผิดพลาดทั้งหมด 45
  - ผลการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนของความผิดพลาดทั้งหมด 46
  - ผลสรุปจำนวนครั้งที่การทดสอบวิธีต่าง ๆ สามารถควบคุมความผิดพลาดทั้งหมดได้และไม่ได้ 53
- การเปรียบเทียบสถิติตรวจสอบ ค่าสังเกตที่ผิดปกติโดยใช้อำนาจการทดสอบ 55
  - ตารางการเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบ 55
  - กราฟเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบ 62
  - การเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตที่ผิดปกติ ค่าสังเกตที่ปกติ ค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้แล้ว 90
  - การเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบ 100

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ 111
- ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของความผิดพลาดทั้งหมด 111
- ผลสรุปการเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบ 112
- ผลสรุปการเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตที่ผิดปกติ ค่าสังเกตที่ปกติ ค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้แล้ว 112
- การเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบ 113
- การอภิปรายผล 113
- ข้อเสนอแนะ 114

บรรณานุกรม 115

ภาคผนวก 118

ประวัติผู้เขียน 202

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงลักษณะของ ρ_k และ ϕ_{kk} สำหรับรูปแบบของ ARMA ต่าง ๆ 17

2.2 แสดงความสัมพันธ์ของ ρ_k กับพารามิเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ 25

3.1 แสดงค่าสเกลแฟคเตอร์ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย เมื่อมีค่าสังเกตที่ผิดปกติเป็น 1 2 ค่า 38

3.2 แสดงค่าสเกลแฟคเตอร์และร้อยละการปลอมปนทั้งหมดในการวิจัย 38

4.1-4.4 แสดงค่าสัดส่วนของความผิดพลาดทั้งหมด จากการทดลองในการทดสอบค่าสังเกตที่ผิดปกติ เมื่อมีขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 ของวิธีการแบบเอ็ม อนุกรมเวลาคงที่ และระดับนัยสำคัญ 47

4.5 แสดงจำนวนครั้งที่วิธีการแบบเอ็ม วิธีการแบบวี สามารถควบคุมความผิดพลาดทั้งหมดได้และไม่ได้ จากการทดลองในการตรวจสอบค่าสังเกตที่ผิดปกติ เมื่อขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 อนุกรมเวลาคงที่ สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 0 1 และ 2 ค่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 0.01 50

4.6-4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบ จากการทดลองในการทดสอบค่าสังเกตที่ผิดปกติ เมื่อขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 ของวิธีการแบบเอ็ม วิธีการแบบวี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 จำแนกตามสเกลแฟคเตอร์ จำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติ อนุกรมเวลา และระดับนัยสำคัญ 56

4.10-4.13 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ย ระหว่างค่าสังเกตที่ปกติกับค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้ไขแล้ว ด้วยวิธีการแบบเอ็ม วิธีการแบบวี ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 4 5 และ 6 ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตัวแบบอนุกรมเวลาคงที่ จำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติเป็น 1 ค่า ขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 91

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.14-4.17 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ย ระหว่างค่าสังเกตที่ปกติกับค่าสังเกตที่ผิดปกติเมื่อมีการปรับแก้ไขแล้ว ด้วยวิธีการแบบเอ็ม วิธีการแบบวี ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 4 5 และ 6 ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตัวแบบอนุกรมเวลาคงที่ จำนวนค่าสังเกตที่ผิดปกติเป็น 2 ค่า ขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 95

4.18-4.21 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบ ด้วยวิธีการแบบเอ็ม ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 4 5 และ 6 โดยจำแนกตามระดับนัยสำคัญ อนุกรมเวลาคงที่ ร้อยละการปลอมปน ขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 101

4.22-4.25 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าร้อยละเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 หน่วยเวลา เมื่อมีการปรับแก้ค่าสังเกตที่ผิดปกติ ณ ตำแหน่งคาบเวลาที่ตรวจพบ ด้วยวิธีการแบบวี ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ซึ่งใช้สเกลแฟคเตอร์เป็น 3 4 5 และ 6 โดยจำแนกตามระดับนัยสำคัญ อนุกรมเวลาคงที่ ร้อยละการปลอมปน ขนาดตัวอย่าง 50 80 100 และ 120 105

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 แสดงลักษณะการแจกแจงแบบปกติปลอมปน 8

2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ k กับ ρ_k และ ϕ_{kk} สำหรับรูปแบบของ ARMA ต่าง ๆ 18

4.1 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 63

4.2 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 64

4.3 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ MA(1) 65

4.4 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ MA(1) 66

4.5 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 67

4.6 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 50 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 68

4.7 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 70

4.8 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่าสังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 71

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

4.9 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ MA(1) 72
4.10 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 73
4.11 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 74
4.12 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 80 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 75
4.13 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 77
4.14 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 78
4.15 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 79
4.16 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1) 80
4.17 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 81

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

4.18 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 100 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 82
4.19 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 84
4.20 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 85
4.21 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ AR(1) 86
4.22 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ MA(1) 87
4.23 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 88
4.24 แสดงอำนาจการทดสอบ กรณีความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ
ปกติปลอมปน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ขนาดตัวอย่าง 120 สำหรับค่า
สังเกตที่ผิดปกติ 1 และ 2 ตัวแบบ ARMA(1,1) 89