

การเปรียบเทียบเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล
เพื่อการพยากรณ์ในกรณีที่มีข้อมูลสูญหาย

นางสาวจรรยา สรรพกิจกำจร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-429-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018525

117176496

A COMPARISON ON EXPONENTIAL SMOOTHING FORECASTING TECHNIQUES
IN CASE OF MISSING DATA

Miss Jeerapa Sappakitkamjorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

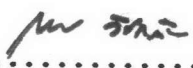
Chulalongkorn University

1992


ISBN 974-581-429-6


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบเทคนิคการทำให้ เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล
 เพื่อการพยากรณ์ในกรณีที่มีข้อมูลสูญหาย
 โดย นางสาวจิรภา สรรพกิจกำจร
 ภาควิชา สถิติ
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

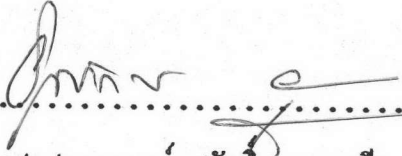
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

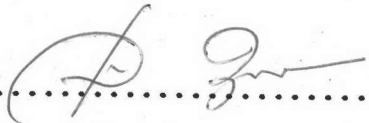

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 (ศาสตราจารย์ ดร. ภาวร วิชราภักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


 ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ผกาวัต ศิริรังษี)


 อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์)


 กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี)


 กรรมการ
 (อาจารย์ ดร. สุปล คุรงค์วัฒนา)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



จรรยา สรรพกิจกำจร : การเปรียบเทียบเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล เพื่อการพยากรณ์ในกรณีที่มีข้อมูลสูญหาย (A COMPARISON ON EXPONENTIAL SMOOTHING FORECASTING TECHNIQUES IN CASE OF MISSING DATA) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ร.อ.มานพ วราภักดิ์, 184 หน้า. ISBN 974-581-429-6.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีข้อมูลสูญหาย โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว และซ้ำสองครั้ง วิธีพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ 1) วิธีพยากรณ์ที่มีการปรับแก้ด้วยวิธีของอัลดีรินและแดมส์เลท 2) วิธีพยากรณ์ที่มีการปรับแก้ด้วยวิธีของไรท์ และ 3) วิธีพยากรณ์ที่มีการประมาณค่าสูญหาย การเปรียบเทียบกระทำภายใต้เงื่อนไขของขนาดตัวอย่าง สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงผลกระทบของจำนวนข้อมูลสูญหาย และจำนวนข้อมูลหลังช่วงข้อมูลสูญหายที่มีต่อค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วย ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง สำหรับแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อคำนวณหาค่าพยากรณ์ และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของวิธีพยากรณ์ทั้งสาม

ผลการวิจัยสรุปได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

1) วิธีพยากรณ์ที่มีการปรับแก้ด้วยวิธีของอัลดีรินและแดมส์เลท จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ ในสถานการณ์ที่มีจำนวนข้อมูลหลังช่วงข้อมูลสูญหายไม่มากนัก และในสถานการณ์ที่มีจำนวนข้อมูลหลังช่วงข้อมูลสูญหายเพิ่มมากขึ้น วิธีพยากรณ์ที่มีการประมาณค่าสูญหาย จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ใกล้เคียงกับวิธีพยากรณ์ที่มีการปรับแก้ด้วยวิธีของอัลดีรินและแดมส์เลท ส่วนวิธีพยากรณ์ที่มีการปรับแก้ด้วยวิธีของไรท์จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ สูงกว่าวิธีอื่น ๆ เกือบทุกสถานการณ์

2) ผลกระทบของจำนวนข้อมูลสูญหายที่มีต่อค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะลดลงเมื่อมีจำนวนข้อมูลหลังช่วงข้อมูลสูญหายเพิ่มขึ้น ในบางสถานการณ์เท่านั้น

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ร.อ. Manop
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



C223112 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : EXPONENTIAL SMOOTHING TECHNIQUE/FORECASTING/MISSING DATA

JEERAPA SAPPAKITKAMJORN : A COMPARISON ON EXPONENTIAL SMOOTHING

FORECASTING TECHNIQUES IN CASE OF MISSING DATA. THESIS ADVISOR :

ASST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, M.S. 184 PP. ISBN 974-581-429-6

The objective of this study is to compare the forecasting methods in time series analysis having missing observations or gap. The forecasting methods under consideration in this study are single and double exponential smoothing techniques modified by 1) Aldrin and Damsleth 2) Wright and 3) The single and double exponential smoothing techniques with estimating missing observations. The comparison was done under conditions of sample sizes, proportion of missing observations and proportion of observations after the gap. Besides comparing the forecasting methods, this study also considers the impact of number of missing observations and number of observations after the gap on the forecast error. The data for this experiment were generated through the Monte Carlo simulation technique. The experiment was repeated 1,000 times under each condition to calculate the forecast values and the square root of mean square error of the three forecasting methods.

Results of the study are as follow :-

1) The forecasting method with modification by the procedure of Aldrin and Damsleth has forecast error lower than other methods when there are a few of observations after the gap. When there are a large number of observations after the gap there is little difference between the forecasting methods with modification by Aldrin and Damsleth procedure and the forecasting methods with estimating missing observations. For most conditions the forecasting method with modification by Wright's procedure has forecast error higher than other methods.

2) The impact of a gap on the forecast error diminishes as the number of observations after the gap increases for some conditions.

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต *[Signature]*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *[Signature]*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ ที่ให้คำแนะนำ ปรีกษา นับตั้งแต่เริ่มหาหัวข้อวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งยังแนะนำตำราที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ผกาวัต ศิริรังษี รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี และอาจารย์ ดร. สุกุล คุรงค์วัฒนา ในฐานะประธาน และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณครู-อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้เขียนตั้งแต่การศึกษาในชั้นต้นจนถึงปัจจุบัน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจ ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ขอคุณน้องสาว น้องชาย ที่ให้กำลังใจตลอดมา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

จิรภา สรรพกิจกำจร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	6
2.1 วิธีพหุภาคส์ที่ใช้ในการศึกษา	6
2.2 เกณฑ์ในการเปรียบเทียบความสามารถของวิธีพหุภาคส์	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 วิธีการจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล	22
3.2 แผนการทดลอง	22
3.3 ขั้นตอนการวิจัย	25
3.4 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	36
4.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี	37
4.2 ผลกระทบของจำนวนข้อมูลสูญหาย และจำนวนข้อมูลหลังช่วงข้อมูล สูญหายที่มีต่อค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์	136
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	157
5.1 สรุปผลการวิจัย	157
5.2 ข้อเสนอแนะ	160
รายการอ้างอิง	163
ภาคผนวก	165
ประวัติผู้เขียน	184

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

4.1 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 39

4.2 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 43

4.3 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 47

4.4 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 51

4.5 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.6 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 59

4.7 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 63

4.8 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 67

4.9 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 71

4.10 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์ 75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.11	แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	79
4.12	แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	83
4.13	แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	88
4.14	แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	92
4.15	แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	100
4.17 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	104
4.18 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	108
4.19 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	112
4.20 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.21 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	120
4.22 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 10 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	124
4.23 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 20 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	128
4.24 แสดงค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหายเท่ากับ 30 % จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย และคาบเวลาของการพยากรณ์	132

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงการแบ่งช่วงของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์	23
3.2 แสดงตำแหน่งที่มีข้อมูลสูญหาย	24
3.3 แสดงลักษณะของข้อมูล, $y_t = \mu + \epsilon_t$	26
3.4 แสดงลักษณะของข้อมูล, $y_t = \mu + \beta t + \epsilon_t$	27
3.5 แสดงผังงานสำหรับหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์ ทั้ง 3 วิธี	35
4.1 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี ข้อมูลสูญหาย (l)	40
4.2 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี ข้อมูลสูญหาย (l)	44
4.3 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี ข้อมูลสูญหาย (l)	48
4.4 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี ข้อมูลสูญหาย (l)	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.5	การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	56
4.6	การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	60
4.7	การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	64
4.8	การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	68
4.9	การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	72

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	76
4.11 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	80
4.12 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 50 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	84
4.13 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	89
4.14 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 % จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	93

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

- 4.15 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 10 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 %
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (l) 97
- 4.16 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 %
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (l) 101
- 4.17 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 20 %
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (l) 105
- 4.18 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 15 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 30 %
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (l) 109
- 4.19 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) = 30 สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) = 10 %
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (l) 113

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

- 4.20 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง $(n) = 30$ สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย $(m) = 20\%$
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (1) 117
- 4.21 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง $(n) = 30$ สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย $(m) = 30\%$
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (1) 121
- 4.22 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง $(n) = 50$ สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย $(m) = 10\%$
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (1) 125
- 4.23 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง $(n) = 50$ สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย $(m) = 20\%$
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (1) 129
- 4.24 การเปรียบเทียบค่า RMSE ของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์
อนุกรมเวลาโดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง
เมื่อขนาดตัวอย่าง $(n) = 50$ สัดส่วนของข้อมูลสูญหาย $(m) = 30\%$
จำแนกตามคาบเวลาของการพยากรณ์ และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มี
ข้อมูลสูญหาย (1) 133

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=10 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	137
4.26 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=15 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	139
4.27 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=30 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	141
4.28 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ครั้งเดียว เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=50 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	143
4.29 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=10 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	146
4.30 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=15 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (m) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	148

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.31 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=30 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (๓) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	150
4.32 แสดงค่า RMSE เฉลี่ย 12 คาบเวลาของวิธีพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อขนาดตัวอย่าง (n)=50 จำแนกตามสัดส่วนของข้อมูลสูญหาย (๓) และสัดส่วนของข้อมูลหลังช่วงที่มีข้อมูลสูญหาย (l)	152