

**การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์ ในการพยากรณ์
ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มี การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล**



นางดาวปาเพ็ญ ปัดจิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ปริญญาตรีสาขาคณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิจัยการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-724-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 3 ก.ย. 2546

117946992

**AN APPLICATION OF THE BOX-JENKINS METHOD IN
FORECASTING EDUCATIONAL TIME SERIES DATA WITH
SEASONAL AND NONSEASONAL VARIATION**

Miss Bumpen Pidchid

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Statistics**

Department of Educational Research

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-638-724-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจ็นกินส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล


โดย นางสาวบำเพ็ญ ปิคริศ

สาขาวิชา วิชาการศึกษา


อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิรัชชัย

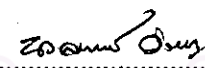
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศิริ แฉ่สมบัติ


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ รุติวงศ์)

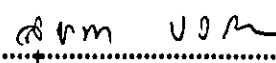
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิรัชชัย)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศิริ แฉ่สมบัติ)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อวยพร เรืองตระกูล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุชาติ นวกรกิจวงศ์)

ปาเพ็ญ ปิณฑิ : การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจ็นกินส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มี การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล (AN APPLICATION OF THE BOX-JENKINS METHOD IN FORECASTING EDUCATIONAL TIME SERIES DATA WITH SEASONAL AND NONSEASONAL VARIATION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. นงลักษณ์ วิรัชชัย, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.ทรงศิริ แด่สมบัติ; 183 หน้า. ISBN 974-638-724-3.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธีของบ็อกซ์และเจ็นกินส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีและไม่มี การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล โดยพยากรณ์ 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า และตรวจสอบผลการพยากรณ์กับผลที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอย วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยใช้การวัดความคลาดเคลื่อน 6 แบบ ได้แก่ RMSE, MAPE, GMRAE, MdAPE, MdRAE และ Percent Better เป็นเกณฑ์ ฐานข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ มี 2 ฐาน ฐานแรก คือชุดของข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน 3 ชุดที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ได้แก่ ปริมาณการขีมน้ำดื่มทั่วประเทศ หนังสือตำรอง และวิทยานิพนธ์ 65 ช่วงเวลา ของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฐานที่สอง คือชุดของข้อมูลอนุกรมเวลารายปี 2 ชุด ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ได้แก่ จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา 60 ช่วงเวลา รวบรวมจากสมุดสถิติรายปี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลด้วยกราฟและการวิเคราะห์การถดถอย การพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์ และการตรวจสอบผลการพยากรณ์ ด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 แบบ

ผลจากการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลอนุกรมเวลา 3 ชุด คือ ปริมาณการขีมน้ำดื่มทั่วประเทศ หนังสือตำรอง และวิทยานิพนธ์ มีแนวโน้มเส้นตรงและมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีการรวมโมเดลแบบคูณ ส่วนจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา มีแนวโน้มแบบเส้นโค้งและแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์ พบว่า โมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณการขีมน้ำดื่มทั่วประเทศ และวิทยานิพนธ์ คือ ARIMA (0,0,1) × SARIMA (1,1,0)₁₂ ค่าพยากรณ์ในเดือนพฤศจิกายน 2540 ถึงเดือนมีนาคม 2541 สำหรับปริมาณการขีมน้ำดื่มทั่วประเทศ คือ 2,757, 2,818, 2,768, 3,203 และ 1,818 เล่ม ตามลำดับ และสำหรับปริมาณการขีมน้ำดื่มวิทยานิพนธ์ คือ 3,031, 1,754, 2,208, 2,012 และ 1,264 เล่ม ตามลำดับ โมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณการขีมน้ำดื่มตำรอง คือ ARIMA (0,1,1) × SARIMA (1,1,0)₁₂ ได้ค่าพยากรณ์ ดังนี้ 82, 41, 39, 54 และ 66 เล่ม ตามลำดับ โมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา คือ ARIMA (0,2,1) และ ARIMA (0,2,3) ได้ค่าพยากรณ์ในปีการศึกษา 2540-2544 ดังนี้ 6,130,718, 6,009,548, 5,882,870, 5,750,685 และ 5,612,992 คน ตามลำดับ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และ 4,208,097, 4,422,787, 4,604,586, 4,808,325 และ 5,034,524 คน ตามลำดับ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา

3. ผลการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย และผลการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์มีขนาดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ภาควิชา..... ศึกษาศาสตร์
สาขาวิชา..... สถิติการศึกษา
ปีการศึกษา..... 2540

ลายมือชื่อนิติกร.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

* #3970883027 : MAJOR EDUCATIONAL STATISTICS

KEY WORD: BOX-JENKINS METHOD / FORECASTING / SEASONAL VARIATION

BUMPEN PIDCHID : AN APPLICATION OF THE BOX-JENKINS METHOD IN FORECASTING EDUCATIONAL TIME SERIES DATA WITH SEASONAL AND NONSEASONAL VARIATION.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. NONGLAK WIRATCHAI, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. SONGSIRI TAESOMBUT, Ph.D. 183 pp. ISBN 974-638-724-3.

This research aimed at applying the Box-Jenkins method in forecasting time series data with seasonal and nonseasonal variations in 5 lead times forecasting, and at checking the forecasting results with those results obtaining from the regression analysis, moving average and exponential smoothing methods, using 6 error measures of RMSE, MAPE, GMRAE, MdAPE, MdRAE and Percent Better as criteria. Two data bases were used in this study. The first were three sets of 65 monthly time series data with seasonal variation, namely general books, reserved books and theses in circulation, obtaining from the Educational Information Center, Faculty of Education, Chulalongkorn University. The second were two sets of 60 yearly time series data with nonseasonal variation of primary and secondary school students enrollment, collecting from statistical yearbook. The research instrument were data recording forms. The data were analyzed using graph and regression analysis to check for secular trends and seasonal variations, using Box-Jenkins time series analysis to forecast and using the three forecasting methods to check the forecasting results.

The research findings were as follows :

1. Three time series data sets of general books, reserved books and theses in circulation showed linear trend and seasonal variation at .01 level of statistical significance, and the integrated model was multiplicative. The primary and secondary school students enrollment showed quadratic and exponential trends respectively at .01 level of statistical significance.


2. The results from the Box-Jenkins time series analysis showed that the appropriate model for general books and theses in circulation were $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$. The forecast values in November 2540 to March 2541 for general books in circulation would be 2,757, 2,818, 2,768, 3,203 and 1,818 respectively, and for theses in circulation would be 3,031, 1,754, 2,208, 2,012 and 1,264 respectively. The appropriate model for reserved books in circulation was $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$, and the forecast values would be 82, 41, 39, 54 and 66 respectively. The appropriate model for primary and secondary school students enrollment were $ARIMA(0,2,1)$ and $ARIMA(0,2,3)$ respectively. Their forecast values in the academic year 2540-2544 would be 6,130,718, 6,009,548, 5,882,870, 5,750,685 and 5,612,992 for primary school students respectively and 4,208,097, 4,422,787, 4,604,586, 4,808,325 and 5,034,524 for secondary school students respectively.

3. The forecasting results from the regression analysis methods used in forecasting time series data with seasonal variation and the Box-Jenkins methods used in forecasting time series data with nonseasonal variations had the least error.

ภาควิชา..... วิทยาการศึกษา.....

สาขาวิชา..... สถิติการศึกษา.....

ปีการศึกษา..... 2540.....

ลายมือชื่อนิติ..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 

ฉัตรธรรมประอาศ

ผลงานวิจัยเล่มนี้ เป็นผลงานทางวิชาการเล่มแรกของผู้วิจัย ที่ได้รับการสร้างสรรค์อย่าง
งดงามทางวิชาการจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิรัชชัย อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชา
การและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่อง
ต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ เมตตา ห่วงใย และคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยจึง
ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศิริ
แฉล้มสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้เกี่ยวกับเทคนิค
การพยากรณ์ และกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วย
ความเต็มใจและเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาท
ความรู้แก่ผู้วิจัย นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์โปรแกรม
คอมพิวเตอร์จาก ศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ชาวภาควิชาวิจัยการศึกษา ที่ให้กำลังใจ
ช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ กำลังใจจากพี่ ๆ โรง
เรียนสมสรร อ. บางชัน จ. นครศรีธรรมราช ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ คุณทวีพร บุญวานิช คุณวิมล พลราช คุณเรืองอุไร อมรไชย
และคุณณิรภานันท์ บุญเกิด ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยเป็น
อย่างดียิ่งตลอดมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และ พี่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณสุรกี
รัชมงคล ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์แก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณ
กำลังใจจากน้อง ๆ ทุกคน ตลอดจนทุก ๆ ท่านที่มีได้กล่าววามมา ณ ที่นี้ที่มีส่วนช่วยให้การ
ทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ปาเพ็ญ ปิตรีช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฆ

บทที่

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6

2. วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา	8
ตอนที่ 2 วิธีการของบ็อกซ์และเจนนิงส์	15
ตอนที่ 3 วิธีการพยากรณ์ที่ใช้เปรียบเทียบกับวิธีบ็อกซ์และเจนนิงส์	48
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	69
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน	76
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้มและ การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล	77
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนนิงส์.....	89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 4 การตรวจสอบผลการพยากรณ์.....	117
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	139
อภิปรายผลการวิจัย.....	145
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....	151
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	152
รายการอ้างอิง.....	154
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	159
ภาคผนวก ข	161
ภาคผนวก ค	175
ประวัติผู้วิจัย.....	183

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา 4 วิธี	15
2. การสร้างตัวแปรเวลาล่าช้า (time lag variables).....	21
3. ลักษณะทางทฤษฎีของฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และ ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ทาร์เรียมของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาคงที่.....	30
4. ลักษณะทางทฤษฎีของฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และ ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ทาร์เรียมของโมเดลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาคงที่	33
5. ลักษณะทางทฤษฎีของฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และ ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ทาร์เรียม ของโมเดลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาคงที่ สำหรับโมเดล ARIMA(p,d,q)	36
6. ลักษณะทางทฤษฎีของฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และ ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ทาร์เรียม ของโมเดลการวิเคราะห์ อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล สำหรับโมเดล ARMA(P,Q) ₁₂	38
7. สมการพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์.....	44
8. วิธีการวัดความคลาดเคลื่อนในตัวอย่างงานวิจัย	46
9. การเปรียบเทียบการวัดความคลาดเคลื่อน ในวิธีการพยากรณ์โดยทั่วไป.....	47
10. การพยากรณ์ด้วยการเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ช่วงเวลา และ 5 ช่วงเวลา.....	51
11. การพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง.....	52
12. การพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง.....	54
13. การเปรียบเทียบงานวิจัยที่ใช้สูตรเศรษฐกิจการศึกษาของทินเบอร์เกน.....	61
14. สูตรเศรษฐกิจการศึกษา	63
15. แบบบันทึกข้อมูลปริมาณการพิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภท.....(เล่ม).....	70
16. แบบบันทึกข้อมูลจำนวนนักเรียน (คน).....	70
17. การแจกแจงของตัวแปรแสดงด้วยค่าสถิติพื้นฐาน.....	77
18. ปริมาณ (เล่ม) การพิมพ์หนังสือทั่วไป (BOOK1).....	78
19. ปริมาณ (เล่ม) การพิมพ์หนังสือสารอง (BOOK2).....	79
20. ปริมาณ (เล่ม) การพิมพ์วิทยานิพนธ์ (BOOK3)	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21. จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STU1).....	81
22. จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STU2)	82
23. ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้มและ การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย.....	87
24. ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย	89
25. ค่าพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือทั่วไป ในปีการศึกษา 2540	94
25. ค่าพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือสำรอง ในปีการศึกษา 2540	98
27. ค่าพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์วิทยานิพนธ์ ในปีการศึกษา 2540	102
28. ค่าพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา ในปีการศึกษา 2540-2544	106
29. ค่าพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในปีการศึกษา 2540-2544	110
30. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือทั่วไป 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า	111
31. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือสำรอง 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า	112
32. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์วิทยานิพนธ์ 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า	113
33. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า	114
34. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า	115
35. ผลการคำนวณขนาดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ปริมาณการพิมพ์หนังสือทั่วไปด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกินส์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย(REG) วิธีการเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์(HWS).....	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

36. ผลการคำนวณขนาดความคลาดเคลื่อนของการขยาย
ปริมาณการพิมพ์หนังสือสารงคด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J)
วิธีการวิเคราะห์การถดถอย(REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA)
และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์(HWS).....130
37. ผลการคำนวณขนาดความคลาดเคลื่อนของการขยาย
ปริมาณการพิมพ์วิทยานิพนธ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J)
วิธีการวิเคราะห์การถดถอย(REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA)
และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์(HWS)131
38. ผลการคำนวณขนาดความคลาดเคลื่อนของการขยาย
จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J)
วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA)
และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสามครั้ง (TES).....132
39. ผลการคำนวณขนาดความคลาดเคลื่อนของการขยายจำนวนนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG)
วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (MPC) และวิธีการปรับ
ให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (EES).....133
40. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก
การขยายปริมาณการพิมพ์หนังสือทั่วไปด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J)
วิธีการวิเคราะห์การถดถอย(REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA)
และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS)134
41. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก
การขยายปริมาณการพิมพ์หนังสือสารงคด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J)
วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA)
และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS)135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

42. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณการวิทยานิพนธ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS)..... 136
43. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสามครั้ง (TES).....137
44. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย(REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (MPC) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบที่มีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (EES).....137
45. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือทั่วไปด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS).....162
46. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการพิมพ์หนังสือสำรองด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS)164
47. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณการวิทยานิพนธ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นต์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS)167

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

48. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา
ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG)
วิธีการเคลื่อนที่ที่สองครั้ง (DMA) และวิธีการปรับให้เรียบแบบ
เอ็กซ์โปเนนเชียลตามครึ่ง (TES).....169
49. การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ (B-J) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG)
วิธีการเคลื่อนที่แบบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (MPC)
และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ
ที่มีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (ES).....172

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

ภาพ	หน้า
1. ประเภทของลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ ในข้อมูลอนุกรมเวลา	10
2. ขั้นตอนการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยทั่วไป.....	12
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจ็นกินส์.....	17
4. ลักษณะอนุกรมเวลาแบบคงที่ ไม่คงที่ และแบบฤดูกาล.....	18
5. ฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างที่ลดลงอย่างรวดเร็ว (cut off) หลังเวลาสำหรับ u	24
6. ฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างที่ลดลงอย่างช้า ๆ (dying down) แตกต่างกัน.....	25
7. กราฟแสดงปริมาณการขึ้นหนังสือทั่วไป (BOOK1).....	78
8. กราฟแสดงปริมาณการขึ้นหนังสือสำรอง (BOOK2).....	79
9. กราฟแสดงปริมาณการขึ้นวิทยานิพนธ์ (BOOK3).....	80
10. กราฟแสดงจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STU1).....	83
11. กราฟแสดงจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STU2).....	83
12. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณการขึ้นหนังสือทั่วไป (BOOK1).....	92
13. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ทาร์เชิล ของผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ของข้อมูลปริมาณการขึ้นหนังสือทั่วไป (BOOK1).....	93
14. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณการขึ้นหนังสือสำรอง (BOOK2).....	95
15. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ทาร์เชิลของผลต่าง และผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ของข้อมูลปริมาณการขึ้นหนังสือสำรอง (BOOK2).....	96
16. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณการขึ้นวิทยานิพนธ์ (BOOK3).....	100
17. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ทาร์เชิลของ ผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ของข้อมูลปริมาณการขึ้นวิทยานิพนธ์ (BOOK3).....	99
18. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STU1).....	101
19. ลักษณะฟังก์ชันอัตตะสัทสัมพันธ์ของผลต่างลำดับที่ 1 ของ จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STU1).....	104

ตารางข้อมูล (ต่อ)

ภาพ	หน้า
36. การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการดื่มหนังสือสารองกับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	121
37. การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการดื่มวิตามินพีกับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์.....	122
38. การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการดื่มวิตามินพีกับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	122
39. การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการดื่มวิตามินพีกับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่.....	123
40. การเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณการดื่มวิตามินพีกับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	123
41. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษากับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์.....	124
42. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษากับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	124
43. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษากับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่.....	125
44. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษากับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	125
45. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษากับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์.....	126
46. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	126
47. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่.....	127
48. การเปรียบเทียบค่าจริงของจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับค่าพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล.....	127