

85
การพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุ เมื่อตัวแปรตามมีค่าสูญหาย



นางสาว วารุณี ตรีบำรุงศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-602-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**FORECASTING IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MISSING
OBSERVATIONS IN THE DEPENDENT VARIABLE**



MISS WARUNEE TREEBUMRUNGSAK

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

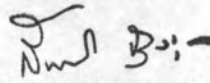
1995

ISBN 974-631-602-8



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุ เมื่อตัวแปรตามมีค่าสูญหาย
โดย นางสาว วารุณี ศรีบำรุงศักดิ์
ภาควิชา สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

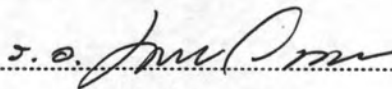


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ชูสุวรรณ)

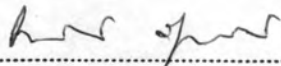
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



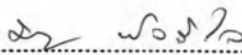
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรัมย์)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วารุณี ตรีบำรุงศักดิ์ : การพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุ เมื่อตัวแปรตามมีค่าสูญหาย
(FORECASTING IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MISSING OBSERVATIONS
IN THE DEPENDENT VARIABLE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ร.อ.มานพ วรารักษ์ดี, 158 หน้า.
ISBN 974-631-602-8

ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุ วิธีที่นิยมใช้ในการประมาณพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แต่เมื่อมีค่าสังเกตบางค่าสูญหายไปจะไม่สามารถประมาณได้ดีด้วยวิธีดังกล่าว วิธีการแก้ปัญหาทางหนึ่งก็คือตัดค่าสังเกตชุดนั้นทิ้งไป แต่การแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีนี้จะมีผลทำให้จำนวนค่าสังเกตน้อยลงและสูญเสียรายละเอียดบางอย่างไป วิธีการแก้ปัญหาอีกทางหนึ่งคือทำการประมาณค่าสังเกตที่สูญหายด้วยวิธีการต่าง ๆ ก่อนที่จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ โดยทำการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามด้วยวิธีสูญหาย วิธีค่าเฉลี่ย วิธีสมการถดถอย วิธีอีเอ็ม (EM Algorithm) และวิธีการของฮันท์ (Hunt's Method) การเปรียบเทียบกระทำภายใต้สถานการณ์ของขนาดตัวอย่าง 10, 20, 30, 50, และ 70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, และ 25 สัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, และ 70% และลักษณะของตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบคือ 1) $x_{1t}=t$, $x_{2t}=t+ut$, $u \sim N(0,9)$, 2) $x_{1t}=t$, $x_{2t}=t+\cos(2\pi t/4)$, 3) x_{1t} , $x_{2t} \sim N(20,60)$ ($t=1,2, \dots, m+12$) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 200 รอบ สำหรับแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อประมาณค่าที่สูญหาย และหารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ของค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการทั้ง 5

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็ก (10-20) เมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีขนาดไม่ใหญ่มาก และสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตามมีจำนวนมาก (60%-70%) วิธีการของฮันท์จะให้ค่าความคลาดเคลื่อน RMSE ของค่าพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่หากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนมีขนาดเพิ่มขึ้น วิธีค่าเฉลี่ยจะให้ค่าความคลาดเคลื่อน RMSE ของค่าพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ ในทุกสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม ส่วนในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ (30-70) วิธีสูญหายจะเหมาะสมกับเกือบทุกกรณี นั่นคือถ้าขนาดตัวอย่างใหญ่พอ การตัดชุดข้อมูลสูญหายทิ้งจะมีผลกระทบน้อยมากกับผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ภาควิชา.....สถิติ
สาขาวิชา.....สถิติ
ปีการศึกษา.....2537

ลายมือชื่อนิสิต.....วารุณี ตรีบำรุงศักดิ์?
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ร.อ. มานพ วรารักษ์ดี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



C522960 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD: MULTIPLE LINEAR REGRESSION/ MISSING OBSERVATIONS

WARUNEE TREEBUMRUNGSAK : FORECASTING IN MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH MISSING OBSERVATIONS IN THE DEPENDENT VARIABLE.

THESIS ADVISOR : ASST.PROF.CAPT.MANOP VARAPHAKDI, M.S. 158 pp. ISBN 974-631-602-8

In general, the least squares method is used in estimating parameters of linear regression models. The method cannot be accomplished when some of the dependent variable observations are missing. One way to solve this problem is to eliminate the missing observations, but this way will cause a reduction in the number of observations and details of the analysis. Another alternative is to estimate missing data by various methods before using least squares method.

The purpose of this research is to compare the estimation of missing observations methods of the dependent variable in multiple linear regression equation of forecasting. The methods estimate missing observations of the dependent variable are the loss method, the mean method, the regression method, EM algorithm, and Hunt's method. The comparisons are done under condition of sample sizes 10, 20, 30, 50, and 70; standard deviations of error 5, 10, 15, 20, and 25; missing proportions 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, and 70%; and 3 models of the independent variables 1) $x_1t=t, x_2t=t+ut, u \sim N(0,9)$, 2) $x_1t=t, x_2t=t+\cos(2\pi t/4)$, 3) $x_1t, x_2t \sim N(20,60)$ ($t=1,2,\dots,nm+12$). The experiment is repeated 200 times under each condition in estimating missing observations and evaluating the square root of mean squares error (RMSE) of the 5 methods.

Result of the study are as follows:-

In case of the small sample size (10-20), not much large standard deviation of error and very large missing proportions (60%-70%), the RMSE of Hunt's method is lower than the RMSE of other methods, and the RMSE of mean method is lower than the RMSE of other methods in all missing proportion if standard deviation of error increases. When the sample size is medium or large (30-70), the RMSE of loss method is lower than the RMSE of other methods in almost cases, that is, the elimination of missing observations has a small effect on multiple linear regression analysis using the least squares method.

ภาควิชา..... สถิติ

สาขาวิชา..... สถิติ

ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต..... วารุณี ศรีบำรุงศักดิ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ร.อ. Manop Varaphakdi

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ. มานพ วราภักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรีกษา ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกรักซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ผศ.กวดี ศิริรังษี รองศาสตราจารย์ นพรัตน์ รุ่งอุทัยศิริ และรองศาสตราจารย์ มณฑา พัววิไล ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติที่ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอระลึกถึงพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณ น้องชาย และน้องสาวที่ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและให้กำลังใจกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลืออย่างดีตลอดมา

วารุณี ตรีบำรุงศักดิ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
เกณฑ์การตัดสินใจ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย.....	16
วิธีการจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล.....	17
แผนการทดลอง.....	17
ขั้นตอนในการวิจัย.....	18
โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย.....	24

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	25
การเปรียบเทียบค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าพยากรณ์ ที่ได้จากวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามทั้ง 5 วิธี.....	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	123
สรุปผลการวิจัย.....	123
ข้อเสนอแนะ.....	125
รายการอ้างอิง.....	127
ภาคผนวก.....	130
ประวัติผู้เขียน.....	158

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	28
4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	34
4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	40
4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	46
4.5 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	60
4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	66
4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	72
4.9 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	78
4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	92
4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	98
4.13 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	104
4.14 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	110
4.15 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(RMSE)ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน 5, 10, 15, 20, 25	116

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงแผนผังของขั้นตอนการดำเนินงาน.....	23
4.1 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	29
4.2 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	35
4.3 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	41
4.4 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	47
4.5 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 1 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	53
4.6 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	67
4.8 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	73
4.9 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	79
4.10 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	85
4.11 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	93
4.12 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	99

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	105
4.14 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 2 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	111
4.15 การเปรียบเทียบ RMSE ของวิธีการประมาณค่าสูญหายของตัวแปรตามในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุเพื่อการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 70 และลักษณะของตัวแปรอิสระเป็น รูปแบบที่ 3 จำแนกตามสัดส่วนการสูญหายของตัวแปรตาม (PM) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (σ)	117