การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

COMPARATIVE STUDY OF FORECASTING MODEL FOR EXPORT QUANTITY OF CASSAVA STARCH USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

สุพรรษา เหลืองอำมฤษฎิ์

SUPANSA LUEANGAMNUAYSIRI

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-SC-M-050-888

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

COMPARATIVE STUDY OF FORECASTING MODEL FOR EXPORT QUANTITY OF CASSAVA STARCH USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

สุพรรษา เหลืองอำนวยศิริ

SUPANSA LUEANGAMNUAYSIRI

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81399
วัน,เดือน,ปี 1 1 มิ.ย. 2551

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2551

KMITL-2008-SC-M-050-338

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARATIVE STUDY OF FORECASTING MODEL FOR EXPORT QUANTITY OF CASSAVA STARCH USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

SUPANSA LUEANGAMNUAYSIRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN APPLIED STATISTICS
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2008

KMITL-2008-SC-M-050-338

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
Comparative Study of Forecasting Model for Export Quantity of Cassava Starch using Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks

ชื่อนักศึกษา นางสาวสุพรรษา เหลืองอำนวยศิริ

รหัสประจำตัว 46064207

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.มนัส	ไพฑูรย์เจริญลาภ	
รศ.ดร.วลัยลักษณ์	อัตธีรวงศ์	
รศ.สุมิตรา	เรืองพีระกุล	
ผศ.ดร.สมศรี	บัณฑิตวิไล	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 26 พฤษภาคม 2551 เวลา 13.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคารจุฬาภรณวลัยลักษณ์ 1 ห้อง 114

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 30 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นางสาวสุพรรษา เหลืองอำนวยศิริ
รหัสประจำตัว	46064207
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถิติประยุกต์
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ โดยใช้เทคนิคการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย 3 วิธี คือ (1) Forward Selection (2) Backward Elimination และ (3) Stepwise Regression และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ backpropagation โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีด้วยค่าสถิติวัดความถูกต้อง 2 ค่า ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูล ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง ปริมาณการส่งออกมันเส้น ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวสาลี ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวโพด ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเจ้า ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และ ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนถัวเฉลี่ย อัตราเงินเฟ้อทั่วไป ดัชนีผลผลิตพืชผล (มันสำปะหลัง) ดัชนีราคาผู้บริโภค ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม จากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2542 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 รวม 108 เดือน

ผลการวิจัยพบว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุโดยใช้เทคนิคการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยทั้ง 3 วิธีให้ผลเหมือนกัน ตัวแปรที่มีผลต่อการส่งออกแป้งมันสำปะหลังคือ ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา, ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง, อัตราแลกเปลี่ยน, อัตราเงินเฟ้อ, ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง, ดัชนีราคาผู้บริโภค โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุเท่ากับ 0.853 สำหรับวิธีโครงข่ายประสาทเทียมพบว่าโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะ หลังคือ 13-15-12 เมื่อค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 และค่าโมนตัมเท่ากับ 0.8 ซึ่งให้ค่าประมาณความถูกต้องเท่ากับ 90.66 เปอร์เซ็นต์

ผลการเปรียบเทียบพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า MSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ดังนั้นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A Comparative Study of Forecasting Model for Cassava Starch Export Quantity Using Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks
Student	Miss Supansa Lueangamnuaysiri
Student ID	46064207
Degree	Master of Science
Programme	Applied Statistics
Year	2008
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Somsri Banditvilai

ABSTRACT

This thesis compares two forecasting models: Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks with backpropagation learning algorithm to find the best forecasting model for cassava starch export quantity. This research employs three methods for selecting the independent variables into the regression equation which are the Forward Selection, the Backward Elimination, and the Stepwise Regression. Then compares the efficiency of these two forecasting methods using Mean Square Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). In this study, data are collected from two sources. Cassava starch export quantity, price of cassava that agriculturists sell at the plantation, cassava productivity, cassava chips export quantity, wheat starch export quantity, corn starch export quantity, rice starch export quantity, cassava starch export price are data collected from Office of Agricultural Economics. The average exchange rate, inflation rate, index of crop production (cassava), consumer price index, manufacturing production index are collected from Bank of Thailand. All data are in monthly basis starting from January 1999 to December 2007 which equal to 108 months.

The result of this research reveals that Multiple Linear Regression using 3 different techniques in selection of independent variables into regression equation yielded the same result. The variables that effected cassava starch export are cassava price sold at the plantation, cassava products quantity, currency rate, inflation, cassava starch export price and consumer price index. The multiple coefficient of determination is 0.853. By using Artificial Neural Networks, the appropriate neural network model for forecasting cassava starch export

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

quantity is 13-15-12, with the learning rate is 0.3, the momentum is 0.8 and estimated accuracy is 90.66 percent.

Comparing the results of two methods, Artificial Neural Networks yield the MSE and MAPE that is lower than the Multiple Linear Regression. Therefore, the suitable method for forecasting cassava starch export quantity is Artificial Neural Networks.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีเนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดียิ่ง ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ รศ.สุมิตรา เรืองพีระกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ นางสาวรัตนา พันมาลี เพื่อนที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาตลอดจนกำลังใจ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และขอบคุณพี่น้อง ของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุพรรษา เหลืองอำนวยศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย 4

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1.1 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ 8

2.1.2 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม 25

2.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ 35

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 40

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 40

3.2 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 40

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 41

3.4 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 43

3.5 สรุปผลการวิจัย 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....44

4.1 ผลการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ.....44

4.2 ผลการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....50

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบ.....55

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....57

5.1 สรุปผลการวิจัย.....57

5.2 อภิปรายผล.....58

5.3 ข้อเสนอแนะ.....59

บรรณานุกรม.....61

ภาคผนวก.....64

ภาคผนวก ก. ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังและการหาค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์.....65

ภาคผนวก ข. การแปลงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ.....79

ประวัติผู้เขียน.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ.....12

4.1 การวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_3.....45

4.2 การวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_2.....46

4.3 ผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ.....46

4.4 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ.....47

4.5 การทดสอบการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน.....47

4.6 แสดงค่า Durbin-Watson ที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี เพิ่มตัวแปรอิสระ.....48

4.7 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธี โครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1.....51

4.8 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธี โครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2.....52

4.9 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธี โครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3.....53

4.10 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธี โครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.4.....54

4.11 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์.....56

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง.....66

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ MSE และ MAPE ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอย เชิงเส้นตรงแบบพหุ.....72

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 3 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ MSE และ MAPE ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....76

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 1 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_{11}.....81

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 2 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_4.....82

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 3 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_5.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น $\log_{10}X$ หรือ $\sqrt{X}$ 21

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น X^2 หรือ e^x 21

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น X^{-1} หรือ e^{-x} 22

2.4 ขอบเขตของสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนแบบต่างๆ.....23

2.5 ลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อน.....24

2.6 ส่วนประกอบและโครงสร้างของเซลล์ประสาท.....26

2.7 แบบจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทเทียม.....27

2.8 ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบชั้นเดียว..... 28

2.9 ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบหลายชั้น 29

4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_3.....44

4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2.....45

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเศษเหลือ (e_i) กับค่าประมาณของตัวแปรตาม ($\hat{Y}$) 48

4.4 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์
โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (ม.ค.42-ธ.ค.49).....50

4.5 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์
โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมของข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน.....55

4.6 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์
โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมของข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง.....55

5.1 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์
วิธีโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่าย 13-15-12 ที่ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3
และค่าโมเมนตัม 0.8.....58

รูปภาคผนวก ข. ที่1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2.....81

รูปภาคผนวก ข. ที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_4.....82

รูปภาคผนวก ข. ที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_5.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกษตรกรรมเป็นอาชีพของคนในสังคมไทยมาทุกยุคทุกสมัย การพัฒนาด้านการเกษตรจึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการพัฒนาประเทศมาโดยตลอด ถึงแม้ว่าในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาการผลิตภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการจะมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ภาคเกษตรกรรมยังคงเป็นภาคเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศโดยรองรับการจ้างงานเกือบ 2 ใน 3 ของการจ้างงานรวม สินค้าเกษตรหลายชนิดเป็นสินค้าส่งออกที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก และยังเป็นสินค้าขั้นต้นที่นำมาซึ่งอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆอีกมากมาย เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปบรรจุกระป๋อง อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ เป็นต้น (สุชิรา บูลย์ประมุข. 2546)

ในบรรดาผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศ มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อประเทศไทยมาอย่างยาวนาน ประเทศไทยปลูกมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 4 รองจาก ข้าว ข้าวโพด ยางพารา โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่ปลูกมากที่สุด มันสำปะหลังได้กลายมาเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยด้วยเหตุผลสำคัญ 2 ประการคือ โดยธรรมชาติมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนแล้ง ทำให้มีการปลูกกันแพร่หลายในภูมิภาคต่างๆ ประกอบกับธัญพืชที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ในสหภาพยุโรปมีราคาสูง จึงทำให้ผู้ผลิตอาหารสัตว์ในสหภาพยุโรปต้องแสวงหาวัตถุดิบทดแทนที่มีราคาต่ำกว่า มันสำปะหลังจึงเป็นทางเลือกที่โดดเด่นสำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ทำให้ในระยะที่ผ่านมาประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปสหภาพยุโรปได้เป็นจำนวนมากและในแต่ละปีสามารถนำเงินตราเข้าประเทศได้สูงถึงประมาณ 20,000 ล้านบาท ในปีพ.ศ. 2549 ประเทศไทยเพาะปลูกมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 6 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล คองโก อินโดนีเซียและโมซัมบิก โดยประเทศไทยสามารถสร้างผลผลิตมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 3 ของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2549)

ในแต่ละปีประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปทั่วโลก โดยส่งออกมากในรูปของ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง สำหรับตลาดส่งออกของมันเส้นได้แก่ เกาหลี จีน ส่วนมันอัดเม็ดตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ สเปน โปรตุเกส เยอรมนีและจีน ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังรายใหญ่อันดับหนึ่งของโลก (ชัยวัฒน์ ประสมสุข. 2548) โดยส่งออกไปยังประเทศต่างๆทั่วโลกกว่า 90 ประเทศตลาดส่งออกที่สำคัญของแป้งมันสำปะหลังอยู่ที่ประเทศไต้หวัน ญี่ปุ่น มาเลเซีย จีน สหรัฐอเมริกาและฮ่องกง (ผู้จัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายวัน. 2546) โดยมีแนวโน้มความต้องการในตลาดต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมันสำปะหลังของประเทศไทยปราศจากการตัดแต่งทางพันธุกรรมหรือที่เรียกว่า " จีเอ็มโอ " เพราะฉะนั้น ปริมาณหัวมันสดที่ผลิตได้ทั้งหมดประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์จึงถูกแปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบหรือแปรรูปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการทำกระดาษ สิ่งทอ ไม้อัด อุตสาหกรรมอาหาร เคมีภัณฑ์ ฯลฯ นอกจากนี้แป้งที่มีอยู่ในหัวมันสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสารเคมีหลายชนิด โดยกระบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลและกระบวนการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อเปลี่ยนน้ำตาลเป็นสารเคมี เช่น กรดอินทรีย์ กรดอะมีโนและไวน์ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์จากแป้งที่มาจากมันสำปะหลังมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของคนในอนาคตเป็นอย่างมาก เมื่อพิจารณาจากศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าอนาคตในด้านการค้าของผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังจากประเทศไทยในตลาดโลกนั้นยังสามารถเติบโตต่อไปได้อย่างกว้างขวาง ในอนาคตประเทศไทยยังคงต้องรักษาศักยภาพความเป็นผู้นำด้านคุณภาพการผลิตและการส่งออกแป้งมันสำปะหลังให้คงอยู่ในอันดับหนึ่งของโลกต่อไปเพื่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการพยากรณ์ทางสถิติมาใช้เพื่อการศึกษาและพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังและเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์เพื่อจะทำให้ทราบเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังในอนาคต และสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบาย การวางแผน และ การปรับปรุงแนวทางในการเพิ่มศักยภาพในด้านคุณภาพ การผลิต และ การส่งออกผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังของประเทศไทย เพื่อรักษาความเป็นผู้นำทางด้านการส่งออกแป้งมันสำปะหลังในตลาดโลกต่อไป และสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศเพื่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต

ปัจจุบันเทคนิคการพยากรณ์ได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ในด้านต่างๆและมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่หลายโปรแกรม เทคนิคการพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม (Traditional Statistical Method) และเทคนิคการพยากรณ์แบบสมัยใหม่ (Modern Statistical Method) เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple Regression Analysis) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) วิธีของบ๊อกและเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) วิธีของวินเทอร์ (Winter's Method) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function Method) ส่วนเทคนิคการพยากรณ์แบบสมัยใหม่ได้แก่ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และ วิธีการแก้ปัญหาเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) (ทัดดาว แนบเนียน. 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิมนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่ให้ความถูกต้องสูงและเป็นที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้มากสุดได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regression Analysis) เนื่องจากสามารถจะวิเคราะห์ความผันแปรของตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้ด้วยความผันแปรของตัวแปรอิสระได้และจะมีประสิทธิภาพสูงมากถ้าหากสามารถหาตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายตัวแปรตามได้ครอบคลุมครบถ้วน สำหรับวิธีการพยากรณ์แบบสมัยใหม่มีหลายวิธีแต่ที่ได้รับความสนใจนำมาศึกษาวิจัยมากที่สุดคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) โดยแนวคิดหลักของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมคือการพยายามทำให้ระบบคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ได้จากประสบการณ์เช่นเดียวกับมนุษย์ และความสามารถเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับให้กลายเป็นองค์ความรู้ (Knowledge) สะสมไว้ในโครงข่ายประสาทเทียมโดยองค์ความรู้ที่ได้นั้นสามารถนำมาหาคำตอบของปัญหาที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันได้ การพยากรณ์โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแตกต่างจากวิธีการพยากรณ์แบบดั้งเดิม เนื่องจากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่ขึ้นกับรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล และสามารถใช้กับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ (Imperfect) หรือไม่ครบถ้วน (Incomplete) ในการหาค่าพยากรณ์ได้ (Makridakis. 1998) จุดเด่นอีกประการหนึ่งของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมคือให้ความถูกต้องในการทำนายที่สูงกว่าวิธีการพยากรณ์แบบอื่นเมื่อข้อมูลมีรูปแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Makridakis. 1998)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการพยากรณ์ที่ให้ความถูกต้องสูง และเป็นที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ของทั้งการพยากรณ์แบบดั้งเดิมและวิธีการพยากรณ์แบบสมัยใหม่ นั่นคือ นำวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

การพยากรณ์ทั้งสองแบบนี้เป็นที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้ศึกษาเปรียบเทียบในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังว่าวิธีใดจะมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์โดยการให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำที่สุด การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์นั้นจะตรวจสอบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error:MSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error:MAPE)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ของการพยากรณ์แต่ละวิธีโดยใช้วิธีทางสถิติสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วยวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์จากทั้ง 2 วิธี ว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติภูมิโดยทำการเก็บรวบรวมจาก

1.3.1.1 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2550 รวม 108 เดือน ซึ่งประกอบด้วย

1. ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (ตัน)
2. ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (บาท/ก.ก.)
3. ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน)
4. ปริมาณการส่งออกมันเส้น (ตัน)
5. ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด (ตัน)
6. ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวสาลี (ตัน)
7. ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเจ้า (ตัน)
8. ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวโพด (ตัน)
9. ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (บาท)

1.3.1.2 ธนาคารแห่งประเทศไทยเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2550 รวม 108 เดือน ซึ่งประกอบด้วย

1. อัตราแลกเปลี่ยน(บาทต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ)
2. อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (เปอร์เซ็นต์)
3. ดัชนีผลผลิตพืชผล (มันสำปะหลัง) (เปอร์เซ็นต์)
4. ดัชนีราคาผู้บริโภค (เปอร์เซ็นต์)
5. ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม (เปอร์เซ็นต์)

1.3.2 วิธีการพยากรณ์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มี 2 วิธี คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.3.3 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุโดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย 3 วิธี คือ 1) วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ (Forward Selection) 2) วิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination) 3) วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 ทำการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง 12 เดือนล่วงหน้า

1.3.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยใช้ค่าสถิติค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนต่างๆในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง และวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี คือวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.4.2 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.4.3 ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น

1.4.4 นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ดังนี้คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.4.5 ทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีข้างต้น โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทย

1.5.2 ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทย และผู้ผลิตและส่งออกแป้งมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ในการวางแผนและกำหนดนโยบายการผลิตและส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

แป้งมันสำปะหลัง เป็นแป้งมันสำปะหลังดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตซึ่งในปัจจุบันที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังแบบสลัดแห้ง แป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ในที่นี้เป็นแป้งมันสำปะหลังดิบรวม 3 พิกัดฮาร์โมไนซ์ 1106200100, 1106200200 และ 1108140007 (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันเส้นหรือมันสำปะหลังทำเป็นฝอย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการนำหัวมันสำปะหลังสดมาผ่านกรรมวิธีแปรรูป โดยใช้เครื่องตีหัวมันเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วตากบนลานซีเมนต์ ประมาณ 2-3 วัน ให้แห้ง โดยปกติอัตราส่วนการผลิตมันสำปะหลังเส้น 1 กิโลกรัม จะใช้หัวมันสด 2 - 2.5 กิโลกรัม (มีปริมาณแป้งร้อยละ 25) (ภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2549)

มันสำปะหลังอัดเม็ด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำหัวมันสำปะหลังสดหรือมันสำปะหลังเส้นนำไปบดแล้วอัดด้วยเครื่องจักรให้มีรูปร่างเป็นแท่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-0.7 ซ.ม. (ภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2549)

แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่ได้จากการแปรรูปอย่างง่ายโดยการนำข้าวเจ้ามาบดหรือโม่ แบ่งเป็น 2 ชนิดคือโม่แห้งและโม่น้ำ คุณภาพจากการโม่น้ำจะสูงกว่าและมีกลิ่นที่ไม่ฉุนและจะได้แป้งที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2546)

แป้งข้าวสาลี เป็นแป้งที่ได้จาการบดเมล็ดข้าวสาลี แป้งสาลีแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ แป้งสาลีชนิดหนักมีโปรตีนสูง น้ำหนักมาก ลักษณะค่อนข้างหยาบ เป็นสีนวล และแป้งสาลีชนิดเบาเป็นแป้งที่มีเนื้อละเอียด น้ำหนักเบา สีขาวสะอาด (เว็บไซต์ http://guru.google.co.th/guru/guru/thread? tid=2df305281da1bf98 วันที่ 9 มีนาคม 2551)

แป้งข้าวโพด เป็นแป้งที่ได้จาการสกัดเอาแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้ว โดยการโม่แยกส่วนเปลือกออกเหลือเพียงส่วนของเนื้อแป้งไว้ (เว็บไซต์ http://web.ku.ac.th/agri/cornn/corn_b.htm วันที่ 1 มีนาคม 2551)

อัตราแลกเปลี่ยน เป็นอัตราที่เทียบระหว่างค่าของเงินสกุล (เช่น เงินสกุลท้องถิ่น) กับหนึ่งหน่วยของเงินสกุลหลัก ในที่นี้ใช้เทียบกับเงินดอลลาร์สหรัฐ เช่น ค่าของเงินบาทเทียบกับ 1 หน่วยดอลลาร์สหรัฐเท่ากับ 31 บาทเป็นต้น (ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2551)

อัตราเงินเฟ้อทั่วไป คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภคที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของราคาขายปลีกสินค้าและบริการโดยเฉลี่ยที่ผู้บริโภคทั่วไปจ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการจำนวนหนึ่ง ณ เวลาหนึ่ง ๆ เทียบกับปีฐาน โดยการสำรวจราคาสินค้าและบริการทั่วประเทศจำนวน 326 รายการ ครอบคลุมหมวดอาหารและเครื่องดื่ม เครื่องนุ่งห่ม เคหสถาน การตรวจรักษาและบริการส่วนบุคคล ยานพาหนะ การขนส่งการสื่อสาร การบันเทิง การอ่าน การศึกษา ฯลฯ เพื่อนำมาคำนวณดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป (กระทรวงพาณิชย์. 2547)

ดัชนีผลผลิตพืชผล เป็นตัวชี้วัดระดับการผลิตและทิศทางของภาคการเกษตร ดัชนีผลผลิตที่ที่ธนาคารแห่งประเทศไทยเผยแพร่ในปัจจุบันเป็นดัชนีรายเดือน (ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2551)

ดัชนีราคาผู้บริโภค เป็นตัวเลขสถิติที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าขายปลีกและบริการที่คงที่ปริมาณหนึ่ง ที่ครอบครัวหรือผู้บริโภคซื้อหามาเป็นประจำ ณ ระยะเวลาหนึ่งเปรียบเทียบกับอีกระยะเวลาหนึ่ง (รังสรรค์ เนียมสนิท. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวชี้วัดระดับการผลิตและทิศทางของภาคอุตสาหกรรม โดยดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรมที่ธนาคารแห่งประเทศไทยเผยแพร่ในปัจจุบันเป็นดัชนีรายเดือน ครอบคลุม 76 ประเภทอุตสาหกรรม (ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่

1. วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ
2. วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

2.1.1 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นวิธีการทางสถิติที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภทได้แก่ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปแล้วมีผลกระทบต่อตัวแปรอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปตามค่าของตัวแปรอิสระเรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) และนำผลของความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปพยากรณ์ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุเป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป

สมมติให้ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ เป็นตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อ Y ในรูปแบบเส้นตรง จะเขียนเป็นฟังก์ชันได้ดังนี้ คือ

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k)$$

ให้ $\mu_{Y.X_1.X_2\ldots X_k}$ เป็นค่าของ Y บนเส้นการถดถอยเชิงเส้นตรง (multiple linear regression line) อันเนื่องมาจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการดังนี้

$$\mu_{Y.X_1.X_2\ldots X_k} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k \qquad (2.1)$$

$$Y = \mu_{Y.X_1.X_2\ldots X_k} + \varepsilon \qquad (2.2)$$

หรือ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \qquad (2.3)$$

เมื่อ $i = 1, 2, \ldots, n$ และ $j = 1, 2, \ldots, k$

โดยที่ Y_i คือ ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรตามของประชากร

X_{ji} คือ ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรอิสระที่ j ของประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

β_0 คือ จุดตัดแกน Y หรือค่าของตัวแปรตาม Y เมื่อไม่มีอิทธิพลของตัวแปรอิสระ $X_{1i},X_{2i},\ldots,X_{ki}$

β_j คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน (partial regression coefficient) ที่ j ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y เมื่อตัวแปรอิสระ X_{ji} เปลี่ยนไป 1 หน่วย โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆคงที่

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ i

เรียกสมการ (2.1) ว่า Multiple Linear Regression Equation และสมการ (2.2) และ (2.3) ว่า Multiple Linear Regression Model

ข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน มีดังนี้

1. ε_i เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ
2. ε_i มีค่าคาดหมาย (expected value) เป็น 0 นั่นคือ $E(\varepsilon_i)=0$
3. ε_i มีความแปรปรวนคงที่ (homoscedasticity) นั่นคือ $V(\varepsilon_i)=\sigma^2$
4. ค่า ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกันทุกค่า i และ j เมื่อ $i \neq j$ นั่นคือ $COV(\varepsilon_i,\varepsilon_j)=0$

2.1.1.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการความถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

จะประมาณค่า Y_i ด้วย $\hat{Y}_i$ ซึ่งหาได้จากสมการ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548)

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \ldots + b_kX_{ki} \qquad i=1,2,\ldots,n \qquad (2.4)$$

เรียกสมการที่ (2.4) ว่า Sample multiple linear regression equation เมื่อ $\hat{Y}_i$ คือตัวประมาณค่าของ $\mu_{Y.X_1,X_2\ldots X_k}$ และ $b_0,b_1,b_2,\ldots,b_k$ คือตัวประมาณค่าของ $\beta_0,\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_k$ ตามลำดับ การประมาณค่า $\beta_0,\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_k$ ด้วยค่า $b_0,b_1,b_2,\ldots,b_k$ โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method : OLS) ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด หรือ $\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2=\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\hat{Y}_i)^2$ มีค่าต่ำสุด ตัวประมาณค่าที่หาได้จากวิธีนี้จะมีคุณสมบัติของความเป็นตัวประมาณค่าที่ดีที่สุดคือมีคุณสมบัติของความเป็นเชิงเส้นที่ไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุด (Best Linear Unbiased Estimators : BLUE)

เนื่องจากค่า ε_i นั้นไม่ทราบค่าจะประมาณ ε_i ด้วยค่า e_i เรียกว่า ตัวเศษเหลือ (residual)

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \qquad (2.5)$$

$$e_i = Y_i - (b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \ldots + b_kX_{ki}) \qquad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^{n}e_i^{\,2} = \sum_{i=1}^{n}[Y_i - (b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \ldots + b_kX_{ki})]^2 \qquad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ $\min \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \min \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ หาอนุพันธ์ย่อยเทียบกับ $b_0, b_1, b_2, ..., b_k$ แล้วให้เท่ากับศูนย์ดังนี้

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_0} = -2\sum_{i=1}^{n} (Y_i - b_0 - b_1 X_{1i} - \ldots - b_k X_{ki}) = 0$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_1} = -2\sum_{i=1}^{n} X_{1i} (Y_i - b_0 - b_1 X_{1i} - \ldots - b_k X_{ki}) = 0$$

$$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_k} = -2\sum_{i=1}^{n} X_{ki} (Y_i - b_0 - b_1 X_{1i} - \ldots - b_k X_{ki}) = 0$$

นั่นคือ ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว จะได้สมการจำนวน k+1 สมการ ดังนี้

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^{n} X_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^{n} X_{2i} + \ldots + b_k \sum_{i=1}^{n} X_{ki} = \sum_{i=1}^{n} Y_i \qquad \ldots\ldots (1)$$

$$b_0 \sum_{i=1}^{n} X_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^{n} X_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^{n} X_{1i} X_{2i} + \ldots + b_k \sum_{i=1}^{n} X_{1i} X_{ki} = \sum_{i=1}^{n} X_{1i} Y_i \qquad \ldots\ldots (2)$$

$$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$$

$$b_0 \sum_{i=1}^{n} X_{ki} + b_1 \sum_{i=1}^{n} X_{1i} X_{ki} + b_2 \sum_{i=1}^{n} X_{2i} X_{ki} + \ldots + b_k \sum_{i=1}^{n} X_{ki}^2 = \sum_{i=1}^{n} X_{ki} Y_i \qquad \ldots\ldots (k+1)$$

ในการวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรอิสระหลายๆตัว โดยวิธีพีชคณิตหรือวิธีธรรมดานั้นค่อนข้างยุ่งยากในการคำนวณ สามารถหาคำตอบโดยใช้เมตริกซ์ในการวิเคราะห์สมการดังนี้

$$\underline{Y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{\varepsilon}$$

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \qquad \underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} \ldots & X_{k1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} \ldots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} \ldots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\underline{\beta}=\begin{bmatrix}\beta_0\\ \beta_1\\ .\\ .\\ .\\ \beta_k\end{bmatrix}, \qquad \underline{\varepsilon}=\begin{bmatrix}\varepsilon_1\\ \varepsilon_2\\ .\\ .\\ .\\ \varepsilon_n\end{bmatrix}, \qquad \underline{b}=\begin{bmatrix}b_0\\ b_1\\ .\\ .\\ .\\ b_k\end{bmatrix}$$

โดยที่ $\underline{Y}$ คือ เวกเตอร์ขนาด $(n\times 1)$ ของค่าสังเกต

$\underline{X}$ คือ เมตริกซ์ขนาด $n\times(k+1)$ ของตัวแปรอิสระโดย X_0 มีค่าเท่ากับ 1

$\underline{\beta}$ คือ เวกเตอร์ขนาด $(k+1)\times 1$ ของสัมประสิทธิ์การถดถอย

$\underline{b}$ คือ เวกเตอร์ขนาด $(k+1)\times 1$ ของตัวประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอย

$\underline{\varepsilon}$ คือ เวกเตอร์ขนาด $(n\times 1)$ ของความคลาดเคลื่อน

ต้องการหาตัวประมาณ b โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยจึงเขียนได้เป็น

$$\underline{\varepsilon}=\underline{Y}-\underline{X}\underline{\beta}$$

และผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจึงเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\underline{\varepsilon}'\underline{\varepsilon}&=(\underline{Y}-\underline{X}\underline{\beta})'(\underline{Y}-\underline{X}\underline{\beta})\\ &=\underline{Y}'\underline{Y}-\underline{\beta}'\underline{X}'\underline{Y}-\underline{Y}'\underline{X}\underline{\beta}+\underline{\beta}'\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta}\\ &=\underline{Y}'\underline{Y}-2\underline{\beta}'\underline{X}'\underline{Y}+\underline{\beta}'\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta}\end{aligned} \tag{2.8}$$

ซึ่งจะมีค่าต่ำสุดเมื่อ $\dfrac{\partial\sum\underline{\varepsilon}'\underline{\varepsilon}}{\partial\underline{\beta}}=-2\underline{X}'\underline{Y}+2\underline{X}'\underline{X}\underline{\beta}=0$

ประมาณค่าเวคเตอร์ $\underline{\beta}$ ด้วยเวกเตอร์ $\underline{b}$ จะได้สมการเป็น

$$(\underline{X}'\underline{X})\underline{b}=\underline{X}'\underline{Y} \tag{2.9}$$

ดังนั้น $$\underline{b}=(\underline{X}'\underline{X})^{-1}\underline{X}'\underline{Y} \tag{2.10}$$

2.1.1.2 การทดสอบสมมติฐานโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การทดสอบสมมติฐานโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน มีแนวคิดพื้นฐานในการทดสอบคือเปรียบเทียบค่าความผันแปรที่อธิบายได้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุกับค่าความผันแปรที่อธิบายไม่ได้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

ค่าความผันแปรทั้งหมดของ Y หรือค่าความแปรปรวนของ Y คือ SST (Sum Square of Total) ซึ่งเป็นผลบวกกำลังสองของผลต่างระหว่าง Y_i กับ $\overline{Y}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SST = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum Y^2 - (\sum Y)^2 / n$$

หรือ
$$SST = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i + \hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$
$$= \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + 2\sum (Y_i - \hat{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{Y})$$

โดยที่ $2\sum (Y_i - \hat{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{Y}) = 0$

$$\therefore SST = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

จะได้ว่า
$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

หรือ
$$SST = SSR + SSE$$

โดยที่ SST (Sum Square of Total) เป็นค่าความแปรปรวนทั้งหมดของ Y

SSR (Sum Square of Regression) เป็นค่าความแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพลของ X หรือเป็นค่าความแปรปรวนของ Y ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยตัวแปรอิสระ X

SSE (Sum Square of Error) เป็นค่าความแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ

การแบ่งส่วน SST ออกเป็น SSR และ SSE นั้นสามารถเขียนสรุปเป็นตารางที่เรียกว่าตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

แหล่งความแปรปรวน (SV)	องศาความเป็นอิสระ (df)	ผลบวกกำลังสอง (SS)	ผลบวกกำลังสองเฉลี่ย (MS)	F
ความถดถอย (Regression)	k	SSR	$MSR = \frac{SSR}{k}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน (Error)	n-k-1	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$	
รวม (Total)	n-1	SST		

1. การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย β_j ของตัวแปรอิสระทุกตัวพร้อมกัน โดยมีสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$$
$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่า , } j = 1, 2, ..., k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติสำหรับการทดสอบ คือ $F = \frac{MSR}{MSE}$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F > F_{\alpha,k,n-k-1}$

- ถ้ายอมรับ H_0 หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ และตัวแปรตาม Y

- ถ้าปฏิเสธ H_0 หมายความว่ามีตัวแปรอิสระ X_j อย่างน้อยหนึ่งตัว มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นกับตัวแปรตาม Y

2. การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ β_j ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว เป็นการทดสอบว่าตัวแปรอิสระ X_j แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y หรือไม่ โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆที่เหลือมีค่าคงที่ มีสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \beta_j = 0$$
$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad , j=1, 2, \ldots, k$$

สถิติสำหรับการทดสอบคือ $t = \frac{b_j}{S_{b_j}}$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|t| > t_{\alpha/2,n-k-1}$

- ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_j ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว

- ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่า X_j มีความสัมพันธ์กับ Y หรือ X_j มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว สมควรที่ X_j จะอยู่ในสมการถดถอย

- การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของความถดถอย (Estimation of Standard Deviation of Regression)

การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของความถดถอยหรือเรียกกันว่าการประมาณค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการพยากรณ์หรือประมาณค่า Y ด้วย $\hat{Y}$ ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ k ตัวจะได้ค่าความแปรปรวนของการประมาณคือ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548)

$$S_e^{\,2} = S^2_{Y.123\ldots k} = S^2$$

โดยที่ $$S^2 = \frac{SSE}{n-k-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-k-1} \qquad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ SSE คือ ค่าความแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ

n คือ จำนวนค่าสังเกต

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนหรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณ คือ

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{SSE/(n-k-1)} = \sqrt{MSE}$$

- สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination:R^2)

ผลบวกทั้งหมดของความเบี่ยงเบนกำลังสองของตัวแปร Y จากค่าเฉลี่ย $\overline{Y}$ หรือ SST ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ SSR และ SSE นั่นคือ (วิรัชช พานิชวงศ์. 2545)

$$\sum(Y_i - \overline{Y})^2 = \sum(\hat{Y}_i - \overline{Y})^2 + \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SST = SSR + SSE$$

$$SSR = \sum(Y_i - \overline{Y})^2 - \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$= \underline{Y}'\underline{Y} - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} - [\underline{Y}'\underline{Y} - \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y}]$$

$$= \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} \qquad (2.12)$$

$$R^2 = \frac{\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}}{\underline{Y}'\underline{Y} - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}} \qquad (2.13)$$

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \qquad (2.14)$$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ R^2 คือสัดส่วนความแปรผันทั้งหมดของ Y ที่อธิบายโดยความแปรผันในตัวแปรอิสระ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ หรือสัดส่วนของความแปรผันทั้งหมดของ Y ที่อธิบายโดยความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ ค่า R^2 จะอยู่ในช่วง $[0,1]$

1. ถ้า $R^2=1$ คือ $\hat{Y}_i = Y_i$ ทุกค่าของ i นั่นคือ สมการถดถอยที่ประมาณใช้พยากรณ์ค่า Y ได้อย่างสมบูรณ์
2. ถ้า $R^2=0$ หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร $X_1, X_2, \ldots, X_k$ และ Y นั่นคือ สมการถดถอยที่ประมาณไม่สามารถนำมาใช้พยากรณ์ค่า Y ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้า R^2 ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ชี้ให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง $X_1, X_2, \ldots, X_k$ และ Y ในสมการถดถอย

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงพหุ (Multiple Coefficient of Correlation)

ได้จากการถอดรากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ

$$R = \sqrt{R^2} \quad \text{โดยที่} \quad 0 \le R^2 \le 1 \tag{2.15}$$

1. R มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ น้อยมาก และถ้า R = 0 แสดงว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ เลย
2. R มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวมาก

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ X และตัวแปรตาม Y เป็นการทดสอบว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นหรือไม่ สำหรับสถิติที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y นั้น เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) ในกรณีที่ใช้ข้อมูลตัวอย่างจะประมาณค่า ρ ด้วยค่า r

$$\begin{aligned} r &= \frac{\text{Covariance}(X,Y)}{\sqrt{\text{Variance}(X).\text{Variance}(Y)}} \\ &= \frac{\Sigma(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})/n-1}{\sqrt{\frac{\Sigma(X_i-\bar{X})^2}{n-1}.\frac{\Sigma(Y_i-\bar{Y})^2}{n-1}}} \\ &= \frac{\Sigma(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i-\bar{X})^2.\Sigma(Y_i-\bar{Y})^2}} \end{aligned}$$

$$r = \frac{\Sigma X_i Y_i - \Sigma X_i \Sigma Y_i/n}{\sqrt{\left(\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2/n\right)\left(\Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2/n\right)}} \tag{2.16}$$

โดยที่ $-1 \le r \le 1$

1. ถ้า r มีค่าเป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางตรงข้าม คือเมื่อ X มีค่าเพิ่มขึ้น Y จะมีค่าลดลง แต่ถ้า X มีค่าลดลง Y จะมีค่าเพิ่มขึ้น
2. ถ้า r มีค่าเป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน คือเมื่อ X มีค่าเพิ่มขึ้น Y จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้า X มีค่าลดลง Y จะมีค่าลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันมาก
4. ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางตรงข้ามกัน และมีความสัมพันธ์กันมาก
5. ถ้า $r = 0$ แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้น
6. ถ้า r เข้าใกล้ 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อยในรูปแบบเชิงเส้น

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วน (Coefficients of Partial Correlation)

เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X ตัวใดตัวหนึ่งโดยให้ X ตัวอื่นๆมีค่าคงที่ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนระหว่าง Y กับ X_i โดยกำหนดให้ X_j และ X_k คงที่ เมื่อ $i \neq j \neq k$ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_iจริงๆ โดยกำจัดอิทธิพลของ X_j และX_k ที่มีต่อ Y โดยที่ $(-1 \leq r_{Yi.jk} \leq 1)$

$$r^2_{Yi.jk} = \frac{SSR(X_i|X_j, X_k)}{SSE(X_j, X_k)} \tag{2.17}$$

$$r_{Yi.jk} = \sqrt{r^2_{Yi.jk}} \tag{2.18}$$

2.1.1.3 วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการความถดถอย

การเลือกตัวแปรอิสระ X เข้าสมการความถดถอย จะมีเกณฑ์ในการเลือกคือผู้วิเคราะห์จะต้องพิจารณาว่า มีตัวแปรอิสระใดบ้างที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับ Y เทคนิคการเลือกตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y ที่นิยมมี 3 วิธี ดังนี้

1) วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ (Forward Selection) เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยโดยเลือกตัวแปรอิสระครั้งละหนึ่งตัวแปร และจะเลือกจนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y ได้อีก ตัวแปรอิสระใดที่เลือกเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยแล้วจะไม่มีการพิจารณาตัดออกภายหลัง ขั้นตอนของการวิเคราะห์ตัวอย่างกรณีมีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ได้แก่ X_1, X_2, X_3 มีดังนี้

1. เลือกตัวแปรอิสระตัวแรกเข้าในสมการถดถอย โดยเลือกตัวแปรที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_{Yi} สูงที่สุด สำหรับ i=1, 2, 3 สมมติว่า X_3 ให้ค่า r_{Y3} สูงที่สุดจะเลือกตัวแปรอิสระ X_3 เข้าในสมการถดถอยเป็นตัวแรก

2. ทดสอบว่าตัวแปรอิสระที่เลือกเข้ามาในขั้นตอนที่ 1 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y จริงหรือไม่ จากรูปแบบการถดถอย $Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$H_0 : \beta_3 = 0$ กับ $H_1 : \beta_3 \neq 0$ ถ้ายอมรับ H_0 จะหยุดการพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอย และสรุปว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดที่นำมาพิจารณาไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 จะทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไป นั่นคือรับตัวแปรอิสระ X_3 เข้าในสมการถดถอยเป็นตัวแรกและหาตัวแปรอิสระใหม่เข้าในสมการถดถอย

3. เลือกตัวแปรอิสระตัวที่สองเข้าในสมการถดถอย โดยเลือกตัวแปรอิสระที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน $r_{Yi.3}$ สูงที่สุดสำหรับ i = 1, 2 สมมติว่า X_2 เป็นตัวแปรอิสระที่ให้ค่า $r_{Y2.3}$ สูงที่สุด จะเลือกตัวแปรอิสระ X_2 เข้าในสมการถดถอยเป็นตัวต่อไป

4. ทดสอบว่าตัวแปรอิสระ X_2 ที่เลือกเข้ามาในขั้นตอนที่ 3 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้วหรือไม่ จากรูปแบบ $Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ ทดสอบ $H_0 : \beta_2 = 0$ กับ $H_1 : \beta_2 \neq 0$ ถ้ายอมรับ H_0 จะสรุปว่ารูปแบบการถดถอยที่เหมาะสมคือ $Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 จะทำขั้นตอนที่ 5 ต่อไป

5. เลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 3 เข้าในสมการถดถอย ในที่นี้เหลือเพียงตัวแปรอิสระ X_1 เป็นตัวแปรอิสระตัวสุดท้ายจึงนำตัวแปรอิสระ X_1 ไปทดสอบในขั้นตอนที่ 6

6. ทดสอบว่าตัวแปรอิสระ X_1 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้วหรือไม่ จากรูปแบบการถดถอย $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ ทำการทดสอบ $H_0 : \beta_1 = 0$ กับ $H_1 : \beta_1 \neq 0$ ถ้ายอมรับ H_0 จะหยุดการพิจารณาและสรุปว่ารูปแบบการถดถอยที่เหมาะสมคือ $Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 สรุปว่ารูปแบบการถดถอยนี้จะเป็นรูปแบบการถดถอยที่เหมาะสม

การพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยกรณีมีมากกว่า 3 ตัวแปรอิสระจะทำได้ในทำนองเดียวกัน

2) วิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination) เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการ โดยเริ่มพิจารณาจากตัวแปรอิสระทั้งหมด แล้วพิจารณาตัดตัวแปรอิสระที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามน้อยออกไปครั้งละหนึ่งตัวแปร ขั้นตอนของการวิเคราะห์ตัวอย่างกรณีมีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ได้แก่ X_1, X_2, X_3 มีดังนี้

1.จากรูปแบบการถดถอยที่ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$ พิจารณาว่าตัวแปรอิสระใดมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y น้อย ตัวแปรอิสระที่จะตัดออกจะเป็นตัวแปรอิสระที่มีค่าของตัวสถิติทดสอบ F บางส่วนต่ำที่สุด สมมติว่า X_3 เป็นตัวแปรอิสระที่มีค่าของตัวสถิติทดสอบ F บางส่วนต่ำที่สุด ทดสอบ $H_0 : \beta_3 = 0$ กับ $H_1 : \beta_3 \neq 0$ ถ้ายอมรับ H_0 จะตัดตัวแปรอิสระ X_3 ออกจากรูปแบบการถดถอยและทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าจะตัดตัวแปรอิสระ X_3 ออกจากรูปแบบการถดถอยไม่ได้ สมการถดถอยที่เหมาะสมจะเป็นสมการถดถอยที่สร้างจากรูปแบบการถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81399

2. จากรูปแบบใหม่ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\varepsilon$ ตัวแปรอิสระที่จะตัดออกตัวต่อไปจะเป็นตัวแปรอิสระที่มีค่าของตัวสถิติทดสอบ F บางส่วนน้อยที่สุด สมมติว่า X_2 ให้ค่าของตัวสถิติทดสอบต่ำที่สุด ทดสอบ $H_0:\beta_2=0$ กับ $H_1:\beta_2\neq 0$ ถ้ายอมรับ H_0 จะตัดตัวแปรอิสระ X_2 ออกจากรูปแบบการถดถอยและทำการวิเคราะห์ต่อไปเพื่อพิจารณาว่าจะตัดตัวแปรอิสระตัวใดได้อีกตามวิธีการที่ได้ทำในขั้นตอนที่ 1 และ 2 แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าจะตัดตัวแปรอิสระ X_2 ออกจากรูปแบบใหม่ไม่ได้ จะหยุดการพิจารณาและสรุปว่า $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\varepsilon$ เป็นรูปแบบที่เหมาะสม

ขั้นตอนจะเสร็จสิ้นเมื่อตัดตัวแปรอิสระออกจากรูปแบบการถดถอยไม่ได้อีกแล้ว รูปแบบการถดถอยสุดท้ายจะเป็นรูปแบบที่ใช้ในการสร้างสมการถดถอยที่ดีที่สุด

3) วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในรูปแบบการถดถอยโดยการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยครั้งละหนึ่งตัวแปร ตัวแปรอิสระใดที่อยู่ในสมการแล้วจะต้องมีการทดสอบว่าตัวแปรนั้นยังมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y ขณะที่มีตัวแปรอิสระอื่นอยู่ในสมการถดถอยหรือไม่ นั่นคือตัวแปรอิสระใดที่เข้าอยู่ในสมการถดถอยแล้วอาจถูกตัดออกไปได้ภายหลัง ขั้นตอนของการวิเคราะห์ตัวอย่างกรณีมีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ได้แก่ X_1, X_2, X_3 มีดังนี้

1. เลือกตัวแปรอิสระตัวแรกเข้าในสมการถดถอย โดยเลือกตัวแปรที่ให้ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ r_{Yi} สำหรับ i=1, 2, 3 สูงที่สุด สมมติว่า X_3 ให้ค่า r_{Y3} สูงที่สุดจะเลือกตัวแปรอิสระ X_3 เข้าในสมการถดถอยเป็นตัวแรก

2. จากรูปแบบการถดถอย $Y=\beta_0+\beta_3X_3+\varepsilon$ ทดสอบ $H_0:\beta_3=0$ กับ $H_1:\beta_3\neq 0$ ด้วยการทดสอบแบบ F บางส่วน ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y จะจบขั้นตอนการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอยหรือไม่มีตัวแปรอิสระใดมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 อยู่ในสมการถดถอยได้จะทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปเพื่อหาตัวแปรอิสระใหม่เข้าในสมการถดถอย

3. เลือกตัวแปรอิสระตัวต่อไปที่ให้ค่า $r_{Yi.3}$ สำหรับ i = 1, 2 สูงที่สุด เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_3 อยู่ในสมการแล้ว สมมติว่าเลือกตัวแปรอิสระ X_2 เพราะค่า $r_{Y2.3}$ เป็นค่าสูงที่สุด

4. จากรูปแบบการถดถอย $Y=\beta_0+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ ทดสอบ $H_0:\beta_2=0$ กับ $H_1:\beta_2\neq 0$ ด้วยการทดสอบแบบ F บางส่วน

4.1 ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_2 ที่เลือกเข้ามาในสมการถดถอยไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_3 อยู่ในสมการถดถอย ดังนั้นรูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_3X_3+\varepsilon$ ทำให้กระบวนการคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธีนี้จะสิ้นสุดลง และรูปแบบการถดถอยนี้มีเพียง X_3 เท่านั้นที่มีอิทธิพลเพียงพอที่จะอธิบายความผันแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวแปรตาม Y ได้ เพราะ $r_{Y2.3}$ มีค่าสูงที่สุดแต่ยังไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เพราะฉะนั้นตัวแปรอิสระที่เหลือก็จะไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y ด้วย

4.2 ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_2 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_3 อยู่แล้ว ทำให้ได้รูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ ทำการทดสอบ $H_0:\beta_3=0$ กับ $H_1:\beta_3\neq 0$ เพื่อพิจารณาว่าเมื่อมีตัวแปรอิสระใหม่ X_2 เข้ามาอยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว ตัวแปรอิสระ X_3 จะยังมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y หรือไม่

4.2.1 ถ้ายอมรับ H_0 สรุปว่าจะต้องตัดตัวแปรอิสระ X_3 ออกจากรูปแบบการถดถอย จะได้รูปแบบการถดถอย คือ $Y=\beta_0+\beta_2X_2+\varepsilon$ กระบวนการเลือกตัวแปรวิธีนี้จะสิ้นสุดลง

4.2.2 ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 ยังคงอยู่ในรูปแบบการถดถอยต่อไปได้จะได้รูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$

5. ตัวแปรอิสระตัวสุดท้ายที่เข้ามาในรูปแบบการถดถอยได้แก่ ตัวแปรอิสระ X_1 จากรูปแบบการถดถอย $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ จะต้องทำการทดสอบ 3 การทดสอบเริ่มจาก $H_0:\beta_1=0$ กับ $H_1:\beta_1\neq 0$ จะเป็นการพิจารณาตัวแปรอิสระ X_1 ที่เข้ามาใหม่ด้วยการทดสอบแบบ F บางส่วน

5.1 ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_1 ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_2 ,X_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว ดังนั้นตัวแปรอิสระตัวสุดท้ายจึงไม่เข้ามาอยู่ในรูปแบบการถดถอย จะได้รูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ กระบวนการเลือกตัวแปรด้วยวิธีนี้จะสิ้นสุดลง

5.2 ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ตัวแปรอิสระ X_1 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_2 ,X_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว ดังนั้นจะเพิ่มตัวแปรอิสระ X_1 ในรูปแบบการถดถอยได้และจะได้รูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ ต่อไปทำการทดสอบ $H_0:\beta_2=0$ กับ $H_1:\beta_2\neq 0$ เพื่อพิจารณาว่าตัวแปรอิสระ X_2 ที่เข้ามาในรูปแบบการถดถอยจะยังคงมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y หรือไม่ เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1และX_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว

5.2.1 ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_2 ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 ,X_3 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว ดังนั้นจะได้รูปแบบการถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_3X_3+\varepsilon$ กระบวนการเลือกตัวแปรวิธีนี้จะสิ้นสุดลง

5.2.2 ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_2 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 ,X_3อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว จะได้รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถดถอยคือ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$ ทำการทดสอบต่อไปว่าถ้ามีตัวแปรอิสระ X_1 และ X_2 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้วตัวแปรอิสระ X_3 จะยังคงมีส่วนในการอธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม Y หรือไม่ ทำการทดสอบ $H_0:\beta_3=0$ กับ $H_1:\beta_3\neq 0$

5.2.2.1 ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 ,X_2 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว ซึ่งจะตัดตัวแปรอิสระ X_3 ออกไปจากรูปแบบการถดถอย จะได้รูปแบบการถดถอย

$Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\varepsilon$

5.2.2.2 ถ้าปฏิเสธ H_0แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 ,X_2 อยู่ในรูปแบบการถดถอยแล้ว โดยยังคงตัวแปรอิสระ X_3 ไว้ในรูปแบบการถดถอยแล้วจะได้รูปแบบ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$

วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนจะเสร็จสิ้นเมื่อหาตัวแปรอิสระเข้ามาในรูปแบบการถดถอยไม่ได้อีกแล้ว กรณีตัวแปรอิสระมากกว่า 3 ตัวแปรอิสระ การคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีนี้ทำได้ทำนองเดียวกัน โดยเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในรูปแบบครั้งละ 1 ตัวแปร ตัวแปรที่เข้ามาอยู่ในรูปแบบการถดถอยนี้แล้วอาจจะถูกตัดออกจากรูปแบบได้

2.1.1.4 การตรวจสอบรูปแบบความสัมพันธ์

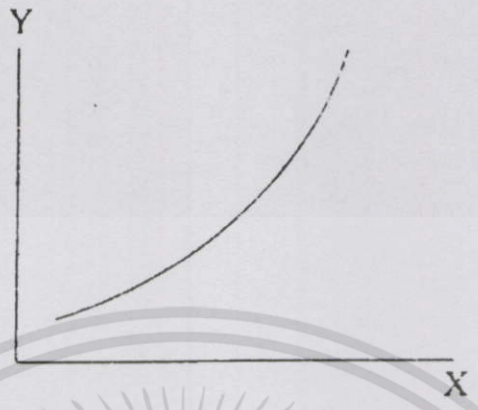
เมื่อมีข้อมูลเป็นค่าสังเกตของตัวแปรอิสระ X และตัวแปรตาม Y ขั้นแรกของการวิเคราะห์การถดถอยจะทำโดยการสร้างแผนภาพการกระจายเพื่อทำให้เห็นภาพคร่าวๆว่าตัวแปรอิสระ X และตัวแปรตาม Y มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงหรือไม่ หากรูปแบบความสัมพันธ์ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรงจะทำการแปลงตัวแปรอิสระ X โดยใช้ฟังก์ชันการแปลง $\log_{10}X$, $\sqrt{X}$, X^2, e^x, X^{-1},e^{-x} ซึ่งฟังก์ชันจะเป็นอย่างไรนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ X และ ตัวแปรตาม Y โดยจะเลือกฟังก์ชันที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเช่น (ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548)

1. ควรใช้ฟังก์ชันของการแปลง $\log_{10}X$ หรือ $\sqrt{X}$

รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น $\log_{10}X$ หรือ $\sqrt{X}$
ที่มา : ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548

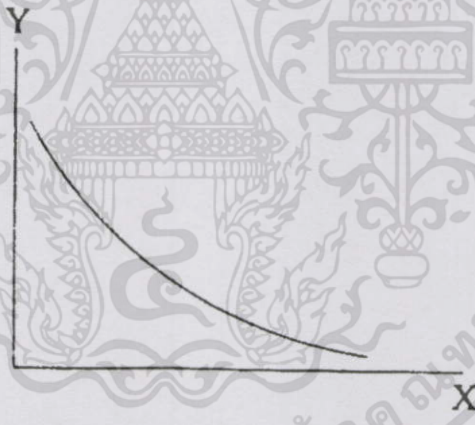
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควรใช้ฟังก์ชันของการแปลง X^2 หรือ e^x



รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น X^2 หรือ e^x
ที่มา : ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548

3. ควรใช้ฟังก์ชันของการแปลง X^{-1} หรือ e^{-x}



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y ที่ควรแปลง X เป็น X^{-1} หรือ e^{-x}
ที่มา : ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548

2.1.1.5 การตรวจสอบข้อสมมติการวิเคราะห์การถดถอย

ในการวิเคราะห์การถดถอย ข้อสมมติของรูปแบบการถดถอยที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนมีความจำเป็นยิ่งต่อการทดสอบสมมติฐานและการประมาณค่าพารามิเตอร์ หากข้อสมมติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะมีผลทำให้ตัวประมาณที่ได้ไม่มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ดีและการสรุปผลจากการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะผิดพลาด เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความคลาดเคลื่อนไม่ทราบค่าจึงใช้ $e_i = Y_i - \hat{Y}$ เป็นตัวประมาณค่าความคลาดเคลื่อน โดยมีการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ในการวิเคราะห์การถดถอยหากค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การประมาณค่าแบบช่วงและการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ในรูปแบบจะไม่ถูกต้องและผลสรุปที่ได้จะผิดพลาด วิธีการที่ใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้คือ

- การทดสอบของ Kolmogorov - Smirnov โดยมีหลักเกณฑ์ในการทดสอบการแจกแจงข้อมูลของตัวอย่างคือการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง (S(x)) กับความน่าจะเป็นสะสมภายใต้สมมติฐานหลัก H_0 (F(x)) สมมติฐานของการทดสอบคือ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติทดสอบคือ

$$D = \max|F(x) - S(x)| \tag{2.20}$$

โดยที่ $$F(x) = P(X \le x) = P(z < \frac{x-\mu}{\sigma})$$

$$S(x) = P(X < x) = (\text{จำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ } X < x) / \text{n}$$

เมื่อ S(x) คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง

F(x) คือ ความน่าจะเป็นสะสมภายใต้สมมติฐานหลัก

ค่าวิกฤต D หาได้จากตาราง Kolmogorov – Smirnov และจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ D > ค่าวิกฤต

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งแล้วพบว่าไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแก้ไขจะทำได้โดยการแปลงค่าของตัวแปรตาม Y เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนจากรูปแบบของตัวแปรใหม่ เช่น $\sqrt{Y}$, $\log Y$, $\frac{1}{Y}$ เป็นต้น

2. การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน

การตรวจสอบสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในงานวิจัยนี้ใช้การทดสอบของ Durbin – Watson เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของ e_i กับ e_{i-1} (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548)

$$\text{สถิติทดสอบ Durbin – Watson} = d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \tag{2.21}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $0 \le d \le 4$ และมีคุณสมบัติดังนี้

1. ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) เป็นอิสระกัน ค่า d จะมีค่าเข้าใกล้ 2
2. ถ้า $d < 2$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ในทางบวกของค่าความคลาดเคลื่อน และถ้า d มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันมาก
3. ถ้า $d > 0$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในทางลบ และถ้า d มีค่าเข้าใกล้ 4 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันมาก

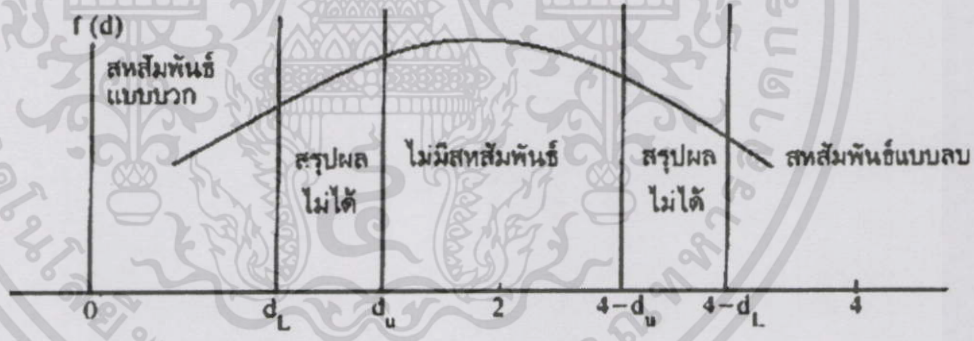
สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

การแจกแจงของ Durbin – Watson แบ่งออกเป็น 5 ช่วง ดังนี้

1. น้อยกว่า d_L
2. อยู่ระหว่าง d_L และ d_u
3. อยู่ระหว่าง d_u และ $4-d_u$
4. อยู่ระหว่าง $4-d_u$ และ $4-d_L$
5. มากกว่า $4-d_L$



รูปที่ 2.4 แสดงขอบเขตของสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนแบบต่างๆ

ที่มา : บุญช่วย ศรีคำพร และคณะ. 2545

1) จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $d \le d_L$ หรือ $d \ge 4-d_L$ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน

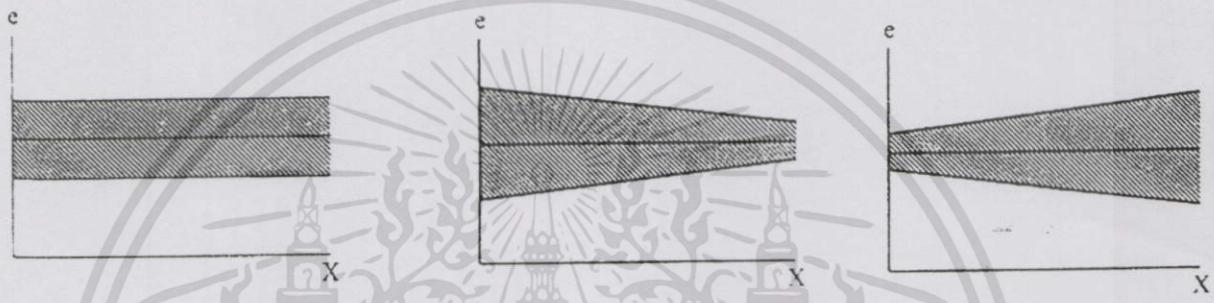
2) จะยอมรับสมมติฐาน H_0 ถ้า $d_u \le d \le 4-d_u$ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน

3) ถ้า $d_L \le d \le d_u$ หรือ $4-d_u \le d \le 4-d_L$ แสดงว่ายังไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่

ในกรณีที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่จะมีผลทำให้การหาช่วงความเชื่อมั่นและการทดสอบสมมติฐานทำได้ไม่ถูกต้อง สำหรับการตรวจสอบว่า $V(e_i) = V(Y_i) = \sigma^2$ เมื่อ $i = 1,2,...,n$ โดยการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_i กับค่าประมาณ $\hat{Y}_i$ หรือกับค่าของตัวแปรอิสระ X_i ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนเคลื่อนไหวอยู่รอบค่า 0 ดังรูปที่2.5 (ก) เป็นลักษณะของความแปรปรวนคงที่ แต่ถ้าเคลื่อนไหวในทางเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2.5 (ข) หรือเคลื่อนไหวในทางลดลง ดังรูปที่ 2.5 (ค) จะเป็นลักษณะของความแปรปรวนที่ไม่คงที่



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.5 (ก) แสดงลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อนกรณีความแปรปรวนคงที่
(ข)และ(ค)แสดงลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อนกรณีความแปรปรวนไม่คงที่
ที่มา : ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548

2.1.1.6 การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระ

ตัวแบบการถดถอยที่ดีตามข้อสมมติของตัวแบบการถดถอยจะต้องเป็นตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน การที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเรียกว่าเกิดสหสัมพันธ์ร่วม (multicollinearity) การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์กันหรือไม่นั้นได้จากการพิจารณาค่า VIF (Variance Inflation Factor) ดังนี้ (ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548)

$$(VIF)_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \qquad \text{สำหรับ } j = 1,2,...,k \qquad (2.22)$$

โดย R_j^2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ใช้วัดส่วนของความผันแปรรวมของ X_j ที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระอื่นๆที่ไม่รวม X_j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า VIF มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง ∞ ถ้าค่า VIF มีค่ามากหมายความว่าตัวแปรอิสระ X_j มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆมาก โดยปกติจะใช้เกณฑ์ว่าเมื่อ $(VIF)_j$ มีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระจะไม่มีความสัมพันธ์กัน (ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548)

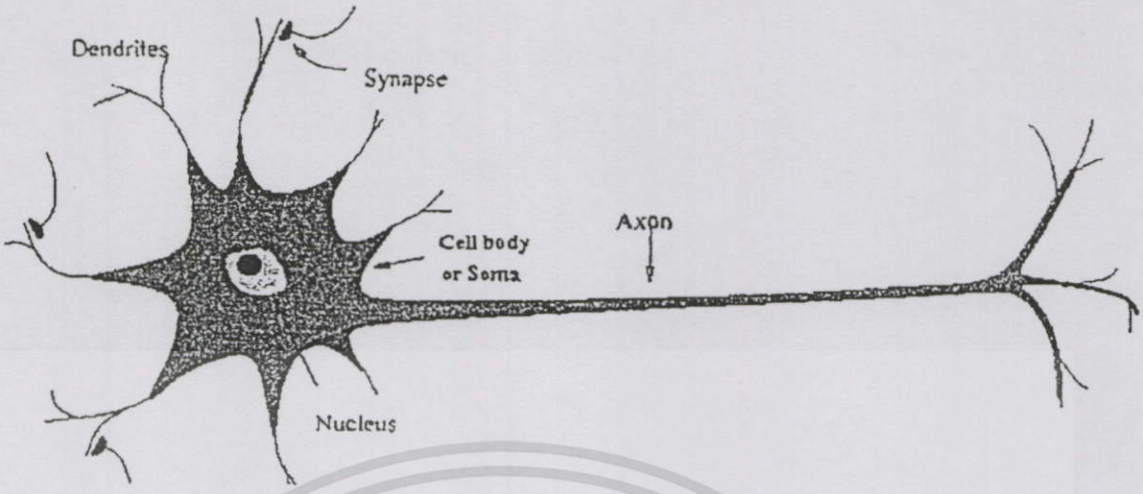
2.1.2 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นแขนงหนึ่งของสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยการพัฒนาระบบประมวลผลแบบโครงข่ายประสาทเทียมจะอิงกับแนวทางการประมวลผลของสมองของมนุษย์ เป็นการนำข้อดีของระบบประสาทมาใช้ในการทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ สมองของมนุษย์ประกอบไปด้วยเซลล์ประสาท (neural) อย่างน้อยในระดับแสนๆล้านเซลล์ เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์คือหน่วยประมวลผลอย่างง่ายๆซึ่งรับสัญญาณและรวมสัญญาณที่ถูกส่งมาจากเซลล์ประสาทอื่นๆแต่ละเซลล์ประสาทจะมีส่วนหลักๆอยู่ 3 ส่วน คือ

1. ตัวเซลล์ ซึ่งเรียกว่า (Soma) มีลักษณะเป็นรูปทรงพีระมิดหรือทรงกระบอก
2. เดนไดรต์ (Dendrite) คือ เส้นใยบางๆที่เซลล์ประสาทใช้รับสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่เซลล์ แต่ละเซลล์ประสาทจะมีเดนไดรต์จำนวนมากจัดตัวเป็นลักษณะเหมือนกิ่งไม้
3. แอกซอน (Axon) คือ สายส่งผ่านสัญญาณทรงกระบอกขนาดยาวและใหญ่ ที่เซลล์ประสาทใช้เป็นทางส่งสัญญาณไปยังเซลล์ประสาทอื่นๆ ส่วนปลายของแอกซอนจะแตกออกเป็นกิ่งก้านย่อยๆ โดย ที่ส่วนปลายของแต่ละกิ่งก้านเหล่านี้มีลักษณะเป็นปมและจะไปจ่ออยู่จนเกือบสัมผัสกับปลายของเดนไดรต์หนึ่งของเซลล์ประสาทเซลล์อื่น

บริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างปลายของแอกซอนกับปลายของเดนไดรต์เรียกว่า ไซแนปส์ (Synapse) สัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาถึงปลายของแอกซอน จะกระตุ้นให้เกิดการส่งผ่านสัญญาณในเชิงเคมีผ่านไซแนปส์ สัญญาณเชิงเคมีดังกล่าวจะถูกเดนไดรต์ตีความเป็นสัญญาณไฟฟ้าวิ่งเข้าสู่เซลล์ประสาทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบและโครงสร้างของเซลล์ประสาท

ที่มา : Jain, A. K. , et. al.1996

องค์ประกอบพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมประเภทต่างๆจะมีองค์ประกอบต่างๆที่เหมือนกันอยู่ 4 ประการ คือ (เอกรินทร์ แซ่เฮ้ง. 2548)

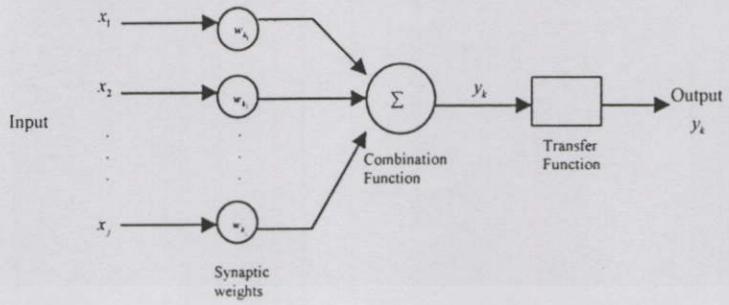
1. หน่วยประมวลผล (Processing Units) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยอินพุท (Input unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอก หน่วยฮิดเดน (Hidden unit) ที่แปลงข้อมูลภายในและหน่วยเอาท์พุท (Output unit) ทำหน้าที่ตัดสินหรือควบคุมสัญญาณ

2. การเชื่อมต่อ (Connections) หน่วยการประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกจัดเรียงเป็นโครงสร้างต่างๆโดยการเชื่อมต่อซึ่งมีค่ากำกับไว้ ค่าที่กำกับการเชื่อมต่อเรียกว่าน้ำหนักเชื่อมต่อ (Weight)

3. กระบวนการคำนวณ (Computing Procedure) โหนดเป็นหน่วยประมวลผลข้อมูลซึ่งเป็นพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียมมีลักษณะดังรูปที่ 2.7 ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- การเชื่อมต่อซึ่งแต่ละการเชื่อมต่อจะมีคุณลักษณะคือน้ำหนักการเชื่อมต่อ สัญญาณเข้า X_j ของการเชื่อมต่อ j กับโหนดที่ k จะถูกคูณด้วยน้ำหนักการเชื่อมต่อ w_{k_j}
- การบวกสำหรับการรวมสัญญาณเข้าที่ถูกคูณด้วยน้ำหนักการเชื่อมต่อ
- ฟังก์ชันการกระตุ้นสำหรับจำกัดขนาดของสัญญาณที่ออกมาจากโหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงแบบจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทเทียม

4. กระบวนการฝึกฝน (Training Procedure) การฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียม คือการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อหรือบางกรณีเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งเป็นการเพิ่มหรือลดการเชื่อมต่อโหนด การปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อจะมีลักษณะทั่วไปมากกว่าการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง เพราะการที่ค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อเท่ากับศูนย์ถือเป็นการลบการเชื่อมต่อนั้นออกจากโครงข่ายประสาทเทียม การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมจะเป็นการเพิ่มความเร็วในการเรียนรู้และเพิ่มความสามารถในการจำรูปแบบทั่วไป

โครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้างเป็นชั้นและมีความไม่เป็นเชิงเส้น ในการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อทำโดยวิธีการวนซ้ำ โดยการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อแต่ละครั้งจะต้องไม่ทำให้การเรียนรู้ที่ผ่านมาสูญเสียไป ค่าคงที่ที่ใช้ควบคุมขนาดของการปรับเปลี่ยนน้ำหนักการเชื่อมต่อ เรียกว่า อัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) การกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้มีความสำคัญมากถ้ากำหนดค่าอัตราการเรียนรู้น้อยเกินไปจะทำให้การเรียนรู้ใช้เวลานาน แต่หากกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้สูงเกินไปจะทำให้สูญเสียการเรียนรู้ที่ผ่านมา (เอกรินทร์ แซ่เฮ้ง. 2548) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่านี้จะเป็นค่าคงที่อยู่ระหว่าง 0.03-0.5 (อันนะ สุขล้วน. 2547) โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าคงที่อีกหนึ่งค่าที่ช่วยในการปรับน้ำหนักคือ โมเมนตัม (Momentum) เป็นค่าที่ใช้ช่วยป้องกันการแกว่ง (Oscillate) ของระบบการปรับค่าน้ำหนัก ค่าโมเมนตัมควรจะเป็นค่าบวกและน้อยกว่า 1 โดยทั่วไปแล้วค่าจะอยู่ในช่วง [0.5,0.9] (Patterson. 1995)

2.1.2.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks Architecture)

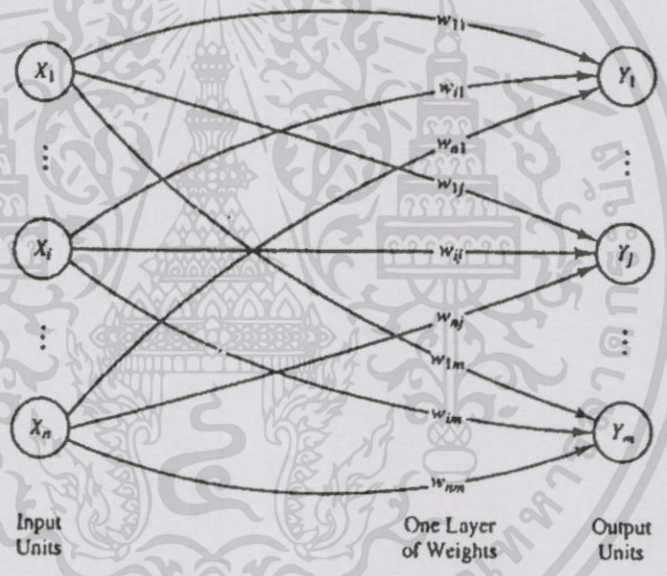
ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนด (Node) จำนวนมากเชื่อมต่อกัน สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่พบโดยทั่วไปจะมีลักษณะหลักๆคือ มีการจัดเซลล์ประสาทเทียมเป็นชั้นๆ (layer) ชั้นแรกเป็นชั้นที่รับข้อมูลเรียกว่าชั้นอินพุท (input layer) ในชั้นนี้จะมีโหนดคอยรับค่าอินพุทเข้ามา จำนวนโหนดจะมีจำนวนเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของอินพุทที่ป้อนให้โครงข่ายประสาทเทียม ชั้นที่สองเป็นชั้นที่ผลิตผลการตอบสนองของโครงข่ายเรียกว่า ชั้นเอาท์พุท (output layer) โดยจะมีจำนวนโหนดเท่ากับจำนวนเอาท์พุทที่ต้องการ ชั้นที่สามเป็นชั้นอื่นๆที่มีส่วนช่วยทำการประมวลผลอยู่ภายในเรียกว่า ชั้นฮิดเดน (hidden layer) ในโครงข่ายประสาทเทียมอาจมีชั้นฮิดเดนได้หลายชั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบและการนำไปใช้ จึงสามารถแบ่งประเภทโครงข่ายประสาทเทียมตามจำนวนชั้นของโครงข่ายแบบกว้างๆได้ 2 แบบคือ

1. โครงข่ายแบบชั้นเดียว (Single Layer)

โครงข่ายแบบชั้นเดียวมีเฉพาะชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท โดยโหนดที่ชั้นอินพุทจะรับข้อมูลอินพุท แล้วส่งผ่านเส้นเชื่อมโยงต่างๆไปยังโหนดในชั้นเอาท์พุท โหนดในชั้นเอาท์พุทจะนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการคำนวณโดยใช้ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ซึ่งฟังก์ชันที่นิยมใช้มากคือ ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) จะคำนวณผลและส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นข้อมูลเอาท์พุท ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแสดงดังรูปที่ 2.8



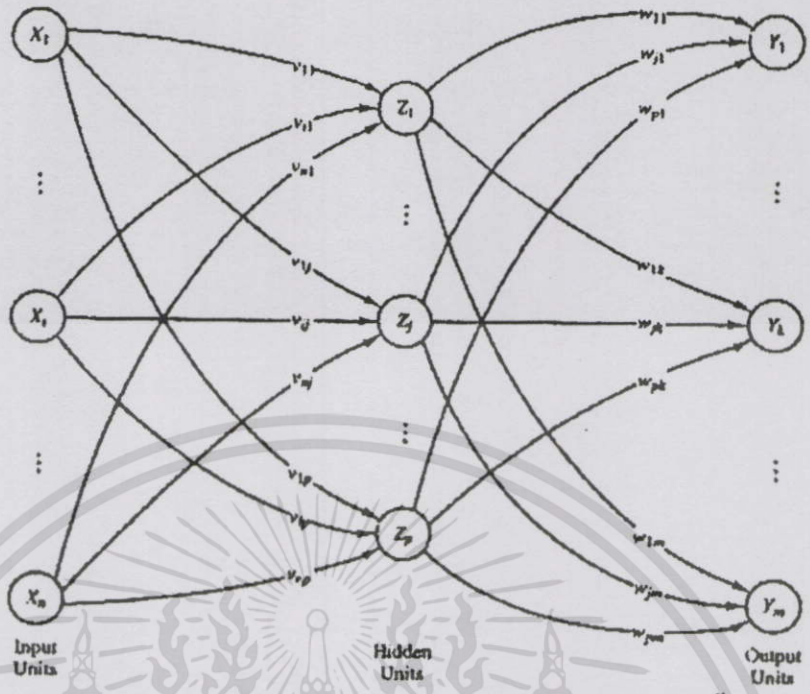
รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบชั้นเดียว

ที่มา : Fausett. 1994

2. โครงข่ายแบบหลายชั้น (Multi Layer)

โครงข่ายแบบหลายชั้นประกอบด้วยชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน และชั้นเอาท์พุท โดยมีจำนวนชั้นฮิดเดนตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไป โครงข่ายแบบหลายชั้นเหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนสูงซึ่งโครงข่ายแบบชั้นเดียวไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างของโครงข่ายแบบหลายชั้น เช่น การแพร่แบบย้อนกลับ (Backpropagation) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบหลายชั้น

ที่มา : Fausett. 1994

2.1.2.3 ประเภทการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) รูปแบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอนเริ่มด้วยการส่งสิ่งเร้าที่ใช้ในการสอนเข้าไปเป็นอินพุท (Input) ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับสภาวะในตอนที่เริ่มเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์เป้าหมายซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้สร้างขึ้น หากมีความแตกต่างกันนั่นคือมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณการปรับแต่งค่าน้ำหนักต่างๆ ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนลงให้เหลือน้อยที่สุด

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนไม่จำเป็นต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูลตัวอย่าง จะสอนโครงข่ายโดยการปรับข้อมูลอินพุทอย่างต่อเนื่องเพียงอย่างเดียว การปรับน้ำหนักจะปรับตามกลุ่มข้อมูลที่นำมาสอนโดยปรับเข้าตามกลุ่มที่มีรูปแบบที่คล้ายๆกัน

2.1.2.4 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับเป็นโครงข่ายที่มีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนโดยมีลักษณะเป็นโครงข่ายแบบหลายชั้น (Multi Layer) มีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมด(Fully Connected) และโครงข่ายที่ส่งสัญญาณแบบไปข้างหน้า (Feedforward Networks) คือในขั้นตอนการทำงานจะไม่มีการป้อนผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละโหนดย้อนกลับไปยังโหนดที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลมา แต่ในช่วงของขั้นตอนการเรียนรู้จะมีการปรับปรุงค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดเมื่อมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นโดยส่งข้อมูลกลับไป ซึ่งค่าน้ำหนักที่ได้จะเป็นค่าน้ำหนักที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด

<u>สัญลักษณ์ต่างๆของโครงข่าย</u>

$I_{i,o,o}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ j ในชั้นอินพุท

$I_{o,j,o}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$I_{o,o,k}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{i,o,o}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ i ในชั้นอินพุท

$O_{o,j,o}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$O_{o,o,k}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

D_k = ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

α = ค่าโมเมนตัม

η = อัตราการเรียนรู้

w_{ij} = ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

w_{jk} = ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

Δw_{ij} = ค่าปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

Δw_{jk} = ค่าปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k.

e_j = ค่าความคลาดเคลื่อนของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

e_k = ค่าความคลาดเคลื่อนของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

i,j,k = ตัวโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท ตามลำดับ

n,m,q = จำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท ตามลำดับ

Epoch = จำนวนรอบในการสอน

ขั้นตอนในการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งออกเป็น 16 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้ (Mitchell. 1992)

1. กำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมได้แก่ จำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท จำนวนชั้นฮิดเดน และประเภทของทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

2. แบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เพื่อใช้ในการฝึกสอนโครงข่าย ส่วนที่ 2 เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายที่ได้จากการฝึกสอน

3. ปรับค่าของตัวแปรให้อยู่ในสเกลเดียวกัน ทั้งในส่วนของตัวแปรอินพุทและตัวแปรเอาท์พุทให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยใช้สมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x_i' = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{2.23}$$

โดย $x_{\max}$ คือ ค่าสูงสุดของข้อมูล

$x_{\min}$ คือ ค่าต่ำสุดของข้อมูล

4. กำหนดค่าน้ำหนักเริ่มต้นให้กับเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนดโดยการสุ่มหรือการกำหนดขึ้นเองให้มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

5. ป้อนข้อมูลที่ปรับค่าแล้วเข้าสู่อินพุทโหนด

6. ส่งข้อมูลจากโหนดอินพุทไปยังโหนดในชั้นฮิดเดน โดยไม่ผ่านขั้นตอนการคำนวณใดๆ

7. คำนวณผลรวมของสัญญาณอินพุทของแต่ละโหนดในชั้นฮิดเดน ได้จากสมการ

$$I_{o,j,o} = \sum_{i=1}^{n} O_{i,o,o} w_{ij} \tag{2.24}$$

เมื่อ $I_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$O_{i,o,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ i ในชั้นอินพุท

w_{ij} คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

8. คำนวณค่าเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน โดยใช้ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันโดยทั่วไปนิยมใช้ ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) โดยคำนวณจากสมการ

$$O_{o,j,o} = \frac{1}{1 + e^{-I_{o,j,o}}} \tag{2.25}$$

เมื่อ $O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

9. คำนวณผลรวมสัญญาณอินพุทของแต่ละโหนดในชั้นเอาท์พุท จากสมการ

$$I_{o,k,o} = \sum_{j=1}^{m} O_{o,j,o} w_{jk} \tag{2.26}$$

เมื่อ $I_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

w_{jk} คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. คำนวณค่าเอาท์พุทของโหนด k ในชั้นเอาท์พุทโดยใช้ซิกมอยด์ฟังก์ชัน คำนวณได้จากสมการ

$$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}} \tag{2.27}$$

เมื่อ $O_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

11. คำนวณความคลาดเคลื่อนโดยการนำค่าเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุทมาเปรียบเทียบค่าเป้าหมาย ซึ่งหาได้จากสมการ

$$e_k = D_k - O_{o,o,k} \tag{2.28}$$

เมื่อ D_k คือ ข้อมูลจริงหรือค่าเป้าหมายของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

12. ปรับค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงโดยการแพร่แบบย้อนกลับของค่าความคลาดเคลื่อน (Backpropagation Error to Adjust Weights) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน ซึ่งการปรับค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (SSE) ของชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนมีค่าต่ำสุด มีรายละเอียดดังนี้

$$I_{o,o,k} = \sum w_{jk} O_{o,j,o} \tag{2.29}$$

$$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}}$$

เมื่อ $I_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

w_{jk} คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

การหาอนุพันธ์ของการแพร่แบบย้อนกลับใช้กฎลูกโซ่ (Chain Rule) มีรูปแบบดังนี้

$$\delta_{jk} = \frac{\partial SSE}{\partial w_{jk}} \left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}} \right) \left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}} \right) \left(\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}} \right)$$

จาก $e_k = D_k - O_{o,o,k}$

เมื่อ D_k คือ ข้อมูลจริงของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $$SSE = \sum (D_k - O_{o,o,k})^2$$

ดังนั้น $$\left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}}\right) = -2\sum (D_k - O_{o,o,k})$$

จาก $$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}}$$

ดังนั้น $$\left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}}\right) = O_{o,o,k}(1 - O_{o,o,k})$$

จาก $$I_{o,o,k} = \sum w_{jk} O_{o,j,o}$$

ดังนั้น $$\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}} = O_{o,j,o}$$

จากสมการ $$\delta_{jk} = \frac{\partial SSE}{\partial w_{jk}}\left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}}\right)\left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}}\right)\left(\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}}\right)$$

สามารถเขียนรูปสมการใหม่

$$\delta_{jk} = 2e_k O_{o,o,k}(1 - O_{o,o,k}) O_{o,j,o} \qquad (2.30)$$

จากสมการข้างต้นจะได้สมการที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักคือ

$$\Delta w_{jk}^{(new)} = \eta \delta_{jk} O_{o,o,k} + \alpha \Delta w_{jk}^{(old)} \qquad (2.31)$$

และ $$w_{jk}^{(new)} = w_{jk}^{(old)} + \Delta w_{jk}^{(new)} \qquad (2.32)$$

เมื่อ α คือ ค่าโมเมนตัม เป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โมเมนตัมจะแสดงถึงสัดส่วนของน้ำหนักครั้งก่อนที่นำมาใช้ในการปรับน้ำหนักครั้งปัจจุบัน

η คือ อัตราการเรียนรู้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สำหรับการปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นฮิดเดน ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเอาท์พุทในชั้นฮิดเดนจะหาได้จากความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในชั้นเอาท์พุท ดังสมการ

$$e_j = \sum w_{jk} e_k \qquad (2.33)$$

เมื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของเอาท์พุทในชั้นฮิดเดนได้แล้ว จะสามารถหาค่าปรับน้ำหนักและคำนวณค่าน้ำหนักใหม่ได้จากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta_{ij} = 2e_j O_{o,j,o}(1-O_{o,j,o})O_{o,j,o} \quad (2.34)$$

สมการที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักคือ

$$\Delta w_{ij}^{(new)} = \eta \delta_{ij} O_{o,j,o} + \alpha \Delta w_{ij}^{(new)} \quad (2.35)$$

และ
$$w_{ij}^{(new)} = w_{ij}^{(old)} + \Delta w_{ij}^{(new)} \quad (2.36)$$

เมื่อ α คือ ค่าโมเมนตัม เป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โมเมนตัมจะแสดงถึงสัดส่วนของน้ำหนักครั้งก่อนที่นำมาใช้ในการปรับน้ำหนักครั้งปัจจุบัน

η คือ อัตราการเรียนรู้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

13. ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 5 ถึง 12 จนกว่าข้อมูลจะถูกป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมจนหมด ซึ่งจะเรียกการคำนวณที่ใช้ข้อมูลทั้งหมดจนครบรอบว่า Epoch

14. คำนวณค่า RMS ของแต่ละรอบจากสมการ

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{r} e_{ij}^2}{sr}} \quad (2.37)$$

เมื่อ RMS คือ ค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Root Mean Square Error)

e_{ij} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์กับค่าจริงในแต่ละรอบการสอน

s คือ จำนวนเอาท์พุทในแต่ละรอบการสอน

r คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนในแต่ละรอบการสอน

หากค่า RMS มีค่าต่ำที่สุดหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะดำเนินการต่อขั้นที่ 15 แต่ถ้า ค่า RMS มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Terminate Criteria) ให้ย้อนกลับไปทำขั้นตอนที่ 5 ถึง 14 ใหม่

15. ตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียม โดยการนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกโครงข่ายมาใช้ในการสร้างค่าพยากรณ์ข้อมูลกลุ่มที่ 2 แล้วทำการเปรียบเทียบค่า RMS ที่ได้จากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนกับค่า RMS ที่ได้จากข้อมูลกลุ่มที่ 2 หากมีค่าแตกต่างกันมากทำการแก้ไขโดย

- ทดลองตั้งค่าน้ำหนักเริ่มต้นใหม่
- ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมใหม่
- ทดลองเปลี่ยนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. นำโครงข่ายที่ได้ไปหาค่าพยากรณ์

2.1.2.5 ค่าประมาณความถูกต้อง (estimated accuracy)

เป็นเปอร์เซ็นต์วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ โดยคำนวณจากความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริงของข้อมูลกลุ่มที่ใช้สำหรับฝึกสอนโครงข่าย

$$\text{estimated accuracy} = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{r}\left|\frac{\hat{Y}_{ij} - Y_{ij}}{\max\ \hat{Y}_{ij} - \min\ \hat{Y}_{ij}}\right|}{sr}\right] \times 100$$

เมื่อ Y_{ij} คือ ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

$\hat{Y}_{ij}$ คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

s คือ จำนวนเอาท์พุทในแต่ละรอบการสอน

r คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโครงข่ายในแต่ละรอบการสอน

2.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

นำรูปแบบการพยากรณ์จากทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้

2.1.3.1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อน ค่านี้จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n} \qquad (2.38)$$

2.1.3.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เทียบกับค่าจริง ค่าวัดความถูกต้องนี้เป็นค่าที่ไม่มีหน่วยจึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกันหรือเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกัน

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left|e_t / Y_t\right|}{n} \times 100 \qquad (2.39)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัลลภา อุนวิจิตร (2539) ได้ทำการศึกษาพัฒนารูปแบบของนิวรอลเนตเวิร์กสำหรับใช้พยากรณ์ราคาน้ำมันดิบแบบอนุกรมเวลา โดยนิวรอลเนตเวิร์กแบบการเรียนรู้ย้อนกลับมาตรฐาน ทำการสร้างนิวรอลเนตเวิร์ก 6โมเดลซึ่งแต่ละโมเดลประกอบด้วยนิวรอลนำเข้าในขั้นอินพุทจำนวน 20 40 80 160 320 และ 460 ตามลำดับ ในขั้นฮิดเดนประกอบด้วยนิวรอลจำนวนเท่ากับรากที่สองของผลคูณของจำนวนนิวรอลในขั้นข้อมูลนำเข้าและจำนวนในขั้นแสดงผลลัพธ์ ในขั้นแสดงผลลัพธ์ประกอบด้วยนิวรอล 1 นิวรอล และใช้ซิกมอยด์ฟังก์ชันเป็นฟังก์ชันการแปลงค่า ผลการทดลองพบว่านิวรอลเนตเวิร์กสามารถเรียนรู้แบบข้อมูลราคาน้ำมันดิบ และสามารถพยากรณ์ได้ด้วยความแม่นยำถูกต้อง และจำนวนนิวรอลที่ใช้ในขั้นข้อมูลนำเข้าไม่ควรมากหรือน้อยเกินไป โดยจำนวนนิวรอลในขั้นข้อมูลนำเข้าที่เหมาะสมที่สุดคือ 160 วัน ซึ่งให้ค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.7257

นวลพรรณ มีนาทุ่ง (2542) ได้ทำการศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ดังนี้คือ วิธีบ๊อกซ์-เจนกินส์ เทคนิคการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและวิธีแยกองค์ประกอบ ในการศึกษาใช้ข้อมูลทุติยภูมิระหว่างปี 2527-2541 รวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆดังนี้คือผลิตภัณฑ์ประชาชาติ (GDP) และมูลค่าการนำเข้าสินค้าจากหนังสือ International Financial Statistics Yearbook 1998 จัดทำโดย International Monetary Fund ค่าจ้างขั้นต่ำของกรุงเทพฯและปริมณฑล จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ จำนวนเครื่องจักร จำนวนคนงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอประเภทต่างๆ และปริมาณการผลิตเส้นด้ายจากส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ดัชนีราคาผู้บริโภคและมูลค่าการส่งออกสิ่งทอจากกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ โดยในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2 หมวดที่มีความสำคัญคือ เครื่องนุ่งห่ม ผ้าผืนและด้าย จากผลการพิจารณาพบว่าตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสิ่งทอโดยส่วนใหญ่เหมาะกับการพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์-เจนกินส์ สิ่งทอประเภทผ้าผืนและด้ายเหมาะกับวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ทัดดาว แนบเนียน (2545) ศึกษาหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ 6 สกุล ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ เพื่อการศึกษาหาขนาดอนุกรมเวลาจากอนุกรมเวลา 3 ขนาดได้แก่ 30 60 และ 150 โดยกำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม 5 ลักษณะ ได้แก่ โครงข่าย 10×8×5, 10×12×5, 10×15×5, 10×20×5 และ 10×24×5 นอกจากนี้ใช้อนุกรมเวลาขนาด 200 และโครงสร้างของโครงข่าย 144×20×5 เพื่อศึกษาปัจจัยที่สำคัญ 3 ปัจจัยได้แก่ ผลกระทบของการทำธุรกรรมก่อนหรือหลังวันหยุด (วัน) ฤดูกาล (เดือน) การเคลื่อนไหวระยะสั้น (ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่) ทำการเปรียบเทียบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องของค่าพยากรณ์โดยนำการคัดเลือกโครงข่ายที่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงที่สุดไปเปรียบเทียบกับวิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษาเป็นอนุกรมเวลารายวันของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐฯ เงินดอยช์มาร์กเยอรมัน เงินเยนญี่ปุ่น เงินปอนด์สเตอร์ลิงอังกฤษ เงินฟรังก์สวิสเซอร์แลนด์และเงินยูโรกับเงินบาทไทย ที่เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือนตุลาคม 2544 จากการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ ยกเว้นเงินเยนญี่ปุ่นที่วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ผกากรอง เทพรักษ์ (2546) ทำการศึกษาหาวิธีการและรูปแบบการพยากรณ์ราคาทางสถิติที่เหมาะสม กรณีแรกคือการพยากรณ์ระยะสั้นได้แก่ วิธีปรับให้เรียบครั้งเดียวแบบเอ็กโปแนนเชียล วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กโปแนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของโอลท์ วิธีวิเคราะห์การถดถอยที่มีค่าความคลาดเคลื่อนในรูปแบบ AR วิธีบอกซ์- เจนกินส์ โดยแบ่งขนาดอนุกรมเวลาคือ 15, 30, 50, 95, 100 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2545 - 7 มกราคม 2546 กรณีที่ 2 คือการพยากรณ์ระยะยาวใช้อนุกรมเวลา 4 ขนาด คือ 30, 50, 75, 90 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2537- พฤศจิกายน 2545 โดยวิธีการพยากรณ์ที่ศึกษาทั้ง 5 วิธี เช่นเดียวกับกรณีแรกโดยเพิ่ม 1 วิธีคือ วิธีแยกส่วนประกอบ จากการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์และขนาดอนุกรมเวลาที่เหมาะสมคืออนุกรมเวลาขนาด 75 เดือน และทำการศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ พบว่าตัวแบบพยากรณ์สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของราคายางในตลาดล่วงหน้าได้ถึง 80.9 % โดยปัจจัยที่มีผลต่อราคายางได้แก่ ราคายางย้อนหลัง 1 เดือน และปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของญี่ปุ่น พบว่าปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของประเทศญี่ปุ่นสามารถชี้นำแนวโน้มราคายางล่วงหน้าได้ประมาณ 2-3 เดือน

สมยศ ตั้งเจริญจิตกุล (2547) ศึกษาการทำนายระดับน้ำรายชั่วโมงของแม่น้ำปิงสถานี P1 (สะพานนวรัฐ) อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โดยการประยุกต์วิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Backpropagation การศึกษาใช้ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงระหว่างปี พ.ศ.2540 ถึงปี พ.ศ.2543 ของเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมของสถานีวัดระดับน้ำในลำน้ำของกรมชลประทาน ในการทดสอบข้อมูลแบ่ง เป็น 2 ลักษณะคือกรณีที่ใช้ข้อมูลรายชั่วโมงและกรณีที่ใช้ข้อมูลราย 3 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ข้อมูลรายชั่วโมงทดสอบมีค่าประสิทธิภาพการทำนายดีกว่าการใช้ข้อมูลราย 3 ชั่วโมง และโครงสร้างที่ให้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุดได้แก่ 10-6-1 ให้ค่าประสิทธิภาพ 88.60 %

พัชรี สำราญพิศ (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋องและปริมาณการผลิตสับปะรดสดโดยใช้เทคนิค การวิเคราะห์การถดถอย การแยกส่วนประกอบ การปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุใช้วิธีการเลือกตัวแปรอิสระ 5 วิธี คือ Enter, Remove, Forward, Backward และ Stepwise ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2538 ถึงธันวาคม 2544 และข้อมูลรายปี พ.ศ.2525 ถึงพ.ศ.2544 ผลการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกรายเดือน ปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋องรายเดือนและรายปีที่ช่วงเวลาการพยากรณ์เป็น 1 เดือน 6 เดือน 24 เดือนและช่วงเวลาพยากรณ์ 1 ปี การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องรายปี ที่ช่วงการพยากรณ์ 1 ปี การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุพบว่าวิธี Enter วิธี Remove และวิธี Backward เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมของปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋อง สำหรับช่วงเวลา 1 เดือนและ 24 เดือน วิธี Stepwise และวิธี Forward เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมของปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องสำหรับช่วงเวลาการพยากรณ์ 6 เดือน

พรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์ (2548) ทำการศึกษาหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ราคายางแผ่นดิบและราคายางแผ่นสด โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เปรียบเทียบการพยากรณ์โดยใช้ค่าสถิติวัดความถูกต้อง 2 ค่าได้แก่ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAPE) โดยใช้การตรวจสอบความเอนเอียงเป็นเกณฑ์ร่วมด้วย ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลรายวันของราคายางพาราจากสถาบันวิจัยยางและอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน จากการศึกษาพบว่าวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ ราคายางแผ่นรมควันชั้น3 ส่วนราคายางแผ่นดิบและราคาน้ำยางสดวิธีที่เหมาะสมคือโครงข่ายประสาทเทียม และเมื่อนำอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยร่วมพิจารณาพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Paras, M. et. al (2006) ทำการศึกษาพยากรณ์ราคาไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้าระยะสั้นโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Backpropagation และเทคนิค Similar Days (SD) ซึ่งใช้ข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปจาก Victorian power system ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม นำเสนอตัวแบบที่แตกต่างกัน 2 ตัวแบบ คือ (1) ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และ (2) ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาไฟฟ้า โดยตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่า MAPE ผลที่ได้มีค่า MAPE เท่ากับ 14.29 % และ 0.95 % ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จาก SD ที่มีค่า MAPE เท่ากับ 28.35 % และ 1.14 % ตามลำดับ

K.Nikolopous. et. al (2007) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์โดยวิธี Multiple linear regression(MLR) กับวิธีการพยากรณ์อื่นๆ โดยพยากรณ์ปริมาณผู้ชมรายการโทรทัศน์รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆของประเทศกรีก โดยวิธี (1) a simple bivariate regression model (2) Artificial neural network (3) Nearest neighbour analysis (4) Human judgment ตรวจพบว่าวิธีที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่า MLR คือ วิธี Nearest neighbour analysis ซึ่งให้ค่า mean absolute error เท่ากับ 8.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆดังนี้

3.1.1 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกอบด้วยข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2550 จำนวน 108 เดือน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังอัดเม็ด ปริมาณการส่งออกมันเส้น ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวสาลี ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวโพด ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเจ้า ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา

3.1.2 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2550 จำนวน 108 เดือน ได้แก่ ข้อมูล อัตราเงินเฟ้อทั่วไป อัตราแลกเปลี่ยน ดัชนีราคาผู้บริโภค ดัชนีผลผลิตพืชผล (มันสำปะหลัง) และดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม

3.2 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรทั้งหมด 14 ตัวแปร โดยผู้วิจัยได้ศึกษาคัดเลือกและรวบรวมจากงานวิจัยของ พัชรี สำราญพิศ (2548) ซึ่งเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและจากการขอคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยแบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ประเภท และกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (Y)

3.2.2 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (X_1)
- ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (X_2)
- ปริมาณการส่งออกมันเส้น (X_3)
- ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด (X_4)
- ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวสาลี (X_5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเจ้า (X_6)
- ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวโพด (X_7)
- อัตราแลกเปลี่ยน (X_8)
- อัตราเงินเฟ้อทั่วไป(X_9)
- ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (X_{10})
- ดัชนีผลผลิตพืชผล (มันสำปะหลัง) (X_{11})
- ดัชนีราคาผู้บริโภค (X_{12})
- ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม (X_{13})

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

ใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1.1 ตรวจสอบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม Y กับตัวแปรอิสระ X ทุกตัวทีละคู่โดยการสร้างแผนภาพการกระจายว่ามีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรงหรือไม่ หากพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง จะกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ โดยการแปลงตัวแปรอิสระ X ไปเป็นฟังก์ชันของตัวแปรอิสระ X เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรงกับตัวแปรตาม Y

3.3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมเข้าสมการถดถอย 3 วิธี คือ

1. วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ (Forward Selection)
2. วิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination)
3. วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

3.3.1.3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยการตรวจสอบข้อสมมติของค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งได้แก่

1. การแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน
2. ความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน
3. ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน

3.3.1.4 ตรวจสอบสหสัมพันธ์ร่วม (multicollinearity) ของตัวแปรอิสระ

3.3.1.5 เลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยการพิจารณาเลือกตัวแบบที่ผ่านขั้นตอนที่ 3.3.1.3 และมีค่า R^2 สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 นำตัวแบบที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์

3.3.2 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ใช้โปรแกรม CLEMENTINE ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 แบ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ 1 เพื่อใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม และส่วนที่ 2 เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายที่ได้จากการฝึกสอน โดยข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนควรจะมากกว่าข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่าย (สมยศ ตั้งเจริญจิตกุล. 2547) โดยส่วนมากแล้วจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนจะเลือกมาเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์จากข้อมูลทั้งหมดและข้อมูลที่เหลือก็จะอยู่ในชุดข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่าย (พัสกร วรเดชจำเริญ. 2547) ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้ข้อมูล 96 เดือนในขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่าย และข้อมูลส่วนที่เหลืออีก 12 เดือน เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่าย

3.3.2.2 กำหนดจำนวนโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม โดยจำนวนโหนดในชั้นอินพุทจะเท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับจำนวนเดือนที่พยากรณ์ล่วงหน้าซึ่งในที่นี้เท่ากับ 12 เดือน จึงกำหนดเป็น 12 โหนด เนื่องจากการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนยังไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนโดยทั่วไปจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนจะได้จากการทดลอง สำหรับการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนในที่นี้จะใช้ Baum - Haussle rule ซึ่ง Baum and Haussle ได้เสนอไว้ในปี 1988 เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนโดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$N_{hidden} \le N_{h\ \max} = \frac{N_{set} \times N_{input}}{N_{input} + N_{output}} \qquad (3.1)$$

โดย N_{hidden} คือ จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดน

$N_{h\max}$ คือ จำนวนโหนดมากที่สุดในชั้นฮิดเดน

N_{output} คือ จำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุท = 12

N_{input} คือ จำนวนโหนดในชั้นอินพุท = 13

N_{set} คือ จำนวนข้อมูลในการฝึกสอน = 96

ดังนั้น

$$N_{hidden} \le N_{h\ \max} = \frac{96 \times 13}{13 + 12}$$

$$N_{h\ \max} = 49.92 \approx 50$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจำนวนโหนดมากที่สุดในชั้นฮิดเดนจะมีจำนวนโหนดประมาณ 50 โหนด ในงานวิจัยนี้จะกำหนดจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนโดยแบ่งเป็นช่วงละ 5 จะกำหนดจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเป็นดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

3.3.2.3 ทำการปรับค่าข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จากสมการ (2.23) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นให้กับเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง (-1, 1) กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้และค่าโมเมนตัมให้อยู่ในช่วง (0, 1) โดยทั่วไปค่าอัตราการเรียนรู้จะลู่เข้าสู่ 0 และค่าโมเมนตัมจะลู่เข้าสู่ 1 (Yusoff. 2003) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และกำหนดค่าโมเมนตัมเป็น 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

สำหรับจำนวนรอบการสอนนั้นหากกำหนดให้จำนวนรอบการสอนมีค่าสูงเกินไปไม่ได้ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ได้มากขึ้น ควรประมาณจำนวนรอบการสอนที่น้อยที่สุดที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหนึ่งๆที่ทำให้โครงข่ายเกิดการเรียนรู้ (สุภัทรา สุนทราภัย. 2539) จำนวนรอบการสอนอาจใช้ตั้งแต่ 20000 ถึง 100000 รอบขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงข่าย (ทัดดาว แนบเนียน. 2545) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้กำหนดจำนวนรอบการสอนเท่ากับ 40000 รอบ และทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่ใช้คือซิกมอยด์ฟังก์ชันเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ให้ค่าเอาท์พุทที่เป็นค่าต่อเนื่องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และเป็นฟังก์ชันที่สามารถหาค่าอนุพันธ์ได้ (ทัดดาว แนบเนียน. 2545)

3.3.2.4 นำข้อมูลอินพุทที่จัดเตรียมไว้มาทำการฝึกสอนโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับและนำตัวแบบที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์

3.4 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ โดยนำผลที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ดังนี้คือ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) หากวิธีใดที่ให้ค่าวัดความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดจะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มากที่สุด

3.5 สรุปผลการวิจัย

จากการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังทั้ง 2 วิธี พิจารณาจากค่าวัดความถูกต้องและสรุปผลการวิจัยว่าวิธีใดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X ที่ใช้ในการศึกษาว่าอยู่ในรูปแบบเชิงส้นตรงหรือไม่ โดยการพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X ทุกตัวทีละคู่ เช่น การพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_3

รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_3

จากรูปที่ 4.1 พบว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_3 มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_3

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Linear	.514	.265	.258	25651.023
Inverse	.029	.001	-.009	29899.818
Logarithmic	.272	.074	.065	28788.928
Square root	.459	.211	.203	26576.386

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวแปรอิสระ X_3 มีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรงกับตัวแปรตาม Y เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 25651.023 เมื่อเปรียบเทียบกับการแปลงรูปแบบอื่นๆ

สำหรับตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรงกับตัวแปรตาม Y มีดังต่อไปนี้ คือ ตัวแปรอิสระ X_2 , X_4 , X_5 และ X_{11} โดยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2 แสดงดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2

จากรูปที่ 4.2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2 ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง ทำการวิเคราะห์หาฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_2 ด้วยฟังก์ชัน $\frac{1}{X_2}$, $\log_{10}(X_2)$ และ $\sqrt{X^2}$ ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_2

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Linear	.385	.148	.140	27603.279
Inverse	.461	.213	.205	26542.481
Logarithmic	.493	.243	.236	26027.227
Square root	.428	.183	.176	27029.304

จากตารางที่ 4.2 พบว่าจะใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_2 ดังนี้คือ $X_2' = \log_{10}(X_2)$ เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดคือ 26027.227 สำหรับตัวแปรอิสระอื่นๆทำได้ในทำนองเดียวกัน (รายละเอียดดูได้จากภาคผนวก ข.)

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถอย 3 วิธีดังนี้

4.1.1 วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระ (Forward Selection)

ผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
6	(Constant)	-541980.296	49093.452		-11.040	.000		
	X_{12}	6204.821	390.498	1.320	15.890	.000	.239	4.181
	X_{10}	-9479.060	2636.381	-.371	-3.595	.001	.155	6.439
	X_2'	17732.053	3231.149	.265	5.488	.000	.710	1.409
	X_9	-3719.928	1122.068	-.243	-3.315	.001	.307	3.256
	X_1	-32111.841	10932.055	-.277	-2.937	.004	.185	5.395
	X_8	1139.503	500.701	.102	2.276	.025	.818	1.223

ผลจากตารางที่ 4.3 พบว่าตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังมีดังนี้คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค (X_{12}), ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (X_{10}), ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (X_2'), อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (X_9), ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (X_1) และ อัตราแลกเปลี่ยน (X_8)

- การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของตัวแปรอิสระทุกตัวพร้อมกัน โดยมีสมมติฐานดังนี้

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{12} = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่า, } j = 1, 2, 8, 9, 10, 12$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
6	Regression	63136213066	6	10522702178	86.086	.000[f]
	Residual	10878883416	89	122234645.1		
	Total	74015096482	95			

f Predictors: (Constant), X12, X10, X'2, X9, X1, X8

สถิติสำหรับการทดสอบ คือ

$$F = \frac{MSR}{MSE} = 86.086$$

ค่า $p-value = 0.00$ มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมี β_j อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับศูนย์ หรือมีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

4.1.1.1 ตรวจสอบข้อสมมติของค่าความคลาดเคลื่อน

1) การแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน

สมมติฐานของการทดสอบคือ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.5 แสดงการทดสอบค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

	Kolmogorov-Smirnov[*]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.055	96	.200[*]	.986	96	.398

* This is a lower bound of the true significance.

สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov

$$D = \max|F(x) - S(x)| = 0.055$$

ค่า $p-value = 0.2$ มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2) ความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานของการทดสอบคือ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า Durbin-Watson ที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
6	.924[f]	.853	.843	11055.978	1.771

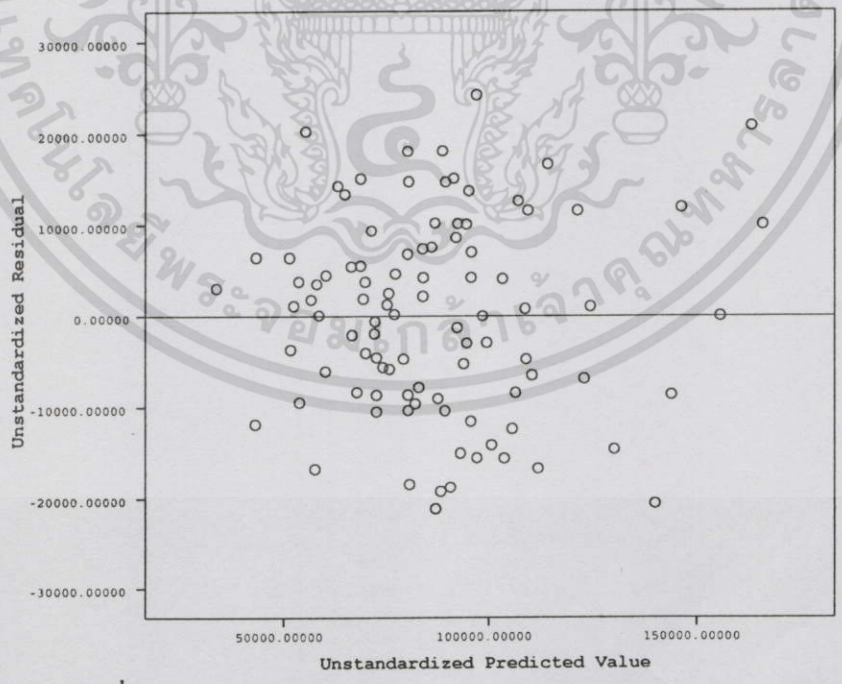
f Predictors: (Constant), X12, X10, X'2, X9, X1, X8

สถิติทดสอบ

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 1.771$$

จากตาราง Durbin-Watson ที่ $\alpha = 0.05$ จะได้ค่า $d_u = 1.78$ และ $d_L = 1.57$ ซึ่ง $d > d_L$ และ $d \approx d_u$ สรุปผลการทดสอบได้ว่ายอมรับ H_0 นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

3) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเศษเหลือ (e_i) กับค่าประมาณของตัวแปรตาม ($\hat{Y}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 พบว่ามีการกระจายอยู่รอบค่าศูนย์และขนานไปกับแกน X สรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

4.1.1.2 ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวมีค่าไม่เกิน 10 จึงสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

เนื่องจากตัวแบบที่ได้ผ่านการทดสอบข้อสมมติเบื้องต้นของตัวแบบทุกข้อ ดังนั้นจะได้สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y} = -541980.296 - 32111.841X_1 + 17732.053X_2' + 1139.503X_8 - 3719.928X_9 - 9479.06X_{10} + 6204.821X_{12}$$

ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.853$

จากการใช้ตัวแปรอิสระในการพิจารณา 13 ตัวแปร พบว่ามีเพียงบางตัวแปรเท่านั้นที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งได้แก่ ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (X_1), ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (X_2'), อัตราแลกเปลี่ยน (X_8), อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (X_9), ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (X_{10}), ดัชนีราคาผู้บริโภค (X_{12}) ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้เท่ากับ 85.3 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 วิธีการลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination)

ผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการลดตัวแปรอิสระ ให้ผลเหมือนกับวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระ

4.1.3 วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

ผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน ให้ผลเหมือนกับวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระ

เนื่องจากผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยจากทั้ง 3 วิธีให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน ดังนั้นจะเลือกใช้วิธีการใดก็ได้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

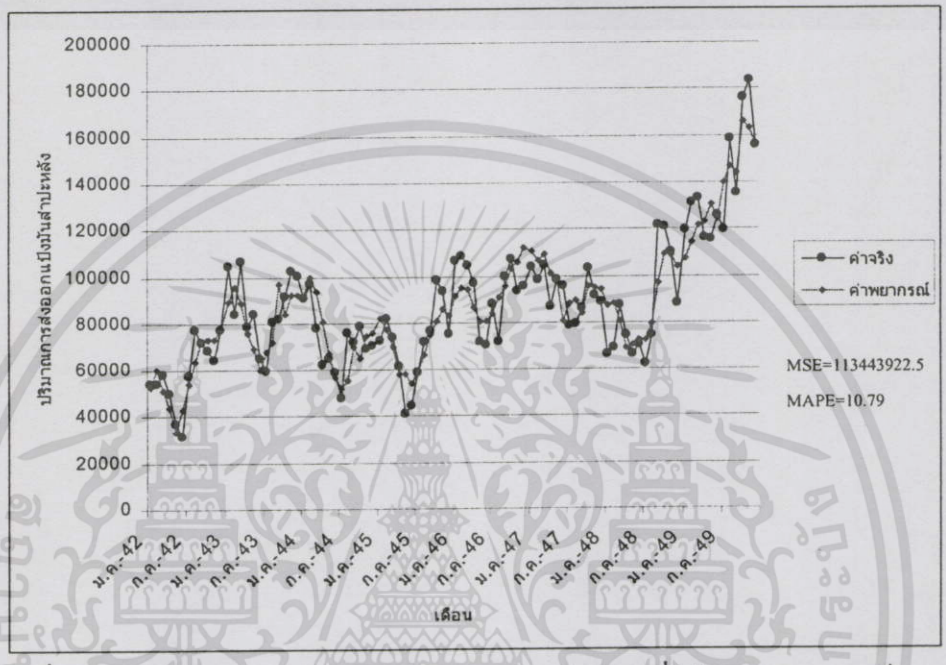
ตัวแบบที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y} = -541980.296 - 32111.841X_1 + 17732.053X_2 + 1139.503X_8 - 3719.928X_9 - 9479.06X_{10} + 6204.821X_{12}$$

ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.853$

ดังนั้นจากสมการถดถอยที่ได้ถ้านำไปพยากรณ์ค่าปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังจะได้กราฟดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (ม.ค.42-ธ.ค.49)

4.2 ผลการวิเคราะห์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดจำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนจะอยู่ในช่วง 5-50 โหนด จากกฎของ Baum and Haussle (1988) และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับจำนวนเดือนที่ใช้ในการพยากรณ์คือ 12 โหนด โดยในงานวิจัยได้กำหนดลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมดังนี้

1. จำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับ 13
2. จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
3. จำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 12
4. ค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4
5. ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ให้ค่า RMS (Root Mean Square Error) ต่ำสุดจะเป็นโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับการนำไปพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียมแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
13-5-12	16808.38	16688.01	16792.30	16700.12	16564.69
13-10-12	**16497.37**	16927.35	16509.00	17401.41	17068.42
13-15-12	18877.23	18735.62	17428.30	17084.53	17116.16
13-20-12	18591.08	18430.50	18139.73	17996.30	17369.80
13-25-12	16874.90	16768.52	17377.47	17286.10	17137.62
13-30-12	16795.32	16720.96	17099.61	17343.54	17635.48
13-35-12	17177.85	19149.74	18940.55	18940.78	17092.17
13-40-12	18690.62	18573.92	17049.28	17320.34	16955.68
13-45-12	17347.89	16988.58	16921.20	17084.34	18190.40
13-50-12	17253.81	17131.39	19015.56	17701.06	17115.86

จากตารางที่ 4.7 เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5-0.9 พบว่าโครงข่ายที่ให้ค่า RMS ต่ำที่สุด (RMS=16497.37) คือโครงข่าย 13-10-12 ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีจำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเท่ากับ 10 โหนด และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 12 โหนด โดยมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
13-5-12	17253.81	16733.70	16760.29	17104.99	16801.40
13-10-12	17034.77	16658.83	17217.79	16911.96	17212.90
13-15-12	17129.18	17957.67	17779.05	16823.99	17169.53
13-20-12	18787.57	18540.18	18203.76	17889.81	17450.50
13-25-12	16835.37	16788.37	16898.01	16980.24	17173.30
13-30-12	17146.17	**16720.18**	16958.15	17293.88	17894.07
13-35-12	16965.63	18992.19	18730.56	18868.71	17708.80
13-40-12	16969.75	17374.91	17259.51	17384.47	17313.14
13-45-12	17195.88	17228.06	17054.27	16877.47	17317.91
13-50-12	16952.81	17215.49	17077.67	18282.77	17376.60

จากตารางที่ 4.8 เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5-0.9 พบว่าโครงข่ายที่ให้ค่า RMS ต่ำที่สุด (RMS=16720.18) คือโครงข่าย 13-30-12 ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีจำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเท่ากับ 30 โหนด และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 12 โหนด โดยมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
13-5-12	16910.12	16858.86	16737.43	17308.27	16920.15
13-10-12	16604.21	16788.35	16567.69	17290.78	16606.59
13-15-12	17046.52	17525.15	17142.12	**16053.00**	17201.54
13-20-12	17919.53	18767.32	18427.26	18844.27	18555.47
13-25-12	16952.96	16746.75	16971.86	17353.66	17570.07
13-30-12	16911.71	16693.77	16835.51	17109.88	17699.65
13-35-12	16769.14	19057.15	18914.76	18668.86	17377.52
13-40-12	18677.80	18860.65	17413.41	17948.27	17437.35
13-45-12	17238.92	17135.93	18919.03	17307.67	17191.68
13-50-12	17182.40	17280.34	18824.38	19007.33	17174.03

จากตารางที่ 4.9 เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5-0.9 พบว่าโครงข่ายที่ให้ค่า RMS ต่ำที่สุด (RMS=16053.00) คือโครงข่าย 13-15-12 ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีจำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเท่ากับ 15 โหนด และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 12 โหนด โดยมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่า RMS ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.4

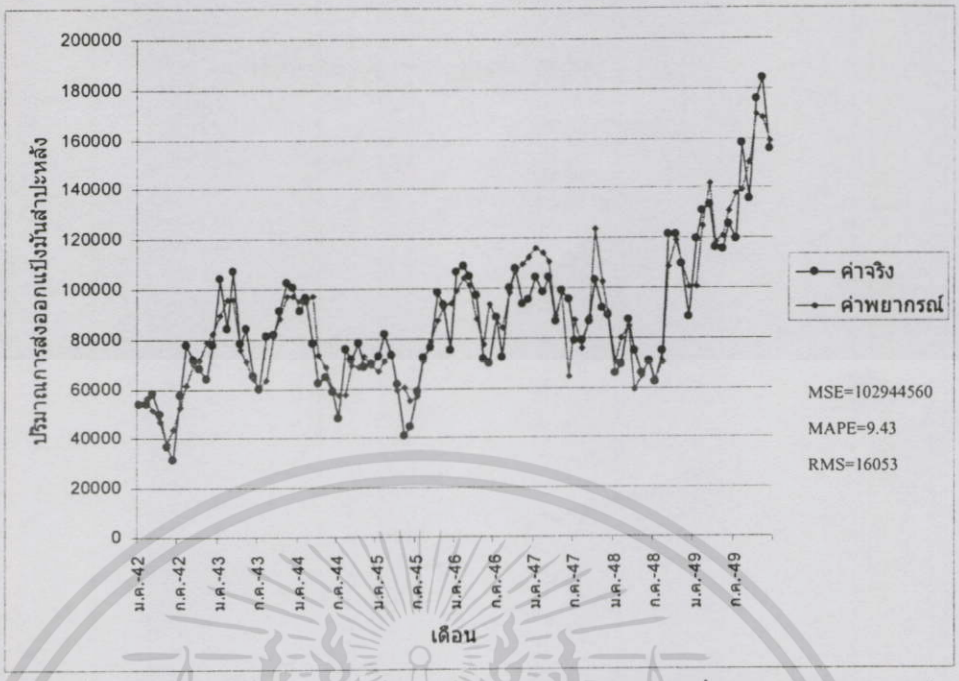
โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
13-5-12	16882.09	16766.51	16701.85	16650.19	16579.14
13-10-12	16632.30	16659.08	17185.34	17017.23	16739.87
13-15-12	17043.43	16914.96	17041.93	**16437.34**	17226.43
13-20-12	18035.35	17796.04	18852.02	18434.12	18044.58
13-25-12	16910.35	16724.05	16845.00	17164.65	17452.42
13-30-12	17374.52	16788.86	16936.07	17646.76	17359.19
13-35-12	16886.04	19010.30	18966.74	18685.03	17571.96
13-40-12	18652.26	18832.09	17452.80	17960.36	16764.25
13-45-12	16899.68	17284.71	18988.80	20401.41	17246.47
13-50-12	18808.67	18727.85	18744.85	18611.70	17762.45

จากตารางที่ 4.10 เมื่อกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.4 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5-0.9 พบว่าโครงข่ายที่ให้ค่า RMS ต่ำที่สุด (RMS=16437.34) คือโครงข่าย 13-15-12 ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีจำนวนโหนดในชั้นอินพุทเท่ากับ 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนเท่ากับ 15 โหนด และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 12 โหนด โดยมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.4 ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8

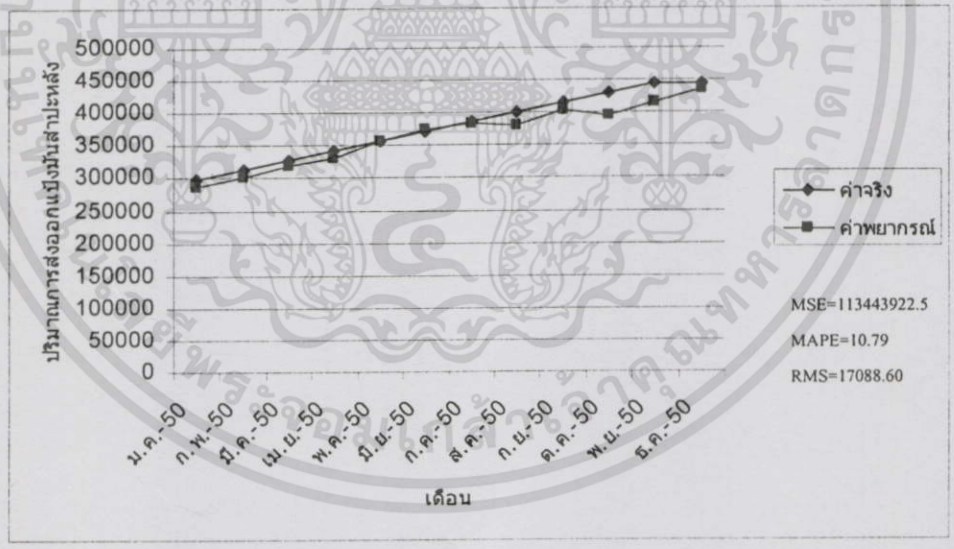
จากการกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ตั้งแต่ 0.1-0.4 ได้ผลดังตารางที่ 4.7-4.10 โครงข่ายที่ให้ค่า RMS ต่ำที่สุด คือโครงข่าย 13-15-12 ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีจำนวนโหนดในชั้นอินพุท 13 โหนด จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดน 15 โหนด และจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุท 12 โหนด มีค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3 ค่าโมเมนตัม 0.8 และค่าประมาณความถูกต้องเท่ากับ 90.66 เปอร์เซ็นต์

จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่าย โดยนำโครงข่ายที่ดีที่สุดที่ได้จากการฝึกสอนมาใช้กับข้อมูลในส่วนที่ 2 ข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง ดังรูปที่ 4.6 ได้ค่า RMS เท่ากับ 17088.60 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า RMS เท่ากับ 16053.00 ของข้อมูลในส่วนที่ 1 ในการฝึกสอน ดังรูปที่ 4.5 ดังนั้นโครงข่ายที่ได้สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมของข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน



รูปที่ 4.6 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าพยากรณ์ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมของข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบ

เนื่องจากการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุใช้ค่า R^2 เป็นค่าวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ แต่วิธีโครงข่ายประสาทเทียมใช้ค่าประมาณความถูกต้อง (estimated accuracy) เป็นค่าวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของตัวแบบทั้งสองนั้นแตกต่างกันดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์จะใช้ค่าสถิติวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ดังนี้คือ MSE และ MAPE

ทำการคำนวณ MSE และ MAPE ของข้อมูลที่ใช้ในการหาตัวแบบจากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4.10 (รายละเอียดการคำนวณ MSE และ MAPE อยู่ในตารางภาคผนวก ก. ที่ 2)

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือน ม.ค.42 – ธ.ค.49

วิธีการพยากรณ์	ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์	
	MSE	MAPE
1. วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ	113443922.5	10.79
2. วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	**102944560**	**9.43**

จากตารางที่ 4.11 จะพบว่าค่า MSE และ MAPE ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุมีค่าเท่ากับ 113443922.5 และ 10.79 ตามลำดับ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า MSE และ MAPE เท่ากับ 102944560 และ 9.43 ตามลำดับ จากผลที่ได้พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า MSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งใช้วิธีการพยากรณ์ดังนี้คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังจากตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีดังกล่าว โดยการใช้ค่าสถิติวัดความถูกต้องคือ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

5.1.1 ผลการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ พบว่าทั้ง 3วิธีให้ผลเหมือนกันซึ่งตัวแบบที่ได้จะมีตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้ามาในสมการถดถอยมีดังนี้ ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (X_1), ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (X_2) (เมื่อ $X_2' = \log_{10}(X_2)$), อัตราแลกเปลี่ยน (X_8), อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (X_9), ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (X_{10}) และ ดัชนีราคาผู้บริโภค (X_{12}) สมการถดถอยที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังคือ

$$\hat{Y} = -541980.296 - 32111.841X_1 + 17732.053X_2' + 1139.503X_8 - 3719.928X_9 - 9479.06X_{10} + 6204.821X_{12} \quad (5.1)$$

โดยมีค่า $R^2 = 0.853$, MSE=113443922.5 และ MAPE=10.79

จากสมการการถดถอยที่ได้ดังสมการที่ 5.1 พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทยมีดังนี้คือ 1. ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา 2. ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง 3. อัตราแลกเปลี่ยน 4. อัตราเงินเฟ้อทั่วไป 5. ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง และ 6. ดัชนีราคาผู้บริโภค จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุทำให้สามารถคาดคะเนปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

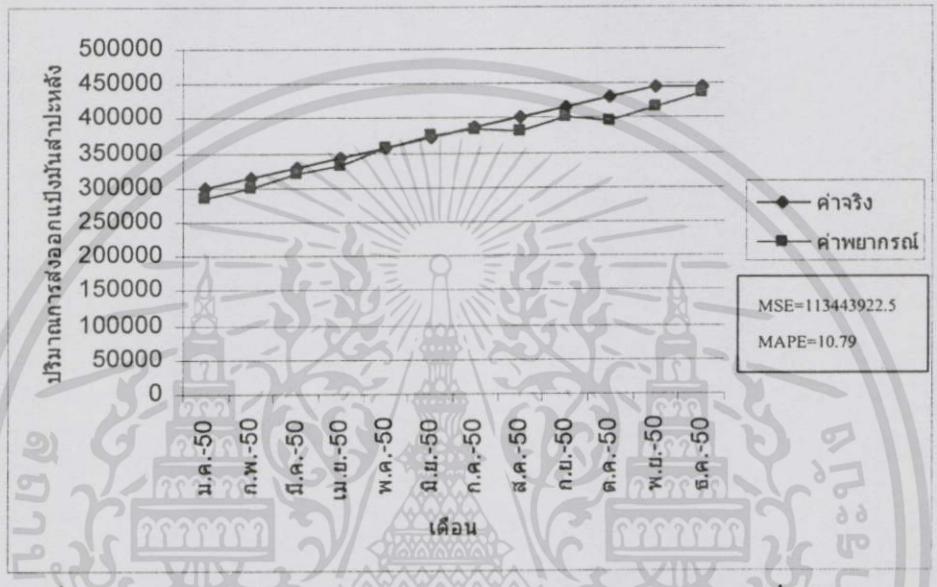
5.1.2 ผลการศึกษาปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมพบว่าโครงข่ายที่เหมาะสมคือ 13-15-12 ที่ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3 ค่าโมเมนตัม 0.8 และมีค่าประมาณความถูกต้อง 90.66 %, MSE=102944560 และ MAPE=9.43

5.1.3 จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังจากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยใช้ค่าวัดความถูกต้อง 2 ค่าคือ MSE และ MAPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า MSE=102944560 และ MAPE=9.43 ซึ่งต่ำกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุที่ให้ค่า MSE=113443922.5 และ MAPE=10.79 ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังคือตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่าย 13-15-12 ที่ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3 ค่าโมเมนตัม 0.8

นำโครงข่าย 13-15-12 ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้กับค่าปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่าย 13-15-12 ที่ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3 และค่าโมเมนตัม 0.8

5.2 อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุให้ค่า $R^2 = 0.853$ นั่นคือตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ 85.3 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังมีดังนี้คือ ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง อัตราแลกเปลี่ยน อัตราเงินเฟ้อ ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง และดัชนีราคาผู้บริโภค ซึ่งตัวแปรอิสระแต่ละตัวจะมีอิทธิพลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังในทิศทางที่ต่างกันตามเครื่องหมายที่ได้จากสมการ (2.40) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ X_1 เท่ากับ 32111.841 หมายความว่าถ้าราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นามีค่าเพิ่มขึ้น 1 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังลดลง 32111.841 ตัน, ค่าสัมประสิทธิ์ของ X_2 เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17732.053 เนื่องจาก $X_2' = \log_{10}(X_2)$ หาก X_2=100000 ดังนั้น $X_2' = 5$ หมายความว่า ถ้าปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 100000 ตัน ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆคงที่จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 88660.27 ตัน, ค่าสัมประสิทธิ์ของ X_8 เท่ากับ 1139.503 หมายความว่าถ้าอัตราแลกเปลี่ยนมีค่าเพิ่มขึ้น 1 บาทต่อดอลลาร์ นั่นคือค่าเงินดอลลาร์แข็งค่าในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 1139.503 ตัน, ค่าสัมประสิทธิ์ของ X_9 เท่ากับ 3719.928 หมายความว่าถ้าอัตราเงินเฟ้อทั่วไปมีค่าเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่ จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังลดลง 3719.928 ตัน, ค่าสัมประสิทธิ์ของ X_{10} เท่ากับ 9479.06 หมายความว่าถ้าราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลังมีค่าเพิ่มขึ้น 1 บาท ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังลดลง 9479.06 ตัน และ ค่าสัมประสิทธิ์ของ X_{12} เท่ากับ 6204.821 หมายความว่าถ้าดัชนีราคาผู้บริโภคมีค่าเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่จะมีผลทำให้ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 6204.821 ตัน

เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยมีโครงข่ายเป็น 13-15-12 ที่ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.3 และค่าโมเมนตัม 0.8 ซึ่งให้ค่าประมาณความถูกต้องเท่ากับ 90.66 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผู้ผลิตและผู้ส่งออกแป้งมันสำปะหลังสามารถนำตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมไปหาค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลังล่วงหน้า 12 เดือนได้ อาจเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง เพราะทำให้สามารถคาดคะเนปริมาณการส่งออกล่วงหน้าได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากค่าประมาณความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียม และค่า $R^2 = 0.853$ ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุยังมีค่าไม่สูงนัก ถ้าสามารถเพิ่มตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง เช่น อาจนำตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์อื่นๆเข้ามาพิจารณา ได้แก่ อัตราดอกเบี้ย เป็นต้น อาจทำให้ตัวแบบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2551. มันสำปะหลัง แหล่งที่มา : http://www.thaifta.com/thaifta/Portals/0/File/ascn_potato1.doc

กระทรวงพาณิชย์. 2547. ดัชนีตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจที่สำคัญ แหล่งที่มา http://www.indexpr.moc.go.th/webboard/view.asp?ID=162&rep=1

กัลยา วินิชย์บัญชา. 2549. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : ธรรมสาร.

กัลยา วินิชย์บัญชา. 2548. **การวิเคราะห์สถิติ:สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ธรรมสาร.

เฉลิมวุธ คามาปาน. 2547. "การพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสหรัฐอเมริกา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยวัฒน์ ประสมสุข. 2548. "การเปิดเสรีการค้าอาเซียน-จีนเป็นผลดีต่อแป้งมันสำปะหลังไทย." สารวิจัยธุรกิจ. แหล่งที่มา : http://www.scb.co.th/LIB/th/article/ktb/data/k8-50.html

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ทัดดาว แนบเนียน. 2545. "การเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีของบ๊อกซ์ และเจนกินส์ : กรณีศึกษา อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ ชังเทศ และ สมภพ ถาวรยิ่ง. 2530. **การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2550. ฐานข้อมูลเศรษฐกิจ แหล่งที่มา : http://www.bot.or.th/bothomepage/databank/EconData/EconData.htm

นวลพรรณ มีนาทุ่ง. 2542. "การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย." วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผกากรอง เทพรักษ์. 2546. "การพยากรณ์ราคาผลผลิตทางการเกษตรในตลาดการซื้อขายล่วงหน้า: กรณีศึกษายางพารา." http://www.bot.or.th/bothomepage/ผู้จัดการ. 28 กรกฎาคม 2546.

พรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์. 2548. "การเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคายางพาราโดยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชรี สำราญพิศ. 2548. "การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกและการผลิตสัปปะรดกระป๋อง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัสกร วรเดชจำเริญ. "ตัวแบบพยากรณ์หุ้นไทยด้วยการวิเคราะห์หุ้นทางเทคนิคและโครงข่ายประสาทเทียม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยรังสิต.

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2549. บทปฏิบัติการมันสำปะหลัง แหล่งที่มา : http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-211/lab/cassava.doc

รังสรรค์ เนียมสนิท. 2544. **อนุกรมเวลาและเลขดัชนี.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รัตนา พันมาลี. 2549. "การจำแนกกลุ่มความมั่นคงทางการเงินของบริษัทประกันวินาศภัย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วัลลภา อุนวิจิตร. 2539. "การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับราคาน้ำมันโดยนิวรอลเน็ตเวิร์ก." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์.** กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วิรัชช พานิชวงศ์. 2549. **การวิเคราะห์การถดถอย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศิริชัย พงษ์พิชัย. 2549. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมยศ ตั้งเจริญจิตกุล. 2547. "การประยุกต์ใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมในการทำนายระดับน้ำแม่น้ำปิง" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชิรา บูลย์ประมุข. 2546. "การพยากรณ์และวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวราคาข้าวโพด." วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรฐศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตร แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_website/oae_imex.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2546. อุตสาหกรรมแปรรูปข้าว แหล่งที่มา : http://www.oie.go.th/industrystatus2/rice_3.doc

อันนะ สุขล้วน. 2547. "การประยุกต์ใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์น้ำท่าและการเติมข้อมูลระดับน้ำ." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกรินทร์ แซ่เฮ้ง. 2548. "โครงข่ายประสาทเทียมกับการประยุกต์ใช้งาน." กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.

Baum, E.B. and Haussler, D. 1988. "What size net gives valid generalization." **Neural Computation.** 1 : 151 -160.

Fausett, L. 1994. **Foundaments of Neural Network : Architectures Algorithms and Application.** London : Prentic- Hall ihall international.

Haykin, S. 1994. **Neural network : a comprehensive foundation.** New York : Macmillan College.

Jain, A. K. , et. al.1996. "Artificial Neural Network: A Tutorial." **IEEE Computer Special Issue on Neural Computation.**

Makridakis, S., S.C. Wheelwright and R.J. Hyndman. 1998. **Forecasting : Method and**

Mitchell, T. 1997. **Machine Learning.** McGraw Hill.

Application. 3rd ed. New York : John Wiley and Sons.

Paras, M. et. al. 2006. "Electricity Price and Load Short – Term Forecasting Using Artificial Neural Networks." **International Journal of Emerging Electric Power Systems** 7(4) : 1-18.

Patterson, D. W. 1995. **Artificial Neural Networks : Theory and Applications.** New York : Prentice-Hall.

K. Nikolopoulos. et. al. 2007. "Forecasting with Cue Information: A Comparison of Multiple Regression with Alternative Forecasting Approaches." **European Journal of Operational Research.** : 345 – 368.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง และการหาค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
ม.ค.-42	53585	0.84	2072	25927	382609	849	2177	585	36.73	3.5	6.85	109	96.5	85.8
ก.พ.-42	54128	0.88	4480	22001	501298	978	1220	12	37.19	2.9	6.88	235.7	96.6	88
มี.ค.-42	57831	0.95	2381	58843	314846	1186	1463	597	37.63	1.6	7.49	125.2	96.4	97.8
เม.ย.-42	49768	0.86	287	58561	339282	1069	1972	85	37.72	0.4	7.53	15.1	96.1	92.1
พ.ค.-42	36719	0.8	333	3896	305362	1028	1670	14	37.15	-0.5	8.58	17.5	95.7	88.1
มิ.ย.-42	31269	0.75	264	16828	220151	1194	1725	26	37.03	-1.2	7.76	13.9	95.6	93.1
ก.ค.-42	57488	0.74	373	61	314855	1153	1738	30	37.21	-1.1	6.97	19.6	95.8	94
ส.ค.-42	77439	0.68	309	104	322334	1195	1799	25	38.08	-1.1	6.46	16.2	96.2	94.1
ก.ย.-42	71759	0.62	806	5252	266228	976	1659	599	39.99	-0.8	6.68	42.4	96.3	94.5
ต.ค.-42	68116	0.59	906	6030	336593	1517	1855	32	39.61	-0.5	6.35	47.7	96.4	97.9
พ.ย.-42	64014	0.74	1826	61	281202	1834	2648	49	38.88	0	6.39	96	96.5	101
ธ.ค.-42	77254	0.77	2424	2	486800	1836	1904	39	38.33	0.7	6.35	127.5	96.8	98
ม.ค.-43	104176	0.65	3042	13662	369545	1542	6350	33	37.46	0.5	5.56	160	97.1	93.5
ก.พ.-43	84106	0.59	4635	5313	371511	1156	1444	30	37.82	0.9	5.6	243.6	97.5	98
มี.ค.-43	106813	0.58	2854	0.7	417815	1568	1999	634	38.02	1.1	5.68	150.2	97.5	106.9
เม.ย.-43	78158	0.64	927	100	37771	1109	2285	90	38.08	1.2	5.95	46.8	97.2	93.8
พ.ค.-43	83797	0.67	563	81	163685	881	2025	200	39.04	1.7	6.16	29.6	97.3	99.1
มิ.ย.-43	64798	0.7	225	63	95636	864	1818	221	39.17	2	6.23	11.8	97.5	100.6
ก.ค.-43	59522	0.66	310	60	214834	1850	1544	401	40.31	2	6.03	16.3	97.6	96.9

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
ส.ค.-43	80772	0.58	480	62	404709	1612	1777	217	40.98	2.2	6.68	25.3	98.2	98.1
ก.ย.-43	91570	0.54	873	5234	397430	1207	1698	487	41.98	2.3	4.93	45.9	98.6	103.2
ต.ค.-43	91317	0.56	869	9310	236652	973	2726	242	43.31	1.7	6.32	45.7	98.1	102.6
พ.ย.-43	102587	0.64	1961	40	159192	1365	2841	602	43.84	1.7	5.94	103.1	98.2	104.3
ธ.ค.-43	100613	0.67	2357	88	344106	1057	3033	314	43.22	1.3	5.92	124	98.2	103.1
ม.ค.-44	91048	0.67	2976	19958	409221	1196	1645	145	43.12	1.3	6.06	156.6	98.4	100.5
ก.พ.-44	96617	0.66	4897	10502	346045	1072	1582	158	42.64	1.5	6.26	257.6	98.9	102.4
มี.ค.-44	78061	0.68	2810	26284	327487	1002	1658	135	43.9	1.4	6.61	147.8	98.9	110.4
เม.ย.-44	62317	0.69	638	60174	416433	1151	2209	185	45.46	2.6	6.85	33.6	99.6	95.1
พ.ค.-44	64637	0.83	383	85586	626774	981	2659	192	45.48	2.8	7.29	20.1	100	101.9
มิ.ย.-44	58491	0.99	211	48234	124480	876	1754	157	45.24	2.3	7.83	11.1	99.7	104.7
ก.ค.-44	48049	1.06	273	301956	358590	772	2084	142	45.62	2.2	8.21	14.4	99.7	100.5
ส.ค.-44	75585	1.03	318	256264	221027	1132	1929	140	44.9	1.4	8.22	16.7	99.6	102.6
ก.ย.-44	71348	0.93	704	107223	258762	621	1977	177	44.33	1.4	7.84	37	99.9	103.8
ต.ค.-44	78258	0.93	756	36866	133540	890	2419	181	44.72	1.4	8.13	39.8	99.4	106.1
พ.ย.-44	68603	0.99	1864	10080	186723	739	2411	198	44.41	1	7.63	98.1	99.2	102.5
ธ.ค.-44	69980	0.99	3065	70804	241534	782	2553	195	43.91	0.8	7.69	161.2	98.9	102.2
ม.ค.-45	72530	1.03	4654	108895	233267	1142	2578	120	44.02	0.8	7.45	244.8	99.1	102.7
ก.พ.-45	81932	1.05	3205	167816	244707	565	1414	39	43.82	0.3	7.75	168.6	99.2	104.3

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
มี.ค.-45	73639	1.11	1297	70205	168795	845	1920	119	43.39	0.6	7.62	68.2	99.5	119.2
เม.ย.-45	61605	1.16	337	163913	226187	591	2089	150	43.42	0.4	8.01	17.7	100	103.7
พ.ค.-45	50939	1.12	314	153604	153154	711	2071	174	42.79	0.1	8.24	16.5	100.1	113.4
มิ.ย.-45	44423	1.06	191	52746	85127	628	1826	86	42.15	0.2	8.19	10	99.9	111
ก.ค.-45	58715	1.02	310	139801	18340	950	2081	219	41.2	0.1	8.08	16.3	99.8	108.4
ส.ค.-45	71978	1.04	400	154008	106093	884	2561	191	42.18	0.3	7.49	21	99.9	113.8
ก.ย.-45	76536	0.98	476	168695	83417	630	2265	145	42.82	0.4	7.21	25	100.3	113.4
ต.ค.-45	88302	0.91	727	11999	105226	772	2737	159	43.66	1.4	7.37	38.3	100.9	117.8
พ.ย.-45	93664	0.94	2072	54835	64576	656	2178	101	43.32	1.2	7.21	109	100.4	120.8
ธ.ค.-45	75146	0.97	1502	122515	46109	656	3035	201	43.28	1.6	7.08	79	100.5	115.7
ม.ค.-46	106524	0.93	2606	124015	144725	770	2272	173	42.77	2.2	7	137.1	101.3	123.5
ก.พ.-46	108850	0.94	3904	312651	160731	475	1502	145	42.88	1.9	6.97	205.4	101.2	119.2
มี.ค.-46	104628	0.93	4113	75228	127446	616	1970	137	42.75	1.7	7.17	216.4	101.2	136.3
เม.ย.-46	97092	0.93	1194	376459	131734	688	2068	96	42.88	1.6	7.29	62.8	101.6	123.6
พ.ค.-46	71696	0.92	544	126398	222961	605	2019	119	42.15	1.9	7.43	28.6	102	126.6
มิ.ย.-46	70054	0.91	554	105678	60145	397	1695	123	41.65	1.7	7.23	129.1	101.6	125.2
ก.ค.-46	66297	0.88	634	87865	114309	602	2405	139	41.78	1.8	6.64	32.8	101.6	124
ส.ค.-46	71929	0.82	714	172496	90662	541	1755	94	41.67	2.2	6.79	37.6	102.1	121.5
ก.ย.-46	90960	0.81	1164	34154	138132	552	2357	89	40.5	1.7	6.68	61.3	102	128.6

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
ต.ค.-46	107470	0.77	1494	46915	135508	813	2826	92	39.73	1.2	6.38	78.6	102.1	134.4
พ.ย.-46	93322	0.79	2511	92409	204208	544	2914	98	39.9	1.8	6.34	132.1	102.2	129.3
ธ.ค.-46	95245	0.82	4427	258108	329378	906	3249	163	39.71	1.8	6.42	232.9	102.3	140.6
ม.ค.-47	103973	0.82	4099	328407	422547	575	2264	224	39.09	1.2	6.53	215.7	102.6	139.5
ก.พ.-47	98106	0.76	3072	171706	167176	1029	1581	93	39.1	2.2	7.05	161.5	103.4	141.5
มี.ค.-47	104317	0.74	2702	157904	333529	929	2308	204	39.45	2.3	6.58	142.1	103.6	148.2
เม.ย.-47	86566	0.8	774	226123	355520	583	2781	151	39.44	2.5	6.79	40.7	104.1	135
พ.ค.-47	98526	0.83	457	211811	78389	714	3013	263	40.57	2.4	6.93	24	104.5	138.5
มิ.ย.-47	95259	0.98	285	427336	553273	917	2641	109	40.8	3	7.32	15	104.7	138.6
ก.ค.-47	78603	1	575	221686	9505	774	2860	115	40.94	3.1	7.65	30.2	104.8	140.6
ส.ค.-47	78948	1.06	564	278619	85340	805	2136	135	41.5	3.1	7.85	29.7	105.3	134.3
ก.ย.-47	86183	1.09	480	202177	56724	668	2767	3750	41.47	3.6	8.04	25.3	105.7	146.8
ต.ค.-47	102786	1.04	1493	115748	40545	786	3357	16141	41.31	3.5	7.91	78.6	105.7	148.4
พ.ย.-47	91678	1.1	2523	219937	226	666	4982	161	40.34	3	8.07	132.7	105.3	146.6
ธ.ค.-47	88689	1.2	3185	244532	110174	734	4587	23855	39.22	2.9	7.9	167.6	105.3	153.5
ม.ค.-48	65935	1.3	3479	156113	50450	538	3203	20330	38.75	2.7	7.91	183	105.4	147.8
ก.พ.-48	69111	1.39	2132	197141	56205	685	2539	9962	38.48	2.5	8.05	112.2	106	143.4
มี.ค.-48	87087	1.48	1505	313386	36383	777	2846	2838	38.61	3.2	8.64	79.2	106.9	165.5
เม.ย.-48	74276	1.47	501	214612	5021	684	2090	637	39.53	3.6	9.54	26.4	107.8	147.3

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
พ.ค.-49	115639	0.99	571	258455	53144	843	2011	4338	38.01	6.2	8.36	30.1	115.1	167
มิ.ย.-49	125604	0.99	481	313228	2550	735	2023	6834	38.35	5.9	8.48	25.3	115.1	168.8
ก.ค.-49	119485	0.96	863	485538	160	659	1837	3056	38	4.4	8.3	45.4	115.3	162.3
ส.ค.-49	158272	0.94	535	258133	52090	730	3044	3092	37.64	3.8	7.87	28.2	115.4	166.7
ก.ย.-49	135361	0.94	427	306519	3380	851	2294	8508	37.43	2.7	8.08	22.5	115	172
ต.ค.-49	175912	0.87	1828	342132	120	664	2690	12819	37.34	2.8	7.47	96.1	115.5	169.1
พ.ย.-49	183936	1	3006	322558	71366	851	3157	18893	36.54	3.5	7.56	158.1	115.4	170.8
ธ.ค.-49	155725	1.13	4984	486951	103446	623	3707	26557	35.83	3.5	7.89	262.2	115.3	173.4
ม.ค.-50	144803	1.12	5681	532732	160548	956	3084	6589	35.97	3	8.06	298.9	115	171
ก.พ.-50	147473	1.16	3476	458889	148848	604	1331	6796	35.74	2.3	8.32	182.8	114.5	170.9
มี.ค.-50	164373	1.23	3093	277205	166921	776	1894	223	35.06	2	8.57	162.6	115.3	189.2
เม.ย.-50	150644	1.21	1284	191905	84644	507	2276	266	34.87	1.8	8.23	67.6	116.4	162.9
พ.ค.-50	112459	1.25	914	258499	157473	760	3589	319	34.62	1.9	8.72	48.1	117.3	177.4
มิ.ย.-50	94718	1.35	607	254139	112678	812	3966	353	34.58	1.9	9.41	31.9	117.3	175.6
ก.ค.-50	80061	1.52	367	168818	87982	659	2366	2402	33.71	1.7	10.28	21.9	117.3	174.7
ส.ค.-50	96531	1.72	380	123217	95643	799	3727	562	34.19	1.1	10.25	28	116.7	183.7
ก.ย.-50	118338	1.79	792	84432	110746	966	3517	631	34.26	2.1	10.72	57.6	117.4	187.3
ต.ค.-50	120170	1.72	10506	26541	193277	784	3672	433	34.17	2.5	10.87	87.9	118.4	190.3

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
พ.ย.-50	110850	1.62	2963	85914	211620	755	4378	740	33.88	3	11.18	159.4	118.9	191.5
ธ.ค.-50	132230	1.82	4139	215057	120351	704	4419	286	33.7	3.2	11.22	261.9	119	193.8

โดยที่

Y คือ ปริมาณการส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (ตัน)

X_1 คือ ราคาหัวมันสำปะหลังที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา (บาท/ก.ก.)

X_2 คือ ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน)

X_3 คือ ปริมาณการส่งออกมันเส้น (ตัน)

X_4 คือ ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด (ตัน)

X_5 คือ ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวสาลี (ตัน)

X_6 คือ ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวเจ้า (ตัน)

X_7 คือ ปริมาณการส่งออกแป้งข้าวโพด (ตัน)

X_8 คือ อัตราแลกเปลี่ยน (บาท ต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ)

X_9 คือ อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (เปอร์เซ็นต์)

X_{10} คือ ราคาส่งออกแป้งมันสำปะหลัง (บาท)

X_{11} คือ ดัชนีผลผลิตพืชผล (มันสำปะหลัง) (เปอร์เซ็นต์)

X_{12} คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค (เปอร์เซ็นต์)

X_{13} คือ ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม (เปอร์เซ็นต์)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. การหาค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน (ม.ค.42-ธ.ค.49)

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ MSE และ MAPE ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

เดือน	Y_i	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ม.ค. 42	53585	52584.03621	1000.9638	1001928.509	0.018679925
ก.พ. 42	54128	60243.37854	-6115.379	37397854.69	0.112979946
มี.ค. 42	57831	51521.99228	6309.0077	39803578.41	0.109093872
เม.ย. 42	49768	43400.37178	6367.6282	40546689.15	0.127946235
พ.ค. 42	36719	33678.54011	3040.4599	9244396.343	0.08280345
มิ.ย. 42	31269	43130.4832	-11861.48	140694783.7	0.379336826
ก.ค. 42	57488	53710.59367	3777.4063	14268798.58	0.065707736
ส.ค. 42	77439	63208.97029	14230.03	202493745.5	0.183757922
ก.ย. 42	71759	72459.44568	-700.4457	490624.1506	0.009761085
ต.ค. 42	68116	72789.05792	-4673.058	21837470.32	0.068604409
พ.ย. 42	64014	72701.38018	-8687.38	75470574.39	0.135710629
ธ.ค. 42	77254	77034.47102	219.52898	48192.97306	0.002841652
ม.ค. 43	104176	89464.91567	74711.084	216416002.2	0.141213757
ก.พ. 43	84106	95785.73208	-11679.73	136416141.5	0.13886919
มี.ค. 43	106813	88839.30464	107973.7	323053724.9	0.168272545
เม.ย. 43	78158	75768.87801	2389.122	5707903.883	0.03056785
พ.ค. 43	83797	68768.3095	15028.691	225861538.1	0.179346403
มิ.ย. 43	64798	60321.72006	4476.2799	20037082.1	0.069080526
ก.ค. 43	59522	67904.00864	-8382.009	70258068.84	0.140822026
ส.ค. 43	80772	71423.031	9348.969	87403221.36	0.115745172
ก.ย. 43	81570	97155.63202	-15585.63	242911925.5	0.191070639
ต.ค. 43	91317	83982.58709	7334.4129	53793612.73	0.080318154
พ.ย. 43	102587	92446.31985	10140.68	102833393.9	0.098849563
ธ.ค. 43	100613	92012.6254	8600.3746	73966443.26	0.085479755
ม.ค. 44	91048	92308.964	-1260.964	1590030.209	0.013849442
ก.พ. 44	96617	99583.56173	-2966.562	8800488.498	0.030704345
มี.ค. 44	78061	93175.72777	-15114.73	228454995.6	0.193627135
เม.ย. 44	62317	80710.88629	-18393.89	338335052.8	0.295166428
พ.ค. 44	64637	66692.93925	-2055.939	4226886.2	0.031807467
มิ.ย. 44	58491	56658.05159	1832.9484	3359699.874	0.031337273

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ก.ค. 44	48049	51845.21822	-3796.218	14411272.77	0.079007226
ส.ค. 44	75585	55312.72417	20272.276	410965167.3	0.268205012
ก.ย. 44	71348	69544.09921	1803.9008	3254058.06	0.02528313
ต.ค. 44	78258	64964.8959	13293.104	176706616.6	0.169862558
พ.ย. 44	68603	74291.21035	-5688.21	32355736.99	0.082914892
ธ.ค. 44	69980	75936.30621	-5956.306	35477583.67	0.085114407
ม.ค. 45	72530	82228.87164	-9698.872	94068111.09	0.133722207
ก.พ. 45	81932	77414.34824	4517.6518	20409177.42	0.055139039
มี.ค. 45	73639	69882.57599	3756.424	14110721.34	0.051011339
เม.ย. 45	61605	58176.14099	3428.859	11757074.11	0.055658778
พ.ค. 45	40939	57767.04285	-16828.04	283183026.2	0.411051634
มิ.ย. 45	44423	53924.41573	-9501.416	90276900.87	0.213885053
ก.ค. 45	58715	58644.29995	70.70005	4998.49707	0.001204122
ส.ค. 45	71978	66538.4438	5439.5562	29588771.65	0.075572483
ก.ย. 45	76536	75377.07282	1158.9272	1343112.209	0.015142249
ต.ค. 45	98302	80260.16875	18041.831	325507674.9	0.183534732
พ.ย. 45	93664	86224.35158	7439.6484	55348368.61	0.079429113
ธ.ค. 45	75146	83097.71751	-7951.718	63229811.36	0.10581691
ม.ค. 46	106524	91546.96214	14977.038	224311663.1	0.140597779
ก.พ. 46	108850	95145.50617	13704.494	187813151.1	0.125902562
มี.ค. 46	104628	94521.30385	10106.696	102145307.1	0.096596477
เม.ย. 46	97092	86987.88515	10104.115	102093136.9	0.104067429
พ.ค. 46	71696	80487.14995	-8791.15	77284317.44	0.122617021
มิ.ย. 46	70054	80396.38606	-10342.39	106964949.4	0.147634483
ก.ค. 46	88297	84069.55986	4227.4401	17871250.14	0.047877506
ส.ค. 46	71929	90673.00054	-18744	351337556.2	0.260590312
ก.ย. 46	99960	95844.1306	4115.8694	16940380.92	0.041175164
ต.ค. 46	107470	103348.5563	4121.4437	16986297.92	0.038349713
พ.ย. 46	93322	105746.0949	-12424.09	154358134.3	0.133131469
ธ.ค. 46	95245	112072.5888	-16827.59	283167743.5	0.176676873
ม.ค. 47	103973	110496.3372	-6523.337	42553927.96	0.062740684
ก.พ. 47	98106	106621.4139	-8515.414	72512274.06	0.086798095

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
มี.ค. 47	104317	109078.9652	-4761.965	22676312.57	0.045648985
เม.ย. 47	86566	100777.0914	-14211.09	201955118.5	0.164164815
พ.ค. 47	98526	98549.85516	-23.85516	569.0686586	0.00024212
มิ.ย. 47	95259	80472.08477	14786.915	218652862	0.155228537
ก.ค. 47	78603	87718.2371	-9115.237	83087547.39	0.115965511
ส.ค. 47	78948	89385.63675	-10437.64	108944260.9	0.132209008
ก.ย. 47	86183	84041.08526	2141.9147	4587798.753	0.0248531
ต.ค. 47	102786	95757.3334	7028.6666	49402154.17	0.068381556
พ.ย. 47	91678	94665.06322	-2987.063	8922546.68	0.032582116
ธ.ค. 47	88689	93934.27406	-5245.274	27512899.96	0.059142329
ม.ค. 48	65935	87080.99547	-21146	447153124.4	0.320709721
ก.พ. 48	69111	88384.82994	-19273.83	371480520.6	0.278882232
มี.ค. 48	87087	80370.83559	6716.1644	45106864.38	0.077120172
เม.ย. 48	74276	68794.12502	5481.875	30050953.3	0.073804122
พ.ค. 48	65962	70159.05217	-4197.052	17615246.92	0.063628334
มิ.ย. 48	70246	72238.66067	-1992.661	3970696.546	0.028366892
ก.ค. 48	62172	72646.50789	-10474.51	109715315.5	0.16847629
ส.ค. 48	74571	79417.08953	-4846.09	23484583.73	0.064986248
ก.ย. 48	121258	97012.98406	24245.016	587820797.9	0.199945702
ต.ค. 48	121089	109509.2486	11579.751	134090641.6	0.095630085
พ.ย. 48	109640	108817.6025	822.39749	676337.6316	0.007500889
ธ.ค. 48	88197	103811.3083	-15614.31	243806623.4	0.177038996
ม.ค. 49	119763	107140.7074	12622.293	159322271.7	0.105393925
ก.พ. 49	130847	114254.6887	16592.311	275304795.9	0.126806968
มี.ค. 49	132968	121517.9709	11450.029	131103165.7	0.086111163
เม.ย. 49	116149	123122.6531	-6973.653	48631837.42	0.060040578
พ.ค. 49	115639	130348.3586	-14709.36	216365231	0.127200673
มิ.ย. 49	125604	124556.4805	1047.5195	1097297.208	0.008339858
ก.ค. 49	119485	140153.9486	-20668.95	427205434.6	0.172983626
ส.ค. 49	158272	146434.3859	11837.614	140129108.3	0.074792851
ก.ย. 49	135361	144041.2747	-8680.275	75347169.56	0.064126851

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ต.ค. 49	175912	165870.386	10041.614	100834011.1	0.057083166
พ.ย. 49	183936	163211.6985	20724.302	429496674.3	0.112671264
ธ.ค. 49	155725	155776.6422	-51.64216	2666.912689	0.000331624
ผลรวม				10890616562	10.36005212
ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์		$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{96} e_i^2}{96} = \frac{10890616562}{96} = 113443922.5$			
		$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{96} \lvert e_i/Y_i \rvert}{96} \times 100 = \frac{10.36005212}{96} \times 100 = 10.79$			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 3 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ MSE และ MAPE ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

เดือน	Y_i	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ม.ค. 42	53585	54287.5663	-702.566	493599.392	0.013111
ก.พ. 42	54128	56060.3872	-1932.39	3734120.33	0.0357
มี.ค. 42	57831	51550.9618	6280.038	39438879.4	0.108593
เม.ย. 42	49768	46600.1379	3167.862	10035350.2	0.063653
พ.ค. 42	36719	38096.2228	-1377.22	1896742.72	0.037507
มิ.ย. 42	31269	43898.0518	-12629.1	159492948	0.403884
ก.ค. 42	57488	52950.0914	4537.909	20592614.8	0.078937
ส.ค. 42	77439	61786.4957	15652.5	245000891	0.202127
ก.ย. 42	71759	70020.4001	1738.6	3022729.61	0.024228
ต.ค. 42	68116	71600.0834	-3484.08	12138837.3	0.051149
พ.ย. 42	64014	78696.8638	-14682.9	215586490	0.22937
ธ.ค. 42	77254	82429.8964	-5175.9	26789903.3	0.066998
ม.ค. 43	104176	89096.3835	15079.62	227394835	0.144751
ก.พ. 43	84106	96093.9898	-11988	143711899	0.142534
มี.ค. 43	106813	96013.5095	10799.49	116628995	0.101107
เม.ย. 43	78158	76003.2371	2154.763	4643003.03	0.027569
พ.ค. 43	83797	70969.3692	12827.63	164548111	0.15308
มิ.ย. 43	64798	63873.0274	924.9726	855574.311	0.014275
ก.ค. 43	59522	60497.6924	-975.692	951975.562	0.016392
ส.ค. 43	80772	63441.8074	17330.19	300335577	0.214557
ก.ย. 43	81570	81511.424	58.57603	3431.15129	0.000718
ต.ค. 43	91317	88186.1711	3130.829	9802089.6	0.034285
พ.ย. 43	102587	97323.258	5263.742	27706979.9	0.05131
ธ.ค. 43	100613	96936.5568	3676.443	13516234.4	0.03654
ม.ค. 44	91048	95311.3659	-4263.37	18176288.4	0.046825
ก.พ. 44	96617	94752.8732	1864.127	3474968.8	0.019294
มี.ค. 44	78061	97146.7119	-19085.7	364264400	0.244497
เม.ย. 44	62317	73612.4679	-11295.5	127587594	0.181258
พ.ค. 44	64637	68657.4309	-4020.43	16163864.7	0.0622
มิ.ย. 44	58491	60040.008	-1549.01	2399425.88	0.026483

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 3 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ก.ค. 44	48049	57259.4484	-9210.45	84832359	0.191689
ส.ค. 44	75585	57289.6844	18295.32	334718574	0.24205
ก.ย. 44	71348	69143.4126	2204.587	4860205.47	0.030899
ต.ค. 44	78258	68855.5623	9402.438	88405834	0.120147
พ.ย. 44	68603	72700.4668	-4097.47	16789234.4	0.059727
ธ.ค. 44	69980	69401.3039	578.6961	334889.153	0.008269
ม.ค. 45	72530	66950.077	5579.923	31135540.6	0.076933
ก.พ. 45	81932	70978.9811	10953.02	119968622	0.133684
มี.ค. 45	73639	73775.9775	-136.978	18762.8465	0.00186
เม.ย. 45	61605	59291.4526	2313.547	5352501.62	0.037555
พ.ค. 45	40939	60172.9699	-19234	369945596	0.46982
มิ.ย. 45	44423	55315.6755	-10892.7	118650379	0.245204
ก.ค. 45	58715	56966.0863	1748.914	3058699.23	0.029786
ส.ค. 45	71978	71070.6307	907.3693	823319.137	0.012606
ก.ย. 45	76536	78768.0865	-2232.09	4982210.19	0.029164
ต.ค. 45	98302	87238.5076	11063.49	122400865	0.112546
พ.ย. 45	93664	92299.5188	1364.481	1861808.92	0.014568
ธ.ค. 45	75146	93848.0501	-18702.1	349766678	0.248876
ม.ค. 46	106524	98638.3133	7885.687	62184055.4	0.074027
ก.พ. 46	108850	104349.551	4500.449	20254043	0.041345
มี.ค. 46	104628	101058.43	3569.57	12741830	0.034117
เม.ย. 46	97092	87780.4584	9311.542	86704807.9	0.095904
พ.ค. 46	71696	77361.3223	-5665.32	32095876.4	0.079019
มิ.ย. 46	70054	93208.1885	-23154.2	536116443	0.330519
ก.ค. 46	88297	87476.5966	820.4034	673061.706	0.009291
ส.ค. 46	71929	84278.3437	-12349.3	152506289	0.171688
ก.ย. 46	99960	98215.6191	1744.381	3042864.79	0.017451
ต.ค. 46	107470	106562.572	907.428	823425.575	0.008444
พ.ย. 46	93322	109502.59	-16180.6	261811506	0.173385
ธ.ค. 46	95245	112241.154	-16996.2	288869241	0.178447
ม.ค. 47	103973	115878.549	-11905.5	141742102	0.114506
ก.พ. 47	98106	113960.509	-15854.5	251365459	0.161606

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 3 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
มี.ค. 47	104317	110589.331	-6272.33	39342132.4	0.060128
เม.ย. 47	86566	88985.8148	-2419.81	5855503.52	0.027953
พ.ค. 47	98526	97526.847	999.153	998306.777	0.010141
มิ.ย. 47	95259	64670.503	30588.5	935656148	0.321109
ก.ค. 47	78603	86740.3344	-8137.33	66216211.3	0.103524
ส.ค. 47	78948	75690.6677	3257.332	10610213.5	0.041259
ก.ย. 47	86183	87980.5032	-1797.5	3231017.9	0.020857
ต.ค. 47	102786	123431.492	-20645.5	426236336	0.200859
พ.ย. 47	91678	102270.252	-10592.3	112195805	0.115538
ธ.ค. 47	88689	90124.7478	-1435.75	2061371.66	0.016189
ม.ค. 48	65935	70624.8959	-4689.9	21995123.4	0.071129
ก.พ. 48	69111	79656.8053	-10545.8	111214009	0.152592
มี.ค. 48	87087	84461.7073	2625.293	6892161.92	0.030146
เม.ย. 48	74276	59152.016	15123.98	228734892	0.203619
พ.ค. 48	65962	64622.46	1339.54	1794367.52	0.020308
มิ.ย. 48	70246	71261.5193	-1015.52	1031279.43	0.014457
ก.ค. 48	62172	63143.0002	-971	942841.388	0.015618
ส.ค. 48	74571	70157.9363	4413.064	19475131	0.059179
ก.ย. 48	121258	108093.21	13164.79	173311709	0.108568
ต.ค. 48	121089	119130.388	1958.612	3836160.57	0.016175
พ.ย. 48	109640	110194.67	-554.67	307659.253	0.005059
ธ.ค. 48	88197	100504.97	-12308	151486126	0.139551
ม.ค. 49	119763	100624.973	19138.03	366264097	0.159799
ก.พ. 49	130847	124689.812	6157.188	37910961.6	0.047056
มี.ค. 49	132968	142197.807	-9229.81	85189337.3	0.069414
เม.ย. 49	116149	118278.022	-2129.02	4532734.68	0.01833
พ.ค. 49	115639	120653.107	-5014.11	25141273	0.04336
มิ.ย. 49	125604	130728.435	-5124.44	26259838.2	0.040798
ก.ค. 49	119485	137678.803	-18193.8	331014479	0.152269
ส.ค. 49	158272	139097.829	19174.17	367648834	0.121147
ก.ย. 49	135361	150551.543	-15190.5	230752603	0.112222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 3 (ต่อ)

เดือน	Y_i	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม			
		$\hat{Y}_i$	e_i	e_i^2	$\lvert e_i/Y_i \rvert$
ต.ค. 49	175912	169571.8	6340.201	40198142.4	0.036042
พ.ย. 49	183936	168404.072	15531.93	241240775	0.084442
ธ.ค. 49	155725	159449.888	-3724.89	13874791.4	0.02392
ผลรวม				9882677807	9.050822
ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์		$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{96} e_i^2}{96} = \frac{9882677807}{96} = 102944560$			
		$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{96} \lvert e_i/Y_i \rvert}{96} \times 100 = \frac{9.050822}{96} \times 100 = 9.42$			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

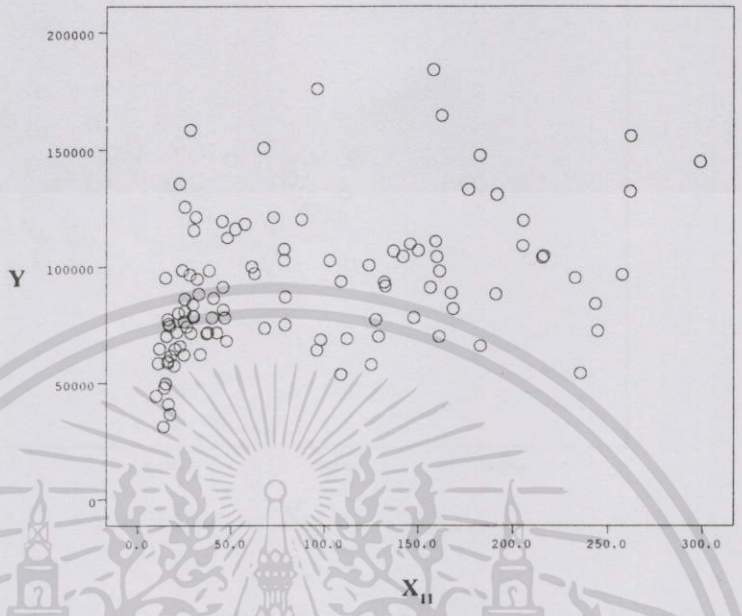
ภาคผนวก ข.

การแปลงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย

ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็นดังรูปภาคผนวก ข. ที่1



รูปภาคผนวก ข. ที่1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_2

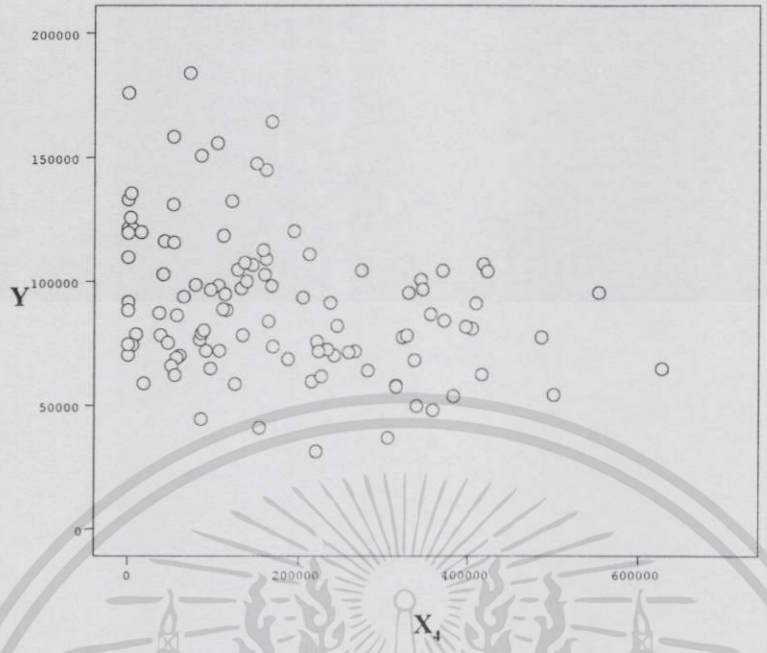
จากรูปภาคผนวก ข. ที่ 1 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_{11} ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง ทำการวิเคราะห์หาฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_{11} ดังตารางภาคผนวก ข. ที่ 1

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 1 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_{11}

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Linear	.390	.152	.144	27547.376
Inverse	.451	.451	.196	26693.448
Logarithmic	.488	.238	.231	26105.279
Square root	.420	.176	.169	27146.407

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 1 พบว่าจะใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_{11} ดังนี้คือ $X'_{11} = \log_{10}(X_{11})$ เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 26105.279 เมื่อเปรียบเทียบกับการแปลงรูปแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ข. ที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_4

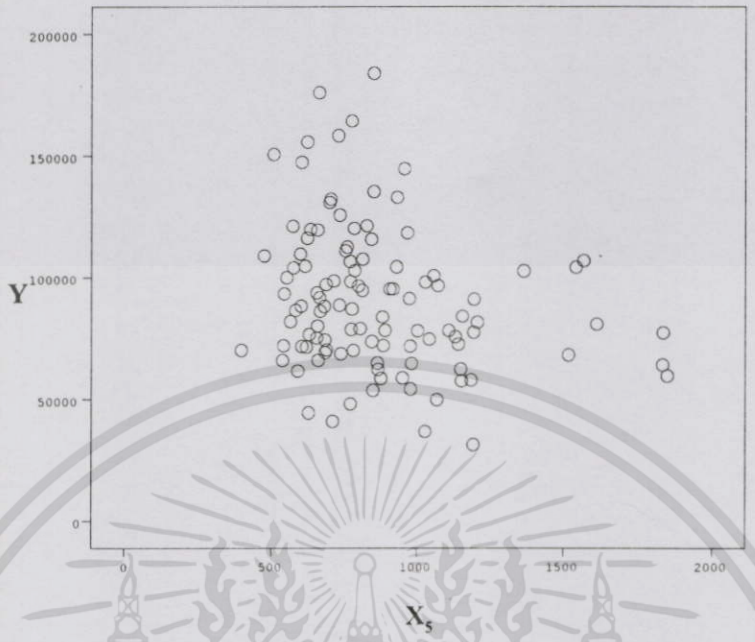
จากรูปภาคผนวก ข. ที่ 2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_4 ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง ทำการวิเคราะห์หาฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_4 ดังตารางจากรูปภาคผนวก ข. ที่ 2

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 2 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_4

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Linear	.319	.102	.093	28353.011
Inverse	.188	.035	.026	29379.298
Logarithmic	.289	.084	.075	28632.731
Square root	.330	.109	.101	28235.486

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 2 พบว่าจะใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_4 ดังนี้คือ $X_4' = \sqrt{X_4}$ เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 28235.486 เมื่อเปรียบเทียบกับการแปลงรูปแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ข. ที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_5

จากรูปภาคผนวก ข. ที่ 3 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X_5 ไม่อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง ทำการวิเคราะห์หาฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_5 ดังตารางรูปภาคผนวก ข. ที่3

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 3 ตารางวิเคราะห์การใช้ฟังก์ชันในการแปลงของตัวแปรอิสระ X_5

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Linear	.240	.057	.049	29040.369
Inverse	.236	.056	.047	29066.805
Logarithmic	.215	.046	.037	29213.233
Square root	.240	.058	.049	29031.319

ตารางภาคผนวก ข. ที่ 3 พบว่าจะใช้ฟังก์ชันในการแปลงตัวแปรอิสระ X_5 ดังนี้คือ $X_5' = \sqrt{X_5}$ เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 29031.319 เมื่อเปรียบเทียบกับการแปลงรูปแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุพรรษา เหลืองอำนวยศิริ
วัน เดือน ปีเกิด	16 มิถุนายน 2522 ที่จังหวัดแพร่
ที่อยู่	10 หมู่ 1 ตำบลทุ่งกระพังโหม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ.2546	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้