การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทย

น.ส.อุรชา จันทรภา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Forecasting Thailand's Export Values of Cars, Equipment and Parts

Miss Uracha Chantrapha

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทย
โดย	น.ส.อุรชา จันทรภา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)

---------- กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อุรชา จันทรภา : การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทย. (Forecasting Thailand's Export Values of Cars, Equipment and Parts) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.นันทชัย กานตานันทะ

รถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบเป็นสินค้าอุตสาหกรรมส่งออกสำคัญของประเทศไทย มีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับแรก ๆ ของประเทศ มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและเป็นรายได้หลักจากการส่งออกของประเทศ การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบจะช่วยให้มองเห็นทิศทางของการส่งออก เพื่อวางแผนนโยบายการค้าหรือสนับสนุนการผลิตให้เกิดมูลค่ามากที่สุด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง และวิธีพยากรณ์แบบผสม โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิธีการพยากรณ์ของงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นจำนวนทั้งหมด 156 เดือน วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ Moving Average, Holt-Winters, SARIMA, Multiple Linear Regression, Artificial Neural Networks, Support Vector Regression, XGBoost, LSTM และวิธีพยากรณ์แบบผสม ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและเหมาะสมมากที่สุดสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ ตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-XGB วิธี SARIMA-XGB และวิธี LSTM-SARIMA มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.63% 15.40% และ 6.27% ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270324221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Forecasting, Thailand's Export Values of Cars Equipment and Parts, Time Series, Multiple Linear Regression, Machine Learning, Hybrid Forecasting

Uracha Chantrapha : Forecasting Thailand's Export Values of Cars, Equipment and Parts. Advisor: Asst. Prof. NANTACHAI KANTANANTHA, Ph.D.

Cars, Equipment and Parts are Thailand’s important industrial exports, which the export values are as high as the top in Thailand and impact the country’s economics as the main income of the country’s exports. Forecasting the export values of cars, equipment and parts would help in seeing the direction of exporting for planning the commercial policy or supporting the production to gain the highest values. The objectives of this research are to study the suitable models for forecasting the total export values of cars, equipment and parts of Thailand and the export values of cars, equipment and parts of Thailand to the top two trading partners which are Australia and Japan by the time series methods, the multiple linear regression method, the machine learning methods, and the hybrid forecasting methods by using the mean absolute percentage error (MAPE) in comparing the forecasting models accuracy. The data used in this research are the monthly data from January 2008 to December 2020 which are 156 months. The methods studied in this research included Moving Average, Holt-Winters, SARIMA, Multiple Linear Regression, Artificial Neural Networks, Support Vector Regression, XGBoost, LSTM, and the hybrid forecasting methods. The results showed that the most accurate and suitable forecasting models for forecasting the total export values of cars, equipment and parts of Thailand and the export values of cars, equipment and parts of Thailand to Australia and Japan are the hybrid forecasting models of LSTM-XGB, SARIMA-XGB, and LSTM-SARIMA with the MAPEs of 6.63%, 15.40%, and 6.27%, respectively.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและความกรุณาจากคณาจารย์หลาย ๆ ท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทชัย กานตานันทะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาสละเวลาคอยให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยเหลือ ชี้ให้เห็นข้อบกพร่องเพื่อทำการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์รวมถึงช่วยตรวจสอบความสมบูรณ์ของงานวิจัยนี้ และข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ดาริชา สุธีวงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี กรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าและให้คำแนะนำ ช่วยปรับปรุงเนื้อหาทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณครอบครัวและคนรักที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า และเพื่อน ๆ ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้กำลังใจ

อุรชา จันทรภา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1.1 การพยากรณ์ (Forecasting) 8

2.1.2 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) 9

2.1.3 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) 9

2.1.4 วิธี Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA Method) 11

2.1.5 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis Method) 12

2.1.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.7 ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (Support Vector Regression) 16
2.1.8 XGBoost 17
2.1.9 Long Short-Term Memory (LSTM) 17
2.1.10 วิธีพยากรณ์แบบผสม (Hybrid Forecasting Method) 19
2.1.11 การวัดค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ (Forecasting Accuracy Measurement) 20
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์ 20
2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ 27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 31
3.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 31
3.2 ข้อมูลของตัวแปรอิสระ 35
3.3 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) 37
3.4 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) 37
3.5 วิธี Seasonal Autoregressive Intrigued Moving Average (SARIMA Method) 37
3.6 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis Method) 38
3.7 วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Method) 39
3.7.1 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม 40
3.7.2 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 41
3.7.3 วิธี XGBoost 41
3.7.4 วิธี LSTM 42
3.8 วิธีพยากรณ์แบบผสม (Hybrid Forecasting Method) 43
3.9 การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ (Forecasting Accuracy Measurement) 43

บทที่ 4 ผลดำเนินการวิจัย 45
4.1 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 45
4.2 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ 51
4.3 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA 53
4.4 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 60
4.5 ผลศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 70
4.6 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 73
4.7 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี XGBoost 75
4.8 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี LSTM 77
4.9 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์เดี่ยว 80
4.10 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบผสม 82
4.9.1 วิธี LSTM-XGB 83
4.9.2 วิธี LSTM-SVR 86
4.9.3 วิธี XGB-LSTM 87
4.9.4 วิธี XGB-SVR 90
4.9.5 วิธี SVR-LSTM 91
4.9.6 วิธี SVR-XGB 92
4.9.7 วิธี SARIMA-LSTM 94
4.9.8 วิธี SARIMA-XGB 96
4.9.9 วิธี LSTM-SARIMA 97
4.9.10 วิธี XGB-SARIMA 99
4.11 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ 102
4.12 ผลการทดสอบวิธีพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบ (Testing Set) 105
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 สรุปผลการวิจัย 110
5.2 ข้อเสนอแนะ 112
บรรณานุกรม 113
ประวัติผู้เขียน 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 มูลค่าสินค้าส่งออกของไทย 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสัดส่วนมูลค่าส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบต่อยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบทั้งหมดระหว่างปีพ.ศ. 2557-2563 4

ตารางที่ 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์ 26

ตารางที่ 4 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ 30

ตารางที่ 5 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 40

ตารางที่ 6 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 41

ตารางที่ 7 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธี XGBoost 42

ตารางที่ 8 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธี LSTM 42

ตารางที่ 9 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 46

ตารางที่ 10 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 47

ตารางที่ 11 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 48

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ 51

ตารางที่ 13 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 71

ตารางที่ 14 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 73

ตารางที่ 15 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธี XGBoost 76

ตารางที่ 16 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธี LSTM 78

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 81

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 81

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 82

ตารางที่ 20 ตัวแบบพยากรณ์ผสมทั้งหมดที่เป็นไปได้ 83

ตารางที่ 21 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB).....84

ตารางที่ 22 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (SVR) 86

ตารางที่ 23 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) 88

ตารางที่ 24 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (SVR) 90

ตารางที่ 25 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) 92

ตารางที่ 26 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB).....93

ตารางที่ 27 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) 94

ตารางที่ 28 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB).....96

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 101

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 102

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 102

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 103

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 104

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 105

ตารางที่ 35 การทดสอบตัวแบบพยากรณ์ที่คัดเลือกกับข้อมูลทดสอบ (Testing Set)..... 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 การทดสอบตัวแบบพยากรณ์ที่คัดเลือกกับข้อมูลทดสอบ (Testing Set) 2 ชุด..... 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 มูลค่าการส่งออกสินค้าในหมวดอุตสาหกรรม 5 อันดับแรก 3

รูปที่ 2 สัดส่วนตลาดส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทย 5

รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552) 14

รูปที่ 4 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552) 15

รูปที่ 5 ความแตกต่างระหว่างซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (https://medium.com/it-paragon/support-vector-machine-regression-cf65348b6345). 16

รูปที่ 6 หลักการทำงานของ XGBoost 17

รูปที่ 7 โครงสร้างของ LSTM (https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/03/introduction-to-long-short-term-memory-lstm/) 18

รูปที่ 8 ความแตกต่างระหว่างวิธีการผสมและวิธีการรวมกันของการพยากรณ์ (https://www.inovex.de/de/blog/hybrid-time-series-forecasting/) 19

รูปที่ 9 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 32

รูปที่ 10 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 32

รูปที่ 11 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 33

รูปที่ 12 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวม ของประเทศไทย 34

รูปที่ 13 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 35

รูปที่ 14 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 35

รูปที่ 15 Flow Chart วิธีพยากรณ์แบบผสม.....44

รูปที่ 16 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 49

รูปที่ 17 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 50

รูปที่ 18 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่.....50

รูปที่ 19 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ 52

รูปที่ 20 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์.....52

รูปที่ 21 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์.....53

รูปที่ 22 ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย.....54

รูปที่ 23 ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 55

รูปที่ 24 ตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 56

รูปที่ 25 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 57

รูปที่ 26 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 57

รูปที่ 27 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 28 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี SARIMA.....59

รูปที่ 29 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศ ออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA.....59

รูปที่ 30 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศ ญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA.....60

รูปที่ 31 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย 62

รูปที่ 32 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย 64

รูปที่ 33 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น 66

รูปที่ 34 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย.....67

รูปที่ 35 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย.....68

รูปที่ 36 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น.....68

รูปที่ 37 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ.....69

รูปที่ 38 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศ ออสเตรเลียด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ.....69

รูปที่ 39 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศ ญี่ปุ่นด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 70

รูปที่ 40 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 41 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 72

รูปที่ 42 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 72

รูปที่ 43 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 74

รูปที่ 44 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 74

รูปที่ 45 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน 75

รูปที่ 46 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี XGBoost 76

รูปที่ 47 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGBoost 77

รูปที่ 48 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGBoost 77

รูปที่ 49 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี LSTM 79

รูปที่ 50 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM 79

รูปที่ 51 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM 80

รูปที่ 52 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี LSTM-XGB 84

รูปที่ 53 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM-XGB 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 54 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM-XGB.....85

รูปที่ 55 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี LSTM-SVR.....87

รูปที่ 56 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี XGB-LSTM.....88

รูปที่ 57 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGB-LSTM.....89

รูปที่ 58 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGB-LSTM.....89

รูปที่ 59 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี XGB-SVR.....91

รูปที่ 60 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี SVR-LSTM.....92

รูปที่ 61 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี SVR-XGB.....93

รูปที่ 62 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA-LSTM.....95

รูปที่ 63 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA-LSTM.....95

รูปที่ 64 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA-XGB.....97

รูปที่ 65 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA-XGB.....97

รูปที่ 66 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM-SARIMA.....98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 67 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM-SARIMA.....99

รูปที่ 68 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGB-SARIMA..... 100

รูปที่ 69 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGB-SARIMA..... 100

รูปที่ 70 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564..... 108

รูปที่ 71 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 108

รูปที่ 72 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564..... 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยนับว่าเป็นภาคหลักที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย เป็นตัวบ่งชี้เศรษฐกิจในประเทศว่าไปในทิศทางใด อุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ เพิ่มมูลค่าทางการค้าและสามารถบอกอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี รวมถึงการจ้างงาน สามารถบอกค่าครองชีพที่เกิดขึ้นได้ โดยมีการสนับสนุนด้านนโยบายจากทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน ในแง่ของรัฐบาลสามารถสร้างรายได้เข้ามาในประเทศจากการส่งออก ภาคเอกชนจะเป็นการลงทุนที่ให้ประโยชน์ ไม่ว่าจะมาจากการลงทุนคนไทยหรือต่างประเทศเข้ามาลงทุนในประเทศไทย ผลผลิตที่ได้จากแต่ละภาคอุตสาหกรรม การส่งออกสินค้าเป็นการลดปริมาณสินค้าที่มากเกินความต้องการของตลาด รวมถึงการผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการในต่างประเทศ มูลค่าสินค้าส่งออกแบ่งออกเป็นหมวดสินค้าได้ 5 หมวด (อ้างอิงจากหมวดสินค้าของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์) ได้แก่ 1. สินค้าเกษตรกรรม (กสิกรรม, ปศุสัตว์, ประมง) 2. สินค้าอุตสาหกรรมเกษตร 3. สินค้าอุตสาหกรรม 4. สินค้าแร่และเชื้อเพลิง 5. อื่นๆ มูลค่าส่งออกทั้ง 5 หมวด แสดงในตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 มูลค่าสินค้าส่งออกของไทย

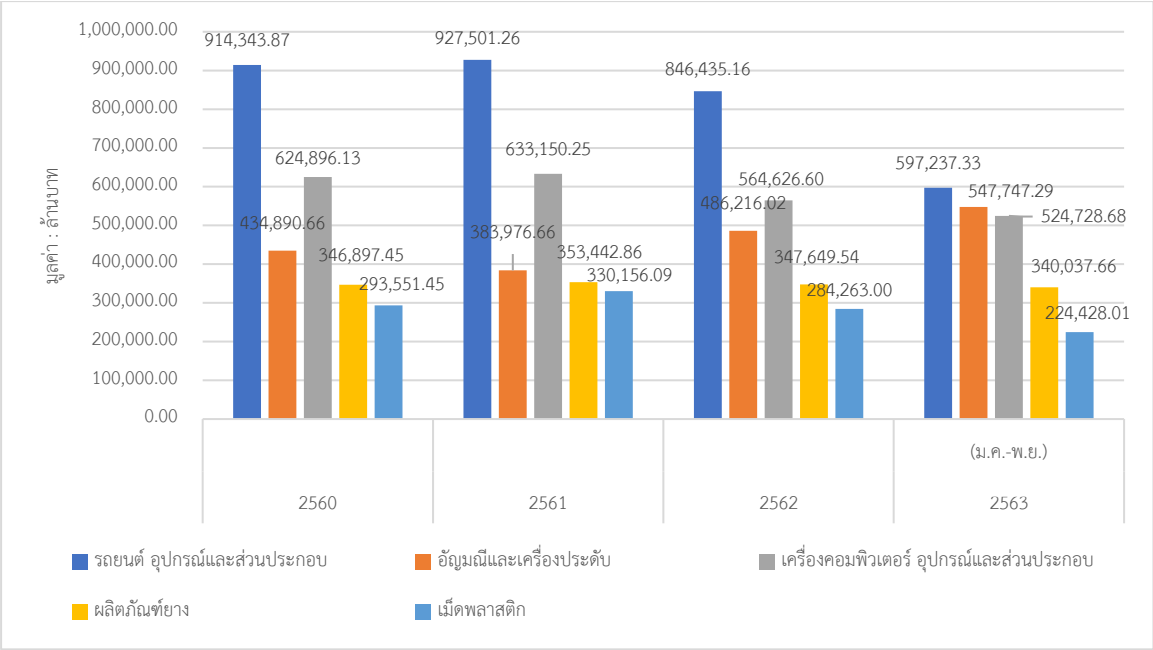
หมวดสินค้า	มูลค่า (ล้านบาท)			สัดส่วน		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
สินค้าเกษตรกรรม	744,433.46	675,197.14	600,747.86	9.18	8.85	9.14
สินค้าอุตสาหกรรมเกษตร	584,834.42	581,233.11	518,588.08	7.21	7.62	7.89
สินค้าอุตสาหกรรม	6,422,726.58	6,095,157.91	5,272,947.13	79.21	79.90	80.19
สินค้าแร่และเชื้อเพลิง	356,305.31	276,811.72	183,407.38	4.39	3.63	2.79
อื่นๆ	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม	8,108,299.77	7,628,400.39	6,575,690.44	100	100	100

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าหมวดสินค้าอุตสาหกรรมมีสัดส่วนมูลค่าสินค้าส่งออกในปี พ.ศ. 2563 เท่ากับ 80.19% ซึ่งมีสัดส่วนมากที่สุด ในขณะที่หมวดสินค้าเกษตรกรรมมีสัดส่วนมูลค่าสินค้าส่งออก 9.14% รองลงมาจากหมวดสินค้าอุตสาหกรรม ส่วนหมวดสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร หมวดสินค้าแร่และเชื้อเพลิงมีสัดส่วนมูลค่าสินค้าส่งออก 7.89% และ 2.79% ตามลำดับ

ในหมวดสินค้าอุตสาหกรรมจะมีสินค้าที่มีมูลค่าส่งออกมากที่สุด 5 อันดับ ได้แก่ 1. รถยนต์อุปกรณ์และส่วนประกอบ 2. อัญมณีและเครื่องประดับ 3. เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ 4. ผลิตภัณฑ์ยาง 5. เม็ดพลาสติก ดังในรูปที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1 มูลค่าการส่งออกสินค้าในหมวดอุตสาหกรรม 5 อันดับแรก
ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าในแต่ละปีมูลค่าสินค้าที่มีการส่งออกมากที่สุดในหมวดอุตสาหกรรมเป็นสินค้ารถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ ในปี พ.ศ. 2560-2563 สินค้ารถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบมีมูลค่าส่งออก 914,343.87 ล้านบาท 927,501.26 ล้านบาท 846,435.16 ล้านบาท และ 597,237.33 ล้านบาท ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการขยายตัว ร้อยละ -0.98 1.44 -8.74 และ -24.30 ตามลำดับ แสดงว่ามูลค่าการส่งออกในแต่ละปี มีความผันผวนที่เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น เศรษฐกิจโลกมีการเติบโตต่ำสุดในรอบ 10 ปีและเศรษฐกิจของประเทศคู่ค้าสำคัญของไทยถูกกดดันจากความขัดแย้งทางการค้าระหว่างสหรัฐฯและจีน (วรรณา, 2563)

จากการเปรียบเทียบสัดส่วนมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบต่อยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบทั้งหมดระหว่างปี พ.ศ. 2559-2563 พบว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกผันผวน ในปี พ.ศ. 2559 มีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกรถยนต์ต่อยานพาหนะทั้งหมด 81.03% เมื่อเทียบมูลค่าการส่งออกยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบของปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่าการส่งออก 1,139,570.63 ล้านบาท และปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าการส่งออก 1,160,422.21 ล้านบาท พบว่าปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าการส่งออกยานพาหนะ

อุปกรณ์และส่วนประกอบมากกว่าปี พ.ศ. 2559 แต่จะเห็นได้ว่าสัดส่วนมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบต่อยานพาหนะทั้งหมดน้อยกว่าปี พ.ศ.2559 ทำให้มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าน้อยกว่าปี พ.ศ. 2559 ดังในตารางที่ 2

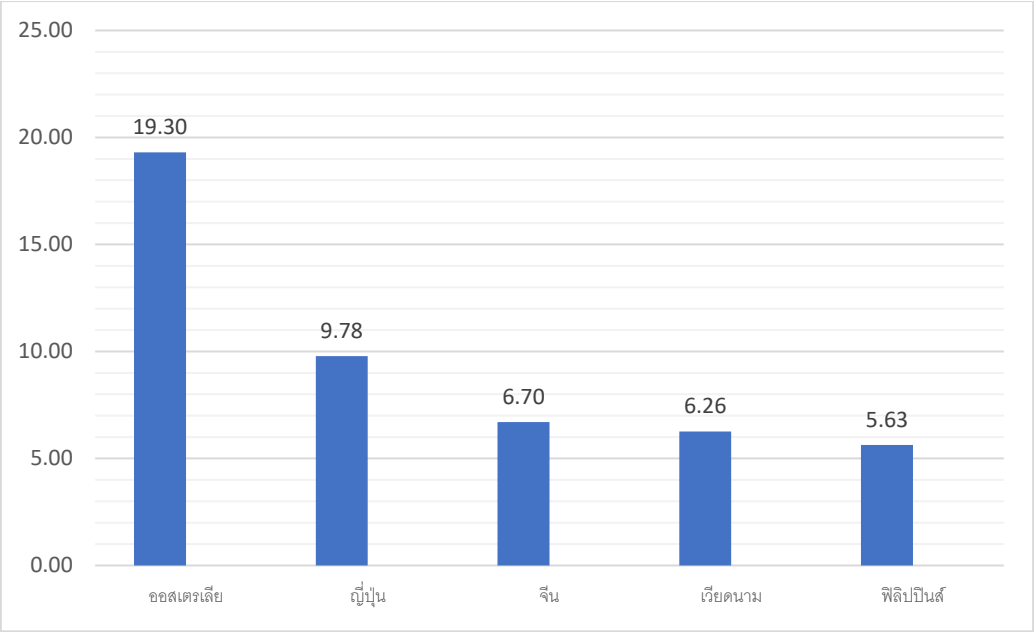
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสัดส่วนมูลค่าส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบต่อยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบทั้งหมดระหว่างปีพ.ศ. 2557-2563

ปี	มูลค่าส่งออกยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบ (ล้านบาท)	มูลค่าส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ (ล้านบาท)	สัดส่วนมูลค่าส่งออก รถยนต์ต่อยานพาหนะ ทั้งหมด (%)
2559	1,139,570.63	923,377.63	81.03
2560	1,160,422.21	914,343.87	78.79
2561	1,205,099.56	927,501.26	76.96
2562	1,096,595.33	846,435.16	77.19
2563	837,587.29	597,237.33	71.30

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ประเทศไทยมีการลงทุนและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ อุปกรณ์และชิ้นส่วนที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ผลผลิตมีคุณภาพตามมาตรฐานในระดับที่โลกมีการยอมรับ สามารถส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ได้ จากข้อมูลปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีตลาดการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และชิ้นส่วนไปยังต่างประเทศ โดยประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และชิ้นส่วนจากประเทศไทยมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียมีสัดส่วนการส่งออกจากไทย 19.30% รองลงมาเป็นประเทศญี่ปุ่นมีสัดส่วนการส่งออกจากไทย 9.78% ประเทศจีนมีสัดส่วนการส่งออกจากไทย 6.70% ประเทศเวียดนามมีสัดส่วนการส่งออกจากไทย 6.26% และประเทศฟิลิปปินส์มีสัดส่วนการส่งออกจากไทย 5.63% ดังแสดงในรูปที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2 สัดส่วนตลาดส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทย
ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ จากการส่งออก เนื่องจากในประเทศไทยเป็นฐานการผลิตรถยนต์ เมื่อมีการส่งออกที่หดตัวลงจะทำให้ประเทศไทยสูญเสียรายได้ รวมถึงผู้ผลิตรถยนต์ได้รับผลกระทบ ในแต่ละปีตลาดการส่งออกจะมีความผันผวนไม่แน่นอนที่อาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงจากวิกฤติเศรษฐกิจไทย หรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบทางอ้อม เช่น วิกฤติเศรษฐกิจโลก เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดในประเทศไทยที่มีผลกระทบต่อการส่งออก เช่น การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ทำให้โรงงานซึ่งเป็นฐานการผลิตได้รับความเสียหายไม่สามารถดำเนินการผลิตได้ การเกิดเหตุการณ์ทางการเมือง หรือสงครามทางการค้าของโลก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการส่งออกและส่วนแบ่งทางการตลาดและมูลค่าส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่มีการแข่งขันกับประเทศอื่น และจะเห็นได้ว่ามูลค่าการส่งออกมีความสำคัญกับประเทศไทย หากมีการศึกษาตัวแบบพยากรณ์มูลค่าส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบด้วยวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จะช่วยให้ทราบแนวโน้มความต้องการของตลาดและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่มีความแม่นยำ สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าทิศทางของการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบจะเป็นในทางใด สามารถวางกลยุทธ์ทางการค้าแข่งขันกับประเทศที่มีการผลิตกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์

และวางแผนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์เพื่อให้รองรับตามแผนการพยากรณ์ที่ได้คาดการณ์ไว้ หากมีการคาดการณ์ว่าการส่งออกจะลดลง ผู้ที่เกี่ยวข้องในกลุ่มอุตสาหกรรมจะสามารถวางแผนรองรับการส่งออกที่ลดลง เพื่อช่วยกระตุ้นให้การส่งออกเพิ่มมากขึ้นหรือวางแผนรองรับให้ไม่เสียฐานลูกค้าต่างประเทศหากมีการคาดการณ์ว่าการส่งออกจะมีการเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น โดยจะทำการวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เหมาะสม ด้วยวิธีการพยากรณ์ดังต่อไปนี้ วิธีอนุกรมเวลา (Time Series) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) และวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง โดยจะเลือกตัวแบบที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) ต่ำที่สุด เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการพยากรณ์แต่ละวิธี เพื่อให้ได้ความแม่นยำมากที่สุด ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยและวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง จะมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ จะสามารถช่วยให้ภาครัฐที่เกี่ยวข้องมีการวางนโยบายดุลการค้าที่เหมาะสมในการส่งออกไปยังต่างประเทศ บ่งบอกว่ามีการขยายตัวของมูลค่าทางการค้าระหว่างประเทศเติบโตไปในทิศทางใด เป็นแนวทางในการปรับแผนการเรียกเก็บภาษีในการนำเข้าและส่งออก เพื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดการส่งออกเป็นการรักษาผลประโยชน์ทางการค้า การลงทุนของประเทศไทย และใช้ในการวางแผนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์เพื่อการส่งออก ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพการผลิตยานยนต์และชิ้นส่วนในกลุ่มอุตสาหกรรมได้ในอนาคต และการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น จะช่วยให้เห็นว่าแต่ละประเทศจะมีปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าการส่งออกที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีการวางแผนทางการค้าเหมาะสมกับประเทศคู่ค้านั้น ๆ เห็นแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในแต่ละประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อค้นหาและนำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์

อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น จากการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง และวิธีพยากรณ์แบบผสม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยจะใช้ข้อมูลของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำนวนทั้งหมด 156 เดือน โดยรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์กระทรวงพาณิชย์และข้อมูลรายเดือนของปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้องกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ วิธีที่ใช้ในพยากรณ์ ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method)วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) วิธี Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA Method) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis Method) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (Support Vector Regression) วิธี XGBoost วิธี Long Short Term Memory (LSTM) และวิธีพยากรณ์แบบผสม (Hybrid Forecasting Method) การวัดค่าความแม่นยำของการพยากรณ์จะใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับการวางแผนนโยบายเพื่อสนับสนุนการผลิตในอุตสาหกรรมรถยนต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย รวมถึงมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น

3) ผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมรถยนต์ เช่น กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กรมส่งเสริมการส่งออก สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (อุตสาหกรรมยานยนต์ไทย) สามารถใช้ในการวางแผนนโยบายการส่งออกสินค้า และการผลิตรถยนต์ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของตลาดได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์เป็นการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้ข้อมูลในอดีตเป็นตัวช่วยในการทำนาย การพยากรณ์สามารถแบ่งตามระยะเวลาได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การพยากรณ์ระยะสั้น (Short-term forecasts) เป็นการทำนายช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 1 ปี เช่น วัน สัปดาห์ เดือน เป็นต้น 2) การพยากรณ์ระยะกลาง (Medium-term forecasts) เป็นการพยากรณ์ช่วงเวลาเป็นหนึ่งปีหรือสองปี ในการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะกลาง จะเหมาะกับจัดการการดำเนินงานให้อยู่ในงบหรือแผนที่วางไว้ 3) การพยากรณ์ระยะยาว (Long-term forecasts) จะเป็นการพยากรณ์เพื่อใช้สำหรับในการวางแผนกลยุทธ์ที่ใช้เวลาในการดำเนินการหลายปี (Montgomery et al., 2008)

เทคนิคในการพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecasting techniques) เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยการตัดสินใจที่มาจากประสบการณ์และทัศนคติของผู้พยากรณ์เอง แทบจะไม่ใช้ข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์ เช่น การออกผลิตภัณฑ์ใหม่ บริษัทจะยังไม่มีข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอยู่ในช่วงเริ่มของผลิตภัณฑ์ บริษัทจะใช้การตัดสินใจเชิงคุณภาพในการวางแผนการตลาดและทดสอบผู้บริโภค 2) การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative forecasting techniques) เป็นการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยใช้การนำข้อมูลในอดีตมาสร้างเป็นตัวแบบในการพยากรณ์

2.1.2 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method)

การพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันเป็นอย่างมาก (Albright & Winston, 2014) วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คือการเฉลี่ยข้อมูลในช่วงใกล้ปัจจุบันในจำนวน k ตัว (ส่วนใหญ่จะใช้ k เป็นจำนวนเลขคี่ เช่น 3 5 7 และ 9 เป็นต้น) เมื่อเวลามีการเปลี่ยน จำนวนข้อมูลที่นำมาคิดค่าเฉลี่ยจะมีจำนวนเท่าเดิม แต่ตัวเลขของข้อมูลจะเปลี่ยนแปลง สามารถอธิบายได้จากสมการที่ 1

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \ldots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (1)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{t+1}$ = ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลาถัดไป $t+1$

Y_t = ค่าจริง ณ เวลา t

k = จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

2.1.3 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีการพัฒนามาจากแบบวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาล (Hyndman & Athanasopoulos, 2018) โดยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก (Additive) จะใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลคงที่ มีสมการแสดงดังนี้

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-M}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-M} \quad (4)$$

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t+k-M} \quad (5)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ (Multiplicative) จะใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลเพิ่มขึ้น มีสมการแสดงดังนี้

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-M}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (7)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1-\gamma)S_{t-M} \quad (8)$$

$$\hat{Y}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-M} \quad (9)$$

เมื่อ L_t คือ ค่าระดับ ณ เวลา t

T_t คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t

S_t คือ ค่าฤดูกาล ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ค่าจริง ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าระดับ

β คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าแนวโน้ม

γ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าฤดูกาล

k คือ จำนวนช่วงเวลาที่พยากรณ์

M คือ จำนวนฤดูกาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.4 วิธี Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA Method)

วิธี SARIMA เป็นการพยากรณ์ที่มีการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันของข้อมูลอย่างไร หากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ ก่อนกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ (Makridakis et al., 2008) โดยตัวแบบทั่วไปของ ARIMA จะเขียนอยู่ในรูปของ ARIMA (p, d, q) เมื่อข้อมูลมีรูปแบบแนวโน้มและมีความผันแปรของฤดูกาลเป็นส่วนประกอบสำคัญ ตัวแบบการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของ SARIMA (p, d, q) (P, D, Q)s แสดงในสมการดังนี้

$$\emptyset_p(B)\phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (10)$$

เมื่อ $\emptyset_p(B)$ คือ สหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ p

$\phi_p(B^s)$ คือ สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบฤดูกาลอันดับที่ P

$\theta_q(B)$ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q

$\Theta_Q(B^s)$ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาลลำดับที่ Q

Y_t คือ ข้อมูลอนุกรม ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

d คือ จำนวนครั้งที่หาผลต่าง

D คือ จำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.5 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis Method)

วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) ในเชิงเส้นตรง หากตัวแปรอิสระมีเพียงหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) หากตัวแปรอิสระมีหลายตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) (สุทิน ชนะบุญ, 2560) โดยเขียนแสดงในสมการดังนี้

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (11)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือ ค่าพยากรณ์

β_0 คือ ค่าคงที่ของสมการถดถอย

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ X_i

X_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระ

k คือ จำนวนตัวแประอิสระในสมการถดถอย

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะมีการใช้ตัวแปรอิสระหลายตัวในการวิเคราะห์ ซึ่งตัวแปรอิสระบางตัวที่เลือกนำมาวิเคราะห์อาจมีความสำคัญในการผันแปรหรือไม่มีความสำคัญต่อสมการพยากรณ์ ดังนั้นในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณนั้นมีความจำเป็นจะต้องคัดเลือกตัวแปรเข้ามาในสมการ เพื่อให้ได้สมการพยากรณ์ที่ดีที่สุด (ประยูรศรี บุตรแสนคม, 2555) วิธีในการคัดเลือกตัวแปรอิสระจะประกอบไปด้วย

1. การคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปร (Forward Selection) เป็นวิธีที่จะคัดเลือกเฉพาะตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรตามเท่านั้น โดยเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาทีละตัวแล้วทดสอบว่าตัวแปรอิสระนั้นสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้เพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นจะเลือกตัวแปรอิสระรองลงมาจนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระที่ควรเพิ่มเข้ามาในสมการ

2. การคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination) เป็นวิธีที่ตรงข้ามกับวิธีเพิ่มตัวแปร โดยจะนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้ามาในสมการก่อนและพิจารณาว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามต่ำที่สุด จะคัดเลือกตัวแปรอิสระนั้นออก แล้วทดสอบตัวแปรอิสระที่เหลือสามารถทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ หากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจะคัดเลือกตัวแปรอิสระออกต่อไปอีกจนไม่มีตัวแปรอิสระถูกคัดออกแต่หากมีนัยสำคัญทางสถิติจะหยุดการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติออกจากสมการ

3. การคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการคัดเลือกตัวแปรอิสระ มีขั้นตอนที่คล้ายกับวิธีเพิ่มตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนจะมีการทดสอบตัวแปรอิสระที่เข้ามาในสมการทุกครั้ง เมื่อมีการนำตัวแปรอิสระใหม่เข้ามาและตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการก็จะสามารถถูกขจัดออกจากสมการได้เช่นกัน หากตัวแปรอิสระนั้นไม่ได้ส่งผลให้ค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Regression) เป็นวิธีการคัดเลือกตัวพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์ขั้นตอนเดียว คือนำตัวแปรอิสระทุกตัวที่ทำการศึกษาเข้าในสมการพยากรณ์พร้อมกัน วิธีนี้มักใช้ในการศึกษาว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้มากหรือน้อย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางสถิติอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis)

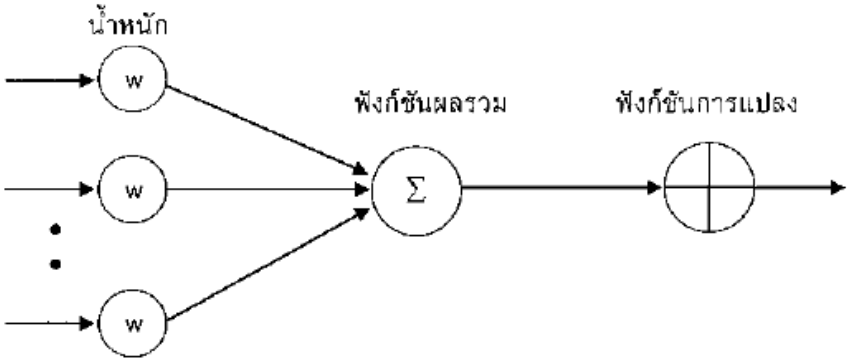
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีการจำลองการส่งผ่านสัญญาณของโครงข่ายประสาทในสมองของมนุษย์ มีความสามารถในการรวบรวมความรู้ (Knowledge) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) จัดเก็บความรู้ให้อยู่ในรูปแบบค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งค่า

น้ำหนักสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่อมีการเรียนรู้สิ่งใหม่เพิ่มเข้าไป โดยที่ค่าน้ำหนักจะทำหน้าที่เสมือนความรู้ที่รวบรวมไว้สำหรับการแก้ปัญหาเฉพาะของมนุษย์ (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

การประมวลผลที่เกิดขึ้นในหน่วยประมวลผลย่อยจะเรียกว่า โหนด (Node) ซึ่งเป็นการจำลองลักษณะการทำงานมาจากเซลล์การส่งสัญญาณ (Signal) ระหว่างโหนดที่เชื่อมต่อกัน ภายในโหนดจะมีฟังก์ชันกำหนดสัญญาณส่งออก เรียกว่า ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) หรือฟังก์ชันการแปลง (Transfer Function) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

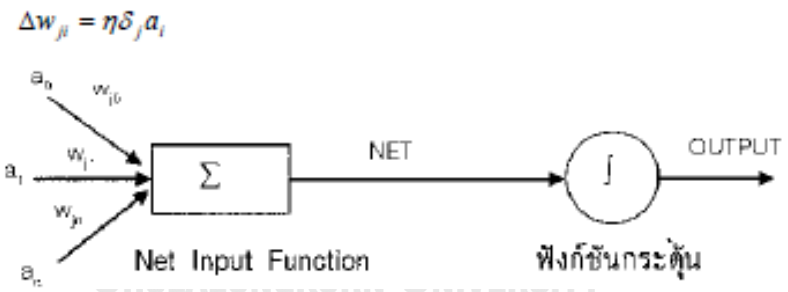
โครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งตามการเรียนรู้ออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) มีการให้ข้อมูลที่ต้องการให้เรียนรู้เป็นข้อมูลป้อนเข้า และผลลัพธ์ที่ต้องการให้สร้างออกมา โครงข่ายจะปรับค่าน้ำหนักจากค่าส่วนต่างของค่าเป้าหมายและค่าผลลัพธ์ คล้ายกับการสอนโดยมีคำแนะนำจากคนที่มีความรู้ในด้านนั้น แบบการจำลองของการเรียนรู้แบบมีผู้สอน ได้แก่ การแพร่ย้อนกลับและเพอเซบตรอน เป็นต้น

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) มีการนำข้อมูลป้อนเข้าเพียงอย่างเดียว ไม่มีผลลัพธ์เป้าหมายให้กับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในโครงข่าย ในการปรับค่าน้ำหนักจะปรับตามข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกันตามกลุ่มของข้อมูลป้อนเข้า คล้ายกับการจำแนกพันธุ์พืช จากรูปร่างของตัวมันเอง แบบจำลองการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ได้แก่ เคาน์เตอร์พรอพะเกชัน (Counter

Propagation : CPN) และแบบจำลองอะแดปทีฟรีโซแนนซ์เทียรี่ (Adaptive Resonance Theory : ART) เป็นต้น

โครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยชั้นป้อนเข้าข้อมูล ชั้นซ่อนและชั้นส่งออกข้อมูล ในชั้นซ่อนจะมีการใช้ฟังก์ชันการแปลง (Transfer Function) หรือเรียกว่าฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งฟังก์ชันการแปลงสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ 1.ฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้น (Linear Transfer Function) สามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลป้อนเข้าและข้อมูลส่งออก จะไม่สามารถหาคำตอบได้ในบางกรณี 2. ฟังก์ชันการแปลงไม่ใช่เชิงเส้น (Nonlinear Transfer Function) สามารถแบ่งออกตามช่วงของข้อมูลส่งออก เช่น ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid Function) จะทำการบีบช่วงข้อมูลป้อนเข้าที่ไม่จำกัดให้เป็นช่วงของข้อมูลส่งออกที่จำกัด โดยช่วงของข้อมูลส่งออกจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent Function) มีลักษณะเดียวกันกับฟังก์ชันซิกมอยด์ ต่างกันช่วงของข้อมูลส่งออก จะอยู่ในช่วง -1 ถึง +1 และฟังก์ชัน ReLU จะมีช่วงของข้อมูลส่งออกอยู่ในช่วง 0 ถึงอนันต์

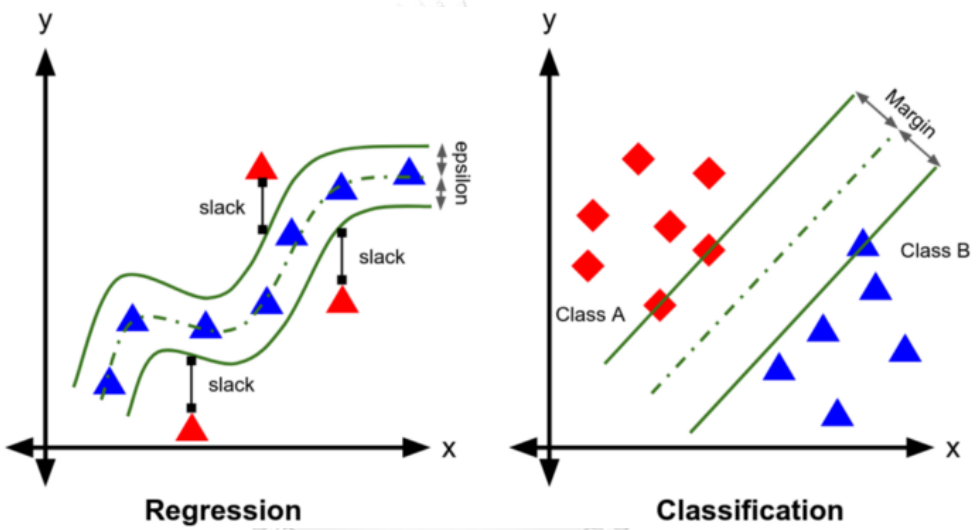


รูปที่ 4 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

โครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ได้หลายประเภท เช่น การจำแนกรูปแบบการมองเห็นวัตถุหรือการวิเคราะห์เสียงพูดเพื่อแปลความหมาย การทำนายราคาหุ้นของตลาดหลักทรัพย์หรือการพยากรณ์อัตราการไหลของน้ำ การควบคุมระบบ เครื่องยนต์หรือการควบคุมหุ่นยนต์ การหาความเหมาะสม และการจัดกลุ่ม เป็นต้น

2.1.7 ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (Support Vector Regression)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันเป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องรูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้หลักการเดียวกันกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เป็นการสร้างเส้นระนาบการตัดสินใจที่ที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกระหว่างกลุ่มข้อมูลที่ไม่มีความต่อเนื่องกัน (Discrete values) โดยจะเลือกเส้นระนาบการตัดสินใจที่มีระยะห่างของเส้นเวกเตอร์สนับสนุนระหว่างกลุ่มข้อมูลมากที่สุด (Achsan, 2019) แต่ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันเหมาะสำหรับการทำนายข้อมูลที่เป็นค่าแบบต่อเนื่อง (Continuous values) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความแตกต่างระหว่างซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (https://medium.com/it-paragon/support-vector-machine-regression-cf65348b6345)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันจะแสดงผลออกมาเป็นตัวเลข ไม่ได้แสดงผลจำแนกออกเป็นประเภทเหมือนซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันมีเป้าหมายในการค้นหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอินพุตเวกเตอร์และตัวแปรเอาท์พุต การทำนายค่าเอาท์พุตจะมีการสร้างเอปซิลอนโดยใช้ฟังก์ชันสูญเสีย (Loss function) ในกรณีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันมีการถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น สามารถส่งอินพุตเวกเตอร์โดยใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน ซึ่งเคอร์เนลฟังก์ชันที่นิยมใช้กันได้แก่ ลีเนียร์เคอร์เนล (Linear kernel) โพลีโนเมียลเคอร์เนล (Polynomial kernel) เกาส์เซียนเคอร์เนล (Gaussian (RBF) kernel) และซิกมอยด์เคอร์เนล (Sigmoid kernel)

2.1.8 XGBoost

XGBoost เป็นอัลกอริทึมที่ย่อมาจาก eXtreme Gradient Boosting โดยพัฒนามาจาก Gradient Boosting มีวัตถุประสงค์ในการลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นให้มากที่สุด นำตัวแบบเรียนรู้ที่มีค่าคลาดเคลื่อนจากตัวแบบเองมาเรียนรู้ข้อผิดพลาดและนำปรับปรุงสำหรับตัวแบบเรียนรู้ใหม่ถัดไปที่สร้างขึ้นมา เพื่อลดค่าคลาดเคลื่อนจากตัวแบบเรียนรู้ก่อนหน้า โดยจะสร้างตัวแบบเรียนรู้ที่มีการปรับปรุงตามลำดับ จนไม่สามารถปรับปรุงตัวแบบเรียนรู้ต่อได้ (Chen & Guestrin, 2016) ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 หลักการทำงานของ XGBoost

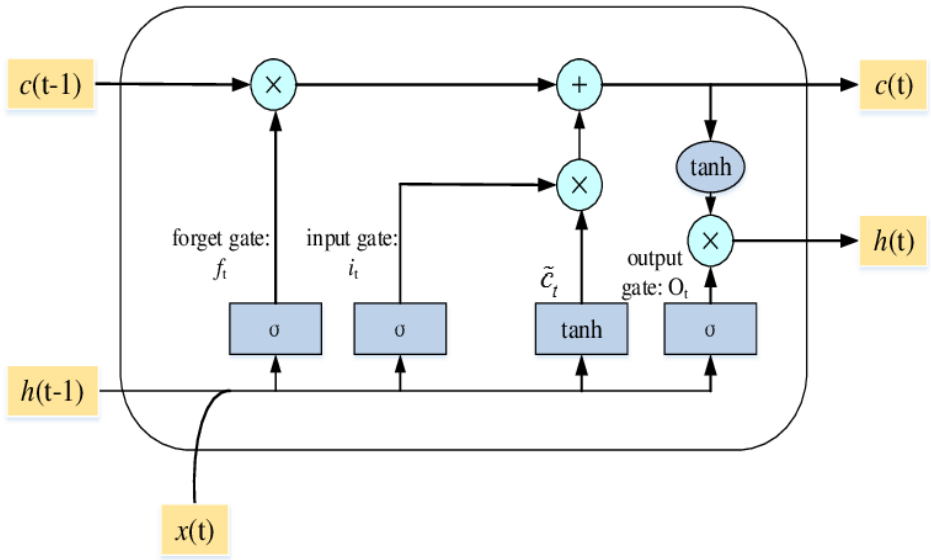
XGBoost เป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลทั้งประเภทการจำแนกและการถดถอย เช่น การทำนายยอดขาย การทำนายพฤติกรรมของผู้บริโภค การจัดประเภทของข้อความบนเว็บไซต์ เป็นต้น ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ XGBoost เป็นที่นิยมในการใช้งาน คือ ความเร็วและประสิทธิภาพที่เหนือกว่าอัลกอริทึมอื่น ๆ สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ได้อย่างหลากหลาย (Pathak, 2019)

2.1.9 Long Short-Term Memory (LSTM)

LSTM เป็นประเภทของ Recurrent Neural Network (RNN) ซึ่ง RNN เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถเก็บหน่วยความจำของส่วนป้อนเข้าไว้ได้ มีความเหมาะสมในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลตามลำดับ (Sequential Data) เช่น ข้อมูลอนุกรมเวลา (Times Series) และ RNN มักจะมีปัญหาที่เรียกว่า การไล่ระดับสีหายไป (Vanishing Gradient) ซึ่งจะทำให้ตัวแบบการเรียนรู้เกิดความช้าลงหรือหยุดการทำงาน LSTM ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหานี้ โดย LSTM จะมีความจำที่นานมากขึ้น สามารถเรียนรู้จากส่วนป้อนเข้าที่แยกออกจากกันด้วยแต่ละช่วงเวลา LSTM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประกอบไปด้วย 3 ประตู ได้แก่ ประตูป้อนเข้า (Input Gate) เป็นประตูที่จะกำหนดให้ข้อมูลเข้า ประตูลืม (Forget Gate) เป็นประตูที่ลบข้อมูลที่ไม่มีความสำคัญ และประตูส่งออก (Output Gate) เป็นประตูที่กำหนดให้ข้อมูลส่งออก (Saxena, 2021) ซึ่งโครงสร้างของ LSTM จะแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 โครงสร้างของ LSTM
(https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/03/introduction-to-long-short-term-memory-lstm/)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับประตูลืม (Forget Gate) จะทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่าข้อมูลที่เข้ามาควรถูกเก็บไว้หรือควรทิ้งข้อมูลนั้นไป โดยใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ ซึ่งเมื่อใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์จะทำให้ค่าผลลัพธ์อยู่ระหว่าง 0 และ 1 ซึ่งถ้าได้ค่าผลลัพธ์เป็น 0 จะสามารถแปลได้ว่าให้ลบค่าของข้อมูลเดิมออก หากได้ค่าผลลัพธ์เป็น 1 จะสามารถแปลได้ว่าให้เก็บค่าข้อมูลนี้ต่อไป

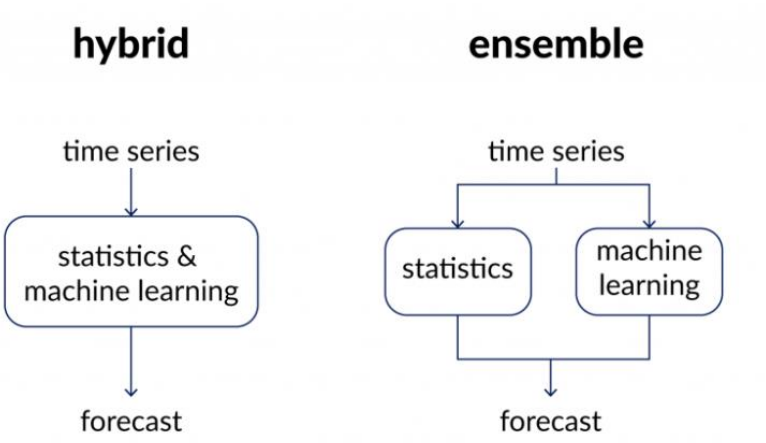
สำหรับประตูป้อนเข้า (Input Gate) จะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเข้ามาใหม่เพื่อวัดความสำคัญของข้อมูล โดยเมื่อทำการรับข้อมูลป้อนเข้ามาแล้วจะใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ในการควบคุมเพื่อเลือกว่าจะให้ทำการอัปเดตข้อมูลหรือทำการสร้างข้อมูลใหม่ขึ้นมาโดยใช้ฟังก์ชัน tanh ในการสร้างข้อมูล

สำหรับประตูส่งออก (Output Gate) จะทำหน้าที่ในการส่งออกข้อมูล โดยดูจากสถานะของข้อมูลที่ผ่านการกรอง โดยฟังก์ชันซิกมอยด์จะเป็นตัวตัดสินใจว่าข้อมูลไหนจะถูกส่งออกได้เป็นเอาท์พุตที่ต้องการ

2.1.10 วิธีพยากรณ์แบบผสม (Hybrid Forecasting Method)

วิธีพยากรณ์แบบผสมเป็นการทดแทนข้อจำกัดของวิธีการพยากรณ์แนวทางหนึ่งด้วยข้อดีของวิธีการพยากรณ์อีกวิธีหนึ่ง โดยวิธีพยากรณ์แบบผสม จะช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพที่มากขึ้น เป็นการเรียนรู้ข้ามกัน ซึ่งเป็นความสามารถที่ในทางสถิติยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจากอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นในโลก อาจเป็นเชิงเส้นหรือไม่ใช่เชิงเส้น วิธีการพยากรณ์แบบผสมจะช่วยแก้ปัญหาของสมมติฐานเชิงเส้น (Berberich, 2020)

วิธีการผสมจะแตกต่างจากวิธีการรวมกัน (Ensemble) ของการพยากรณ์ โดยที่วิธีการรวมกันของการพยากรณ์จะมีความง่ายแต่มีประสิทธิภาพ เช่น ค่าเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ในวิธีการผสมจะมีกลยุทธ์ที่แตกต่าง สามารถเข้าใจการผสมระหว่างวิธีการทางสถิติและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ดังในแสดงรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความแตกต่างระหว่างวิธีการผสมและวิธีการรวมกันของการพยากรณ์
(https://www.inovex.de/de/blog/hybrid-time-series-forecasting/)

2.1.11 การวัดค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ (Forecasting Accuracy Measurement)

การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์เป็นการเปรียบเทียบค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยอย่างไร ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีวัดค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) โดยการหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ทำให้สามารถเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกันในรูปแบบของร้อยละ (Hanke & Wichern, 2009) โดยสมการหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \frac{\left|Y_t - \hat{Y}_t\right|}{Y_t} \times 100\% \qquad (12)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

n คือ จำนวนค่าพยากรณ์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์

Co and Boosarawongse (2007) ได้ทำการพยากรณ์ปริมาณส่งออกข้าวของประเทศไทยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ระหว่างวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ วิธี ARIMA และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ในการเปรียบเทียบการพยากรณ์ ผลการศึกษาพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกข้าวของประเทศไทย

Demir et al. (2014) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของประเทศตุรกีไปยังประเทศอิรักด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียล วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

และวิธี SARIMA โดยเก็บข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1980 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 1987 เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) จากผลการศึกษาพบว่า วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวกเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์อื่น

Patel et al. (2015) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าของดัชนีในตลาดหุ้นอินเดีย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบเดี่ยววิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีป่าสุ่ม และตัวแบบผสมระหว่างวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันกับวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันกับวิธีป่าสุ่ม โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2003 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2012 และเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาพบว่า วิธีตัวแบบผสมจะมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีที่เป็นตัวแบบเดี่ยว ซึ่งตัวแบบผสมระหว่างวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มีผลการพยากรณ์ที่แม่นยำมากที่สุด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่าสัมพันธ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด

Pannakkong et al. (2016) ได้ทำการเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณส่งออกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2004 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2014 ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่า

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำกว่าวิธี ARIMA

Dutsarak and Liangrokapart (2018) ทำการศึกษาตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของประเทศไทย ได้แก่ มูลค่าการส่งออกยานพาหนะ รถยนต์นั่ง รถกระบะ และรถจักรยานยนต์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีผสมระหว่าง ARIMA กับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2006 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2016 และเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ผสมระหว่างวิธี ARIMA กับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าความแม่นยำที่มากกว่าตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของวิธี ARIMA และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Alam (2019) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกและมูลค่าการนำเข้าของประเทศซาอุดิอาระเบียด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธี ARIMA โดยเก็บข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 ถึงปี ค.ศ. 2017 โดยวัดความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) จากผลการศึกษาพบว่า สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกและมูลค่าการนำเข้าตัวแบบพยากรณ์วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกและมูลค่าการนำเข้ารายปีของประเทศซาอุดิอาระเบีย เมื่อเทียบกับวิธี ARIMA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dave et al. (2021) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของประเทศอินโดนีเซีย โดยเปรียบเทียบการพยากรณ์วิธี ARIMA วิธี LSTM และตัวแบบผสมระหว่างวิธี ARIMA กับวิธี LSTM โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1998 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2019 เปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบผสมระหว่างวิธี ARIMA กับวิธี LSTM มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 7.38 ซึ่งมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าตัวแบบเดี่ยวของวิธี

LSTM และวิธี ARIMA ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 8.56 และ 9.38 ตามลำดับ

Shen et al. (2021) ได้ศึกษาพยากรณ์การค้าชั้นโลกของ 10 ประเทศหลัก ได้แก่ ประเทศจีน ประเทศฝรั่งเศส ประเทศอินเดีย ประเทศอิตาลี ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลี ประเทศรัสเซีย ประเทศสเปน ประเทศอังกฤษ และประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการเก็บข้อมูลมูลค่าการส่งออกสินค้าและมูลค่าการนำเข้าสินค้าของทุกประเทศดังกล่าว เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ.1960 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2018 สำหรับ 6 ประเทศ และอีก 4 ประเทศจะเริ่มเก็บข้อมูลที่เวลาต่างกัน เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล ประเทศจีนจะเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1992 ประเทศฝรั่งเศสจะเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1970 ประเทศอินเดียจะเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1990 และประเทศรัสเซียจะเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1991 ในการเลือกประเทศที่นำมาศึกษาจะเลือกจากประเทศที่ติดอันดับผู้ค้าชั้นนำของโลกสำหรับสินค้าและบริการในปี ค.ศ. 2018ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA วิธี VAR วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีป่าสุ่ม (Random Forest) วิธีวิเคราะห์การถดถอย วิธี AdaBoost วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธี XGBoost และวิธี LSTM โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละวิธีพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาพบว่า การพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าและมูลค่าการส่งออกด้วยวิธี LSTM ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด สำหรับประเทศผู้ค้าชั้นนำของโลก 10 ประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมฤดี พงษ์เสนา และคณะ (2563) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย โดยการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ วิธีการปรับเรียบ และวิธี SARIMA มีการเก็บข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 วัดค่าความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จากผลการศึกษาพบว่า วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปรับเรียบและวิธี SARIMA ดังนั้นวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบจึงมีความเหมาะสมกับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกด้วยวิธีอนุกรมเวลา วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง และวิธีพยากรณ์แบบผสมที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่ามีการพยากรณ์หลากหลายวิธีที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลแตกต่างกัน ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำที่ไม่เหมือนกัน เช่น งานวิจัยของ Demir et al. (2014) ได้ใช้วิธีอนุกรมเวลาในการพยากรณ์ งานวิจัยของ Dave et al. (2021) ได้ใช้วิธีอนุกรมเวลาและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องในการพยากรณ์ งานวิจัยของ Shen et al. (2021) ได้ใช้วิธีอนุกรมเวลาและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องในการพยากรณ์ และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ศึกษามาส่วนใหญ่เป็นการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกโดยรวมของทั้งประเทศนั้น ๆ และงานวิจัยที่มีการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกรถยนต์ จะมีงานวิจัย Dutsarak & Liangrokapart (2018) ที่ทำการพยากรณ์ระหว่างวิธี ARIMA และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพียงเท่านั้น ยังไม่มีงานวิจัยที่ทำการศึกษามูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบที่มีการพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธี XGBoost และวิธี LSTM ในการเลือกวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานานสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา วิธี XGBoost และวิธี LSTM เป็นวิธีการเรียนรู้ของเครื่องกำลังเป็นที่นิยมในการนำมาพยากรณ์ วิธี XGBoost เป็นวิธีที่นิยมสำหรับการแข่งขันวิเคราะห์ข้อมูลบนเว็บไซต์ Kaggle รวมถึงผู้ชนะส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้และระยะเวลาในการประมวลผลจะทำงานได้เร็ว วิธี LSTM เป็นหนึ่งในวิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยปรับปรุงโครงข่ายประสาทเทียมตัวอื่น ๆ ช่วยในการตัดสินใจได้ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมก่อนหน้า งานวิจัยของ Patel et al. (2015) ได้ใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องในการพยากรณ์และมีการใช้วิธีพยากรณ์ผสมในงานวิจัย การสร้างวิธีพยากรณ์ผสมจะนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องหนึ่งวิธี นำมาผสมกับวิธีการเรียนรู้ของเครื่องตัวอื่นเพียงอย่างเดียว ไม่ได้ทำการสลับคู่ของวิธีพยากรณ์ผสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบและตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับการศึกษาปัจจัยที่จะมีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ วิธีการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อให้การพยากรณ์กับข้อมูลที่ไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรงแม่นยำมากยิ่งขึ้น และวิธีพยากรณ์แบบผสมเป็นการนำวิธีพยากรณ์ตั้งแต่สองวิธีมารวมกันเพื่อให้ตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบที่ใช้พยากรณ์มีประสิทธิภาพความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น โดยในการผสมจะนำวิธีพยากรณ์ที่ถูกคัดเลือกแล้ว นำมาผสมแบบสลับกันให้ครบทุกความเป็นไปได้ เพื่อต้องการทราบว่า หากสลับวิธีการผสมแล้วค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากการผสมวิธีพยากรณ์เพียงวิธีเดียวเป็นหลัก ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ผสมจะทำการคัดเลือกจากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวมีความแม่นยำมากที่สุดนำมาผสมกัน โดยทั่วไปตัวแบบพยากรณ์ผสมจะให้ความแม่นยำมากกว่าตัวแบบเดี่ยว จะเห็นได้จากงานวิจัยของ Dutsarak & Liangrokapart (2018) โดยงานวิจัยนี้จะคัดเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุดด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เพื่อใช้พยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์

ผู้ศึกษา	วิธีพยากรณ์	การวัดค่าความแม่นยำ
Co & Boosarawongse (2007)	Holt-Winters, ARIMA, ANN	MAE, MSE, RMSE, MAPE
Demir et al. (2014)	Exponential, Holt-Winters, SARIMA	MAE, RMSE, MAPE
Patel et al. (2015)	SVR, ANN, Random Forest, วิธีผสม SVR-ANN, SVR-SVR, SVR-RF	MAE, MSE, RMSE, MAPE
Pannakkong et al. (2016)	ARIMA, ANN	MAE, MSE, MAPE
Dutsarak & Liangrokapart (2018)	ARIMA, ANN, วิธีผสม ARIMA-ANN	MAE, MSE, MAPE
Alam (2019)	ARIMA, ANN	RMSE
Dave et al. (2021)	ARIMA, LSTM, วิธีผสม ARIMA-LSTM	MAE, MSE, RMSE, MAPE
Shen et al. (2021)	ARIMA, VAR, ANN, Random Forest, MLR AdaBoost, SVR, XGBoost, LSTM	MAPE, RMSE
สมฤดี พงษ์เสนา และคณะ (2563)	วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ วิธีการปรับเรียบ และ SARIMA	MAPE
อุรชา จันทรภา (2564)	Moving Average, Holt-Winters, SARIMA, MLR, SVR, ANN, XGBoost, LSTM, วิธีผสม	MAPE

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ

ศิริวรรณ แจ่มพลาย (2553) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น โดยการเก็บข้อมูลเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่ศึกษาสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรมจำแนกตามกิจกรรมการผลิตหมวดอาหารทะเลแช่แข็ง ราคากุ้งขายส่งในประเทศ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น รายได้ต่อหัวของประชากรประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น และอัตราการเปลี่ยนแปลงรายจ่ายเพื่อการอุปโภคและบริโภคของภาคเอกชนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทางเศรษฐกิจสำหรับการส่งออกกุ้งแช่แข็งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็ง คือ ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรมจำแนกตามกิจกรรมการผลิตหมวดอาหารทะเลแช่แข็ง ส่วนปัจจัยที่เหลือไม่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น

พิสุทธิ์ เลี๊ยบประเสริฐ (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของไทย โดยตัวแปรอิสระจะประกอบไปด้วย ดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ ดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง และปริมาณสินเชื่อสำหรับธุรกิจการผลิตเครื่องจักรสำนักงาน เครื่องทำบัญชีและเครื่องคำนวณ โดยใช้ข้อมูลเป็นรายไตรมาส ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2547 ถึงไตรมาสที่ 2 พ.ศ. 2553 จากผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวที่ทำการศึกษามีผลต่อมูลค่าการส่งออกเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สลินดา ศรีเมือง (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและการอำนวยสินเชื่อที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ของไทย โดยมีแนวคิดตัวแปรอิสระที่ประกอบไปด้วย ปริมาณสินเชื่อให้ธุรกิจรถยนต์ของไทย ดัชนีค่าเงินที่แท้จริง ปริมาณการผลิตรถยนต์ในไทย และวิกฤตเศรษฐกิจโลก โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส ช่วงไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2548 ถึง ไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2553 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณในการวิเคราะห์ข้อมูล จากผลการศึกษาพบว่า ดัชนีค่าเงินที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แท้จริง ปริมาณการผลิตรถยนต์ของไทย และวิกฤตเศรษฐกิจโลก มีผลกระทบทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ของไทย

ทิชากร เกษรบัว (2555) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทย และพยากรณ์แนวโน้มการส่งออกของอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยศึกษาตลาดต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศออสเตรเลีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ญี่ปุ่น และซาอุดิอาระเบีย โดยใช้ข้อมูลรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึงปี พ.ศ. 2551 นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและพยากรณ์แนวโน้มการส่งออกในห้าปีข้างหน้า ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกไปยังประเทศออสเตรเลีย คือ ราคาน้ำมันดิบ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ และดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกไปยังประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย คือ ราคาน้ำมันดิบ ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกไปยังประเทศซาอุดิอาระเบีย คือ ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้นต่อคน ปริมาณการผลิตรถยนต์ และดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ และปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น คือ ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้น อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินเยน และราคาน้ำมันดิบ

Uysal and Mohamoud (2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกในแถบแอฟริกาตะวันออก ได้แก่ปัจจัยอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) กำลังแรงงาน มูลค่าเพิ่มรวมของภาคอุตสาหกรรม อัตราเงินเฟ้อ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (FDI) และอัตราแลกเปลี่ยน ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น โดยใช้ข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ถึงปี ค.ศ. 2015 ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยกำลังแรงงาน มูลค่าเพิ่มรวมของภาคอุตสาหกรรม การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและอัตราแลกเปลี่ยน มีการแปรผันต่อมูลค่าการส่งออก ส่วนปัจจัยอัตราเงินเฟ้อ มีการแปรผกผันต่อมูลค่าการส่งออก และปัจจัยอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไม่มีผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกในแถบแอฟริกาตะวันออก

Sanusi et al. (2020) ได้ทำการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของประเทศมาเลเซียด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ มูลค่าการส่งออกในประเทศ มูลค่าการนำเข้าในประเทศ การบริโภคภาคเอกชนในประเทศ รายจ่ายของรัฐบาล ดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราเงินเฟ้อ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และปริมาณเงิน โดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใช้ข้อมูลตั้งแต่ ปี ค.ศ.1970 ถึงปี ค.ศ. 2015 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับการประมาณค่าของแผนงานรัฐบาล วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 0.81% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการประมาณค่าจากแผนงานรัฐบาลที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 1.51%

Urrutia et al. (2021) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนในประเทศฟิลิปปินส์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีตัวแปรอิสระที่ศึกษา ได้แก่ อัตราเงินเฟ้อ ดุลการชำระเงิน อัตราดอกเบี้ย ดัชนีราคาของผู้ผลิต การส่งออก การนำเข้า ปริมาณเงิน และดัชนีราคาผู้บริโภค โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2007 ถึงเดือนตุลาคม ค.ศ. 2018 เปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยแบบบรรทัดฐาน (NMSE) ผลการศึกษาพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยแบบบรรทัดฐานที่น้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ

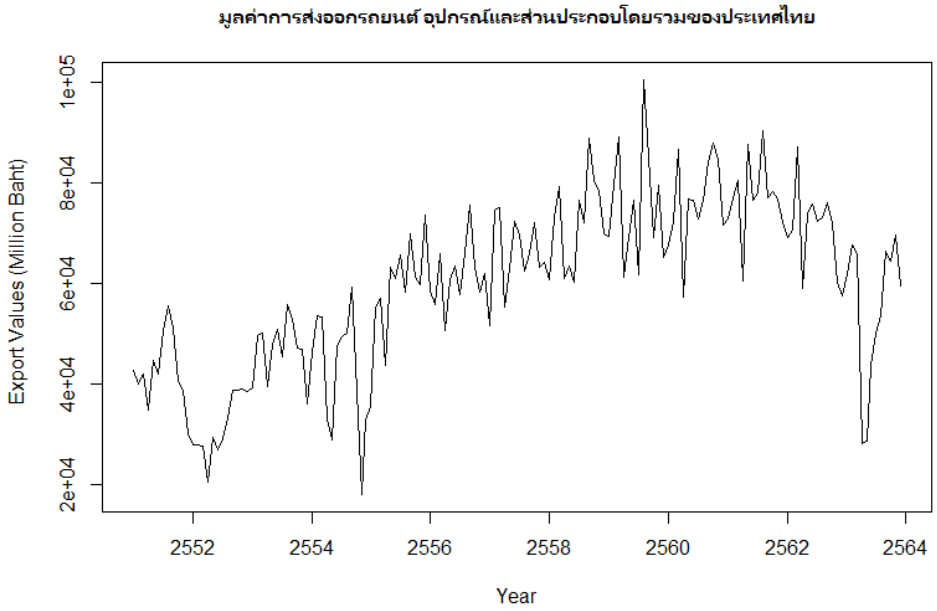
ผู้ศึกษา	เรื่อง	ปัจจัยที่ทำการศึกษา
ศิริวรรณ แจ่มพลาย (2553)	ปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทย	ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ราคากุ้งขายส่งในประเทศ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศผู้นำเข้า รายได้ต่อหัวของประชากรประเทศผู้นำเข้า อัตราการเปลี่ยนแปลงรายจ่ายเพื่อการอุปโภคและบริโภคของภาคเอกชนประเทศผู้นำเข้า
พิสุทธิ์ เลี๊ยบประเสริฐ (2554)	มูลค่าการส่งออกเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของไทย	ดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายใหญ่ ดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง ปริมาณสินเชื่อสำหรับธุรกิจการผลิตเครื่องจักรสำนักงาน เครื่องทำบัญชีและเครื่องคำนวณ
สลินดา ศรีเมือง (2554)	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ของไทย	ปริมาณสินเชื่อให้ธุรกิจรถยนต์ของไทย ดัชนีค่าเงินที่แท้จริง ปริมาณการผลิตรถยนต์ในไทย และวิกฤตเศรษฐกิจโลก
ทิชากร เกษรบัว (2555)	มูลค่าการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทย	ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้นต่อคนของประเทศผู้นำเข้า อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินสกุลต่าง ๆ ของประเทศผู้นำเข้า ราคาน้ำมันดิบ WTI ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ
Uysal and Mohamoud (2018)	มูลค่าการส่งออกในแถบแอฟริกาตะวันออก	อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ กำลังแรงงาน มูลค่าเพิ่มรวมของภาคอุตสาหกรรม อัตราเงินเฟ้อ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และอัตราแลกเปลี่ยน
Sanusi et al. (2020)	ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของมาเลเซีย	มูลค่าการส่งออก มูลค่าการนำเข้า การบริโภคภาคเอกชนในประเทศ รายจ่ายของรัฐบาล ดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราเงินเฟ้อ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และปริมาณเงิน
Urrutia et al. (2021)	อัตราแลกเปลี่ยนของประเทศฟิลิปปินส์	อัตราเงินเฟ้อ ดุลการชำระเงิน อัตราดอกเบี้ย ดัชนีราคาของผู้ผลิต มูลค่าการส่งออก มูลค่าการนำเข้า ปริมาณเงิน และดัชนีราคาผู้บริโภค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

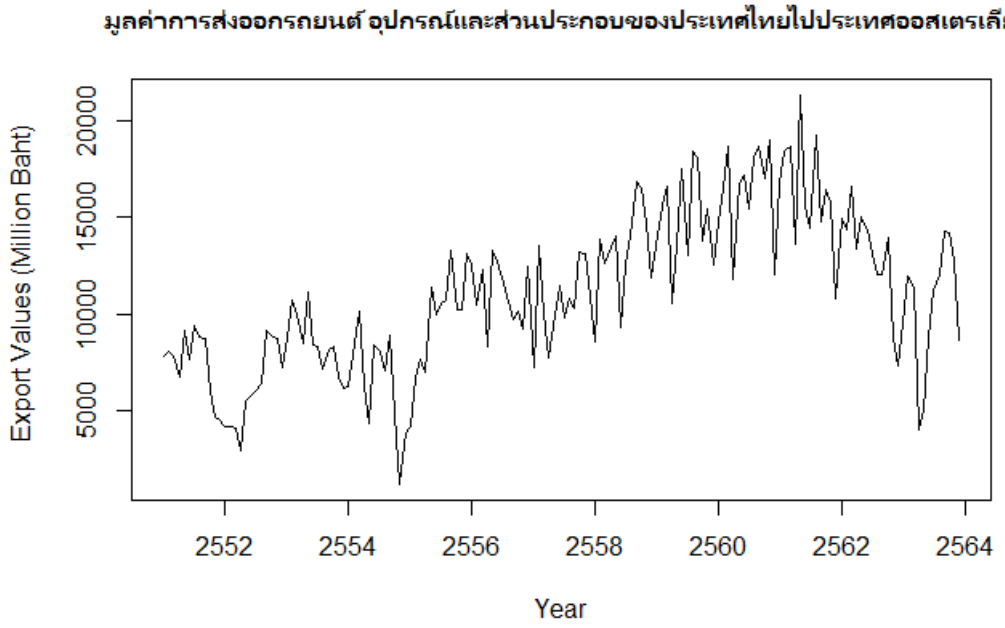
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

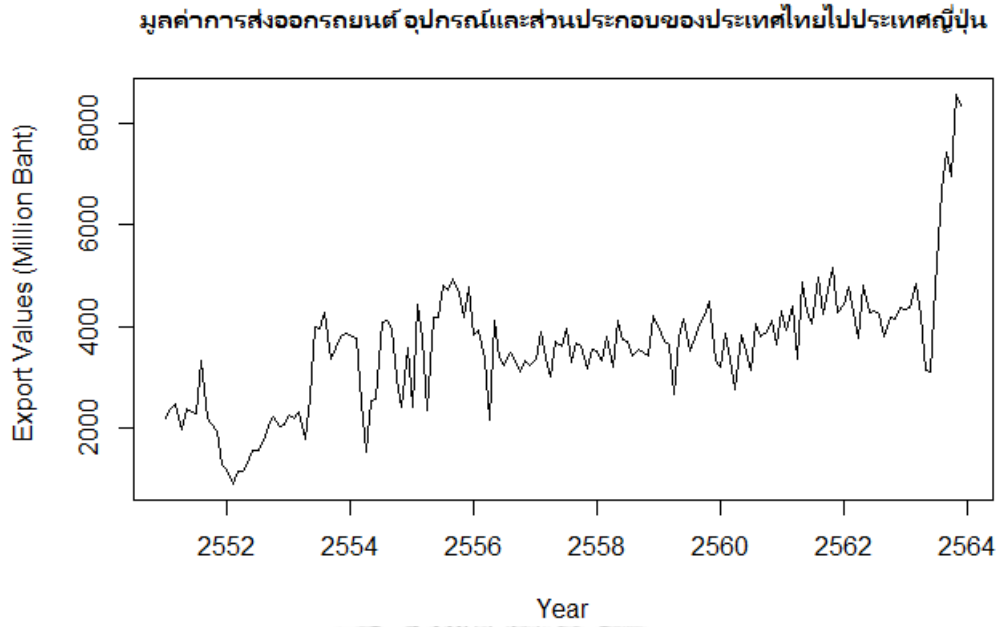
ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูลมาจากศูนย์เทคโนโลยีและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกรายเดือน ซึ่งประกอบไปด้วยมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นจำนวนทั้งหมด 156 เดือน โดยในงานวิจัยนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด ข้อมูลชุดแรกเป็นข้อมูลฝึกสอนที่ใช้สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ (Training set) จะใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นจำนวนทั้งหมด 132 เดือน ในส่วนของข้อมูลชุดที่สองเป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ (Validation set) จะใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 เป็นจำนวนทั้งหมด 12 เดือน และข้อมูลชุดที่สามเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ (Testing set) เป็นข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อนสำหรับทดสอบ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นจำนวนทั้งหมด 12 เดือน เมื่อนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นทั้งหมด 156 เดือน มาพล็อตตามอนุกรมเวลา จะแสดงดังรูปที่ 9 10 และ 11 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ลักษณะของกราฟอนุกรมเวลาของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบทั้ง 3 แบบ จะมีลักษณะที่อาจมีรูปแบบแนวโน้มหรือฤดูกาลที่เกิดขึ้น



รูปที่ 9 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563



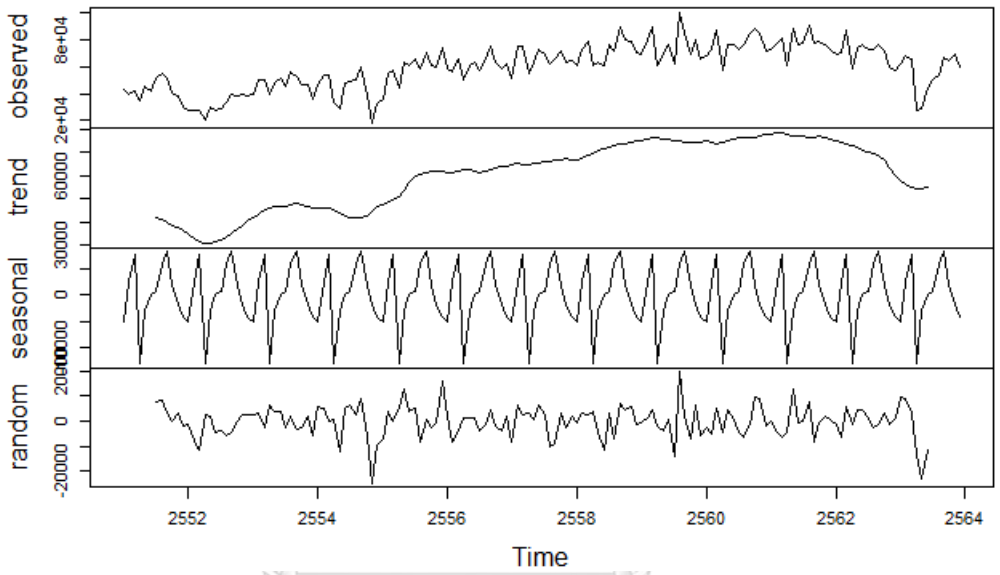
รูปที่ 10 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563



รูปที่ 11 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563

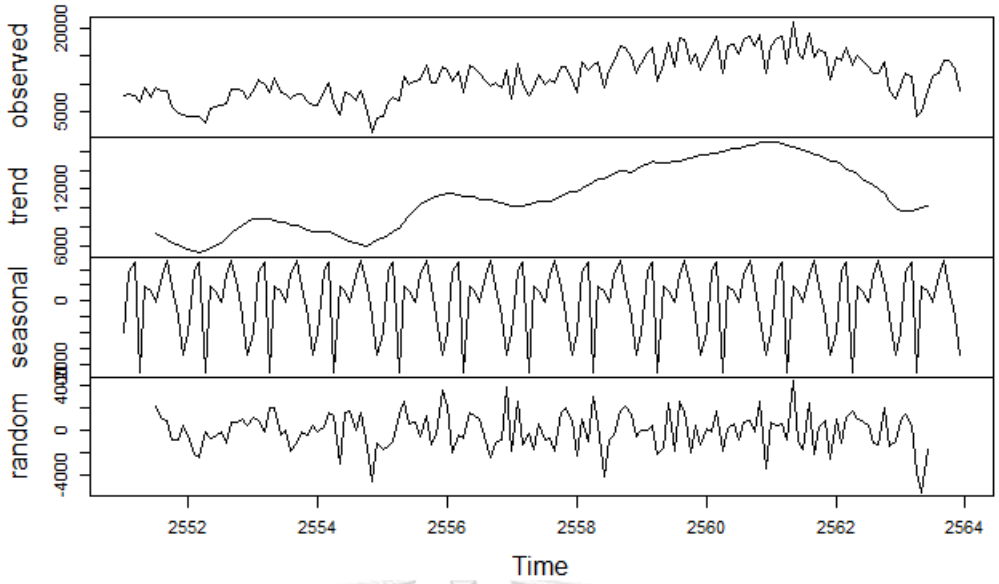
เมื่อนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นไปทำการแยกส่วนประกอบออกเป็นแนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) และส่วนที่ไม่มีรูปแบบ (Random) ด้วยโปรแกรม R ได้ผลดังรูปที่ 12 13 และ 14 ตามลำดับ ซึ่งจากการแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น สามารถอธิบายได้ว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย จะมีส่วนประกอบของแนวโน้มเกิดขาขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเวลาผ่านไป และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น จะมีลักษณะของแนวโน้มเกิดขาขึ้นที่ค่อนข้างเรียบนิ่งเมื่อเวลาผ่านไป และในช่วงข้อมูล 24 เดือนสุดท้ายจะเห็นได้ว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

จะมีลักษณะของแนวโน้มขาลงแตกต่างจากมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นที่จะยังมีลักษณะของแนวโน้มขาขึ้นอยู่ และในส่วนประกอบของฤดูกาลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น มีส่วนประกอบของฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัด

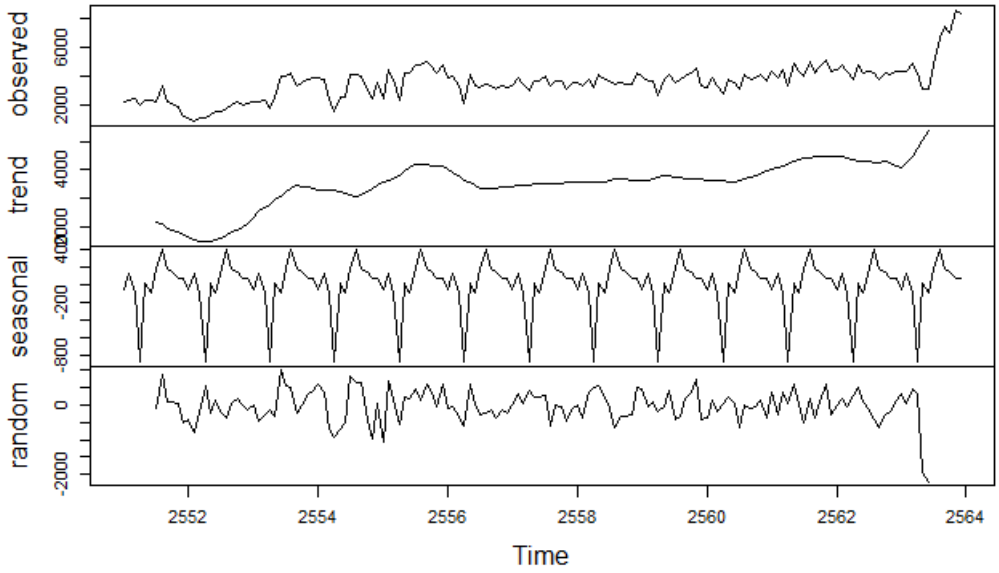


รูปที่ 12 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 13 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย



รูปที่ 14 การแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

3.2 ข้อมูลของตัวแปรอิสระ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าการส่งออกที่มีการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ ซึ่งคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่จะช่วยในการพยากรณ์ที่แม่นยำเพิ่มมากขึ้น สำหรับวิธีการพยากรณ์ที่มีตัวแปร

อิสระเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแปรอิสระจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากในตารางที่ 4 ที่ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและตัวแปรอิสระที่ผู้ที่วิจัยคาดว่าจะเกี่ยวข้องส่งผลต่อการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ ซึ่งสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 สำหรับตัวแปรอิสระที่จะใช้ศึกษาสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะมีดังนี้ 1) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งเป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนสำหรับการส่งออก 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินของประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์ออสเตรเลีย (ประเทศออสเตรเลีย) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน (ประเทศญี่ปุ่น) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ (ประเทศฟิลิปปินส์) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งหยวน (ประเทศจีน) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง (ประเทศเวียดนาม) 3) ราคาน้ำมันดิบ (WTI) 4) ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย 5) ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย 6) ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย 7) อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย 8) ตัวแปรหุ่น (Dummy Variables) ของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการส่งออกรถยนต์ ทั้งเกิดขึ้นในประเทศไทยหรือเกิดขึ้นจากวิกฤติเศรษฐกิจโลก ได้แก่ การเกิดวิกฤติสินเชื่อซับไพรม์ในปี พ.ศ.2551 การเกิดอุทกภัยในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 การเกิดรัฐประหารขึ้นในปี พ.ศ. 2557 รวมถึงการเกิดโรคระบาดไวรัสโคโรนาหรือที่เรียกกันว่า โควิด-19 ในตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 จนถึงปัจจุบัน

สำหรับตัวแปรอิสระที่จะใช้ศึกษาสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น จะมีดังนี้ 1) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งเป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนสำหรับการส่งออก 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์ ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์ออสเตรเลีย (ประเทศออสเตรเลีย) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน (ประเทศญี่ปุ่น) 3) ราคาน้ำมันดิบ (WTI) 4) ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย 5) ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย 6) ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์ 7) อัตราดอกเบี้ยนโยบายของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์ 8) ตัวแปรหุ่น (Dummy Variables) ของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการส่งออกรถยนต์ ทั้งเกิดขึ้นในประเทศไทยหรือเกิดขึ้นจากวิกฤติเศรษฐกิจโลก 9) ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์ 10) ปริมาณเงิน (Money Supply) ในระบบของเศรษฐกิจของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์

3.3 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method)

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีที่ง่ายสำหรับการพยากรณ์ การนำวิธีนี้มาใช้จะช่วยให้เห็นว่า วิธีพยากรณ์ที่ง่ายและสะดวกในการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือความรู้ในการคำนวณมาก จะให้ค่าพยากรณ์แตกต่างจากวิธีอื่น ๆ อย่างไร จะมีการกำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีความแม่นยำที่สุดสำหรับวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะมีการกำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เท่ากับ 3 5 7 และ 9 เดือน จากนั้นจะนำช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ดีที่สุดไปพยากรณ์ เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

3.4 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เมื่อสังเกตข้อมูลของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีลักษณะมีแนวโน้มและฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง ซึ่งอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลที่คงที่ การพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ซึ่งค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นมา ได้แก่ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าระดับ (α) ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าแนวโน้ม (β) และค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าฤดูกาล (γ) ทางผู้วิจัยจะใช้โปรแกรม R ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.5 วิธี Seasonal Autoregressive Intrigued Moving Average (SARIMA Method)

การศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธี Seasonal Autoregressive Intrigued Moving Average (SARIMA) จะใช้โปรแกรม R ด้วยคำสั่ง auto.arima ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งโปรแกรม R จะคำนวณหาตัวแบบที่เป็นไปได้สำหรับการพยากรณ์ โดยโปรแกรมจะพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลด้วยค่า Corrected for Akaike's Information Criterion (AICc) ที่ต่ำที่สุด เมื่อได้ตัว

แบบ SARIMA ที่เหมาะสมแล้ว จะนำมาวิเคราะห์หา ACF PACF และ Normal Distribution เพื่อตรวจสอบส่วนเหลือของตัวแบบ (Residual) ว่ามีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อหรือไม่ โดยส่วนเหลือที่ทำการวิเคราะห์ ACF PACF จะต้องไม่เกิดรูปแบบแนวโน้มหรือฤดูกาลเกิดขึ้น และส่วนเหลือที่ทำ Normal Distribution จะต้องมีการแจกแจงปกติ แล้วจะใช้ตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

3.6 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis Method)

การศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เป็นการหาสมการเชิงเส้นตรงที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว จะใช้โปรแกรม Minitab ในการสร้างสมการถดถอยขึ้นมาด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) เพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตาม โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับตัวแปรตามจะเป็นข้อมูลของ

1) มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย
2) มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย
3) มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

ตัวแปรอิสระของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ
2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์ออสเตรเลีย
3) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน
4) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ
5) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งหยวน
6) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง
7) ราคาน้ำมันดิบ (WTI)
8) ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย
9) ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย
10) ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย

11) อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย

12) ตัวแปรหุ่น (Dummy Variables) ของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ ทั้งเกิดขึ้นในประเทศไทยหรือเกิดขึ้นจากวิกฤติเศรษฐกิจโลก

ตัวแปรอิสระของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ได้แก่

1) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ
2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินหนึ่งหน่วยของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์
3) ราคาน้ำมันดิบ (WTI)
4) ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย
5) ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย
6) ตัวแปรหุ่น (Dummy Variables) ของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ ทั้งเกิดขึ้นในประเทศไทยหรือเกิดขึ้นจากวิกฤติเศรษฐกิจโลก
7) ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์
8) อัตราดอกเบี้ยนโยบายของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์
9) ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์
10) ปริมาณเงิน (Money Supply) ในระบบของเศรษฐกิจของแต่ละประเทศที่ทำการพยากรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่มีการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

3.7 วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Method)

การศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง จะใช้โปรแกรมภาษา Python ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจะสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธี XGBoost และวิธี LSTM ในการจะสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องแต่ละวิธีนั้น จะทำการปรับข้อมูลให้อยู่ในช่วงมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับหนึ่ง (Standardize Features) เนื่องจากข้อมูล

จะมีช่วงขนาดที่จะมีหน่วยแตกต่างกัน มีการกระจายตัวที่ไม่เท่ากันทำให้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์จะมีประสิทธิภาพลดลงระหว่างการเรียนรู้ของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งการปรับข้อมูลจะใช้คำสั่ง StandardScaler จาก Library sklearn.preprocessing สำหรับวิธี XGBoost จะไม่ได้ทำการปรับข้อมูลให้อยู่ในช่วงมาตรฐาน และในการศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตัวแปรอิสระที่มีการคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนเปรียบเทียบกับตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อนการคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน

3.7.1 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีโครงข่ายประสาทเทียม จะทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้คำสั่ง KerasRegressor จาก Library keras.wrappers.scikit_learn โดยกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์วิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Hyperparameter	ค่ากำหนดที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ
batch_size	24, 48, 96
epoch	25, 50, 75, 100, 150
numLayers	1, 2
activation	‘relu’, ‘elu’, ‘selu’
hidden_unit	20, 25, 30, 45, 50

batch_size คือ จำนวนข้อมูลที่นำเข้าไปทำการเรียนรู้ของตัวแบบ

epoch คือ จำนวนรอบของการทำซ้ำที่ตัวแบบทำการเรียนรู้

numLayers คือ จำนวนของชั้นซ่อน

activation คือ ฟังก์ชันกระตุ้นในชั้นซ่อนและชั้นข้อมูลออก

hidden_unit คือ จำนวนของหน่วยซ่อน

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.7.2 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน จะทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้คำสั่ง SVR จาก Library sklearn.svm โดยกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

Hyperparameter	ค่ากำหนดที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ
kernel	'linear', 'poly', 'rbf', 'sigmoid'
C	0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000
gamma	0.001, 0.01, 0.1, 1
degree	1, 2, 3, 4, 5, 6

kernel คือ ชนิดของเคอร์เนลที่จะใช้ในตัวแบบการเรียนรู้

C คือ Regularization parameter จะต้องมีค่าเป็นบวกเท่านั้น

gamma คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ Polynomial kernel, RBF kernel และ Sigmoid kernel

degree คือ ระดับของฟังก์ชัน Polynomial kernel

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันที่มีค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

3.7.3 วิธี XGBoost

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost จะทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้คำสั่ง XGBRegressor จาก Library xgboost โดยกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธี XGBoost

Hyperparameter	ค่ากำหนดที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ
n_estimators	100, 200, 300, 400, 500
learning_rate	0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1
subsample	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1

n_estimators คือ จำนวนของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ที่จะใช้ใน XGBoost

learning_rate คือ อัตราการเรียนรู้ของตัวแบบที่ใช้ในการฝึกสอนแต่ละรอบ

subsample คือ อัตราส่วนย่อยของการฝึกสอน สุ่มตัวอย่างข้อมูลขึ้นมาก่อนจะทำการสร้างต้นไม้ตัดสินใจขึ้น ช่วยป้องกันการเกิด Overfitting ของตัวแบบที่สร้างขึ้น

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost ที่มีค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

3.7.4 วิธี LSTM

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM จะทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้คำสั่ง LSTM จาก Library keras.layers โดยกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบของวิธี LSTM

Hyperparameter	ค่ากำหนดที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ
batch_size	24, 48, 96
epoch	25, 50, 75, 100, 150
hidden_unit	20, 25, 30, 45, 50

batch_size คือ จำนวนข้อมูลที่นำเข้าไปทำการเรียนรู้ของตัวแบบ

epoch คือ จำนวนรอบของการทำซ้ำที่ทำการเรียนรู้ของตัวแบบ

hidden_unit คือ จำนวนของหน่วยซ่อน

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM ที่มีค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จะนำไปพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์อื่น ๆ ต่อไป

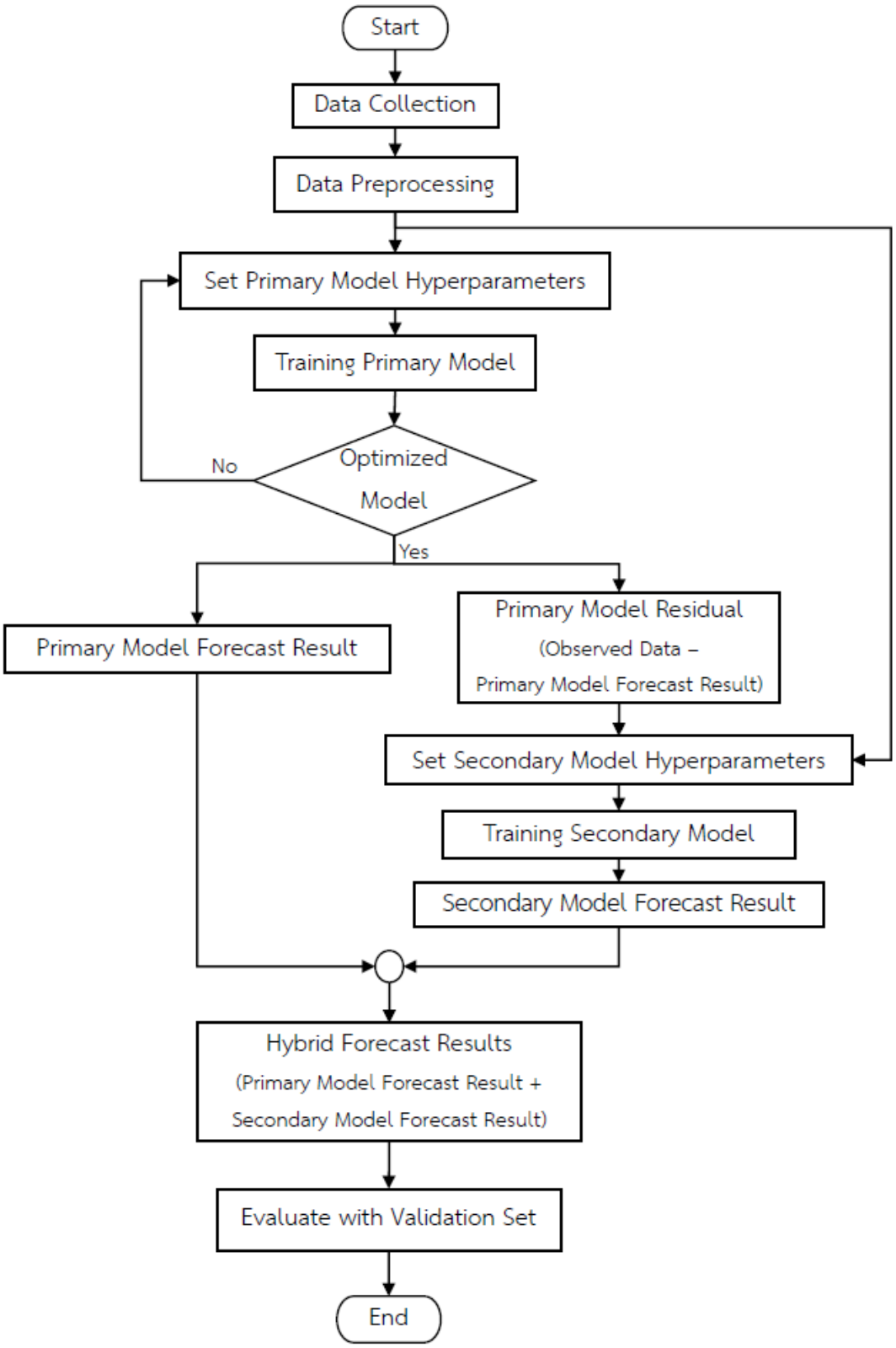
3.8 วิธีพยากรณ์แบบผสม (Hybrid Forecasting Method)

การศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบผสมจะเป็นการนำวิธีพยากรณ์มารวมกัน เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ร่วมกัน ให้มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากขึ้น เมื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวด้วยวิธีที่ได้กล่าวก่อนหน้าจะทำการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวที่มีความเหมาะสมและแม่นยำมากที่สุด 3 อันดับแรก มาสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมเป็นคู่ จะสลับคู่แต่ละวิธีพยากรณ์จนครบทุกวิธี ซึ่งจะสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมได้ทั้งหมด 6 วิธี เช่น สมมติว่าวิธีพยากรณ์ A B และ C เป็นวิธีพยากรณ์ที่ให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมากที่สุด จะนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมได้วิธีพยากรณ์แบบผสมคู่ AB AC BA BC CA และ CB โดยจะเรียกวิธีพยากรณ์ที่อยู่ด้านหน้าของคู่เป็นวิธีพยากรณ์หลักและวิธีพยากรณ์ที่อยู่ด้านหลังของคู่จะเรียกว่าเป็นวิธีพยากรณ์รอง เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีพยากรณ์หลัก นำมาหาค่าส่วนเหลือ (Residual) จากตัวแบบพยากรณ์หลัก นำค่าส่วนเหลือที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์รอง จากนั้นนำค่าพยากรณ์จากวิธีพยากรณ์หลักนำมารวมกันค่าพยากรณ์ของส่วนเหลือจากวิธีพยากรณ์รอง จะได้ค่าพยากรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับตัวแบบพยากรณ์ผสมอื่น ๆ ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสม แสดงในรูปที่ 15

3.9 การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ (Forecasting Accuracy Measurement)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีดังกล่าวแล้ว จะทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างมาจากข้อมูลฝึกสอน (Training set) ของแต่ละวิธีพยากรณ์กับข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบ (Validation set) ด้วยการหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) โดยวิธีพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจะเป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมและมีความแม่นยำมากที่สุด จากนั้นจะนำวิธีพยากรณ์ดังกล่าวไปหาค่าความผิดพลาดทั่วไป (Generalization error) จากข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test set)



รูปที่ 15 Flow Chart วิธีพยากรณ์แบบผสม

บทที่ 4
ผลดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิธีการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ วิธี SARIMA วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธี XGBoost วิธี LSTM และวิธีพยากรณ์แบบผสม ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะกำหนดจำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เท่ากับ 3 5 7 และ 9 เดือน เพื่อพิจารณาจำนวนช่วงที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยเลือกจำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด พบว่า ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น มีจำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (k) ที่เหมาะสมเท่ากับ 3 เดือน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 15.17% 22.73% และ 17.19% ตามลำดับ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ดังในแสดงตารางที่ 9 10 และ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

เดือน	ค่าจริง	จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่			
		3	5	7	9
ม.ค.-51	42,761.04	-	-	-	-
ก.พ.-51	39,993.18	-	-	-	-
มี.ค.-51	42,032.96	-	-	-	-
เม.ย.-51	34,769.04	41,595.73	-	-	-
พ.ค.-51	44,781.01	38,931.73	-	-	-
มิ.ย.-51	41,914.73	40,527.67	40,867.45	-	-
ก.ค.-51	50,730.87	40,488.26	40,698.18	41,041.99	-
ส.ค.-51	55,477.48	45,808.87	42,845.72	42,370.30	-
ก.ย.-51	51,192.71	49,374.36	45,534.63	44,951.02	-
ต.ค.-51	40,424.33	52,467.02	48,819.36	46,477.64	44,850.34
พ.ย.-51	38,811.11	49,031.51	47,948.02	47,420.19	44,590.70
ธ.ค.-51	30,265.74	43,476.05	47,327.30	46,425.21	44,459.36
ม.ค.-52	28,025.86	36,500.39	43,234.27	44,483.71	43,151.89
ก.พ.-52	27,820.09	32,367.57	37,743.95	40,699.54	42,402.65
...	...	...	...	...	...
พ.ค.-61	87,617.57	72,654.04	72,455.46	74,486.25	77,258.24
มิ.ย.-61	76,616.66	76,207.40	75,686.14	74,982.48	78,504.15
ก.ค.-61	77,901.49	74,908.00	76,439.27	75,841.23	77,671.60
ส.ค.-61	90,393.83	80,711.90	76,628.07	76,682.97	76,561.47
ก.ย.-61	77,004.74	81,637.32	78,603.86	78,922.36	77,200.76
ต.ค.-61	78,201.76	81,766.68	81,906.86	78,337.34	77,816.38
พ.ย.-61	76,758.15	81,866.78	80,023.69	81,289.34	78,410.91
ธ.ค.-61	72,193.93	77,321.55	80,051.99	79,479.44	78,388.76
MAPE		15.17%	15.46%	15.56%	15.96%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

เดือน	ค่าจริง	จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่			
		3	5	7	9
ม.ค.-51	7,826.90	-	-	-	-
ก.พ.-51	8,013.24	-	-	-	-
มี.ค.-51	7,768.11	-	-	-	-
เม.ย.-51	6,709.94	7,869.42	-	-	-
พ.ค.-51	9,170.81	7,497.10	-	-	-
มิ.ย.-51	7,674.69	7,882.95	7,897.80	-	-
ก.ค.-51	9,394.82	7,851.82	7,867.36	7,860.62	-
ส.ค.-51	8,824.98	8,746.77	8,143.67	8,121.94	-
ก.ย.-51	8,749.61	8,631.50	8,355.05	8,257.22	-
ต.ค.-51	5,954.31	8,989.80	8,762.98	8,420.81	8,237.01
พ.ย.-51	4,642.34	7,842.97	8,119.68	8,294.87	8,028.95
ธ.ค.-51	4,483.46	6,448.76	7,513.21	7,540.13	7,654.40
ม.ค.-52	4,158.01	5,026.70	6,530.94	7,008.25	7,289.44
ก.พ.-52	4,179.42	4,427.94	5,597.55	6,135.45	7,005.89
...	...	...	...	...	...
พ.ค.-61	21,358.48	16,899.76	15,896.26	16,414.92	16,924.24
มิ.ย.-61	15,617.08	17,883.37	17,760.60	16,806.63	17,289.31
ก.ค.-61	14,489.90	16,862.54	17,534.97	17,403.35	16,943.76
ส.ค.-61	19,278.58	17,155.16	16,751.42	17,027.46	16,661.67
ก.ย.-61	14,785.88	16,461.86	16,871.22	17,172.61	16,691.71
ต.ค.-61	16,425.20	16,184.79	17,105.99	16,523.67	16,997.16
พ.ย.-61	15,770.10	16,829.89	16,119.33	16,992.52	16,961.60
ธ.ค.-61	10,760.46	15,660.39	16,149.93	16,061.12	16,668.54
MAPE		22.73%	24.11%	24.93%	26.31%

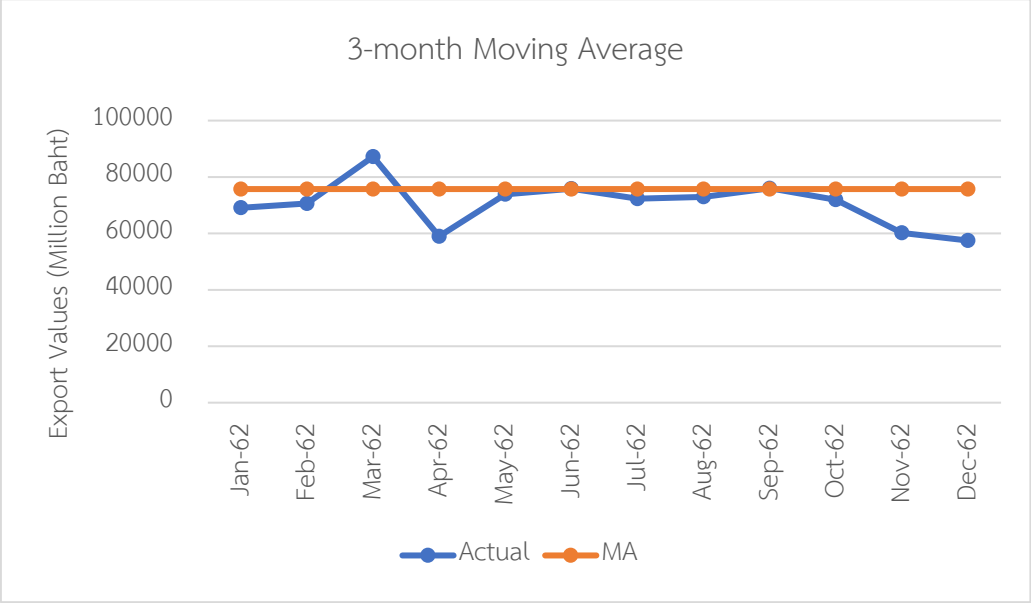
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

เดือน	ค่าจริง	จำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่			
		3	5	7	9
ม.ค.-51	2,197.87	-	-	-	-
ก.พ.-51	2,384.90	-	-	-	-
มี.ค.-51	2,457.86	-	-	-	-
เม.ย.-51	1,951.18	2,346.88	-	-	-
พ.ค.-51	2,365.99	2,264.65	-	-	-
มิ.ย.-51	2,300.60	2,258.35	2,271.56	-	-
ก.ค.-51	2,272.79	2,205.92	2,292.11	2,276.40	-
ส.ค.-51	3,318.24	2,313.13	2,269.68	2,288.89	-
ก.ย.-51	2,200.66	2,630.54	2,441.76	2,444.44	-
ต.ค.-51	2,076.26	2,597.23	2,491.66	2,401.58	2,383.34
พ.ย.-51	1,921.98	2,531.72	2,433.71	2,422.42	2,369.83
ธ.ค.-51	1,275.20	2,066.30	2,357.99	2,348.42	2,318.40
ม.ค.-52	1,163.58	1,757.81	2,158.47	2,177.52	2,186.99
ก.พ.-52	896.02	1,453.58	1,727.54	1,992.65	2,099.48
...	...	...	...	...	...
พ.ค.-61	4,882.11	3,895.90	3,924.84	3,954.40	3,942.69
มิ.ย.-61	4,304.78	4,213.57	4,175.32	4,084.38	4,035.01
ก.ค.-61	4,047.05	4,178.94	4,174.92	4,196.90	4,091.15
ส.ค.-61	4,977.63	4,411.31	4,198.51	4,153.61	4,106.71
ก.ย.-61	4,240.16	4,443.15	4,312.30	4,328.36	4,203.97
ต.ค.-61	4,712.24	4,421.61	4,490.35	4,300.28	4,271.80
พ.ย.-61	5,156.70	4,643.34	4,456.37	4,527.33	4,316.85
ธ.ค.-61	4,273.18	4,703.03	4,626.76	4,573.09	4,453.25
MAPE		15.14%	16.61%	18.14%	19.21%

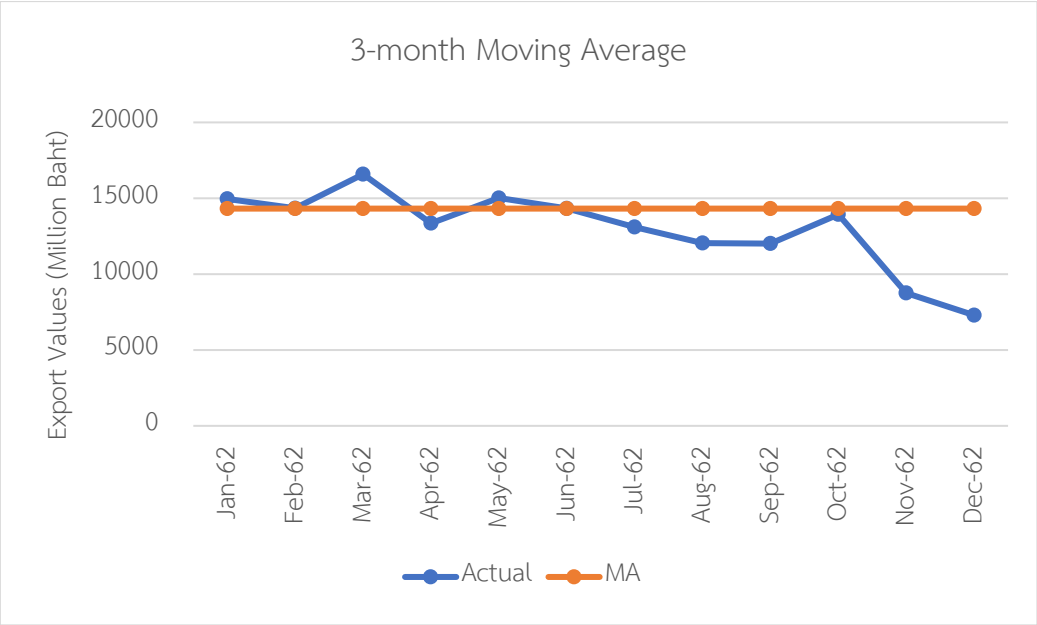
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อนำจำนวนช่วงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เหมาะสมมาทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 16 17 และ 18 ตามลำดับ

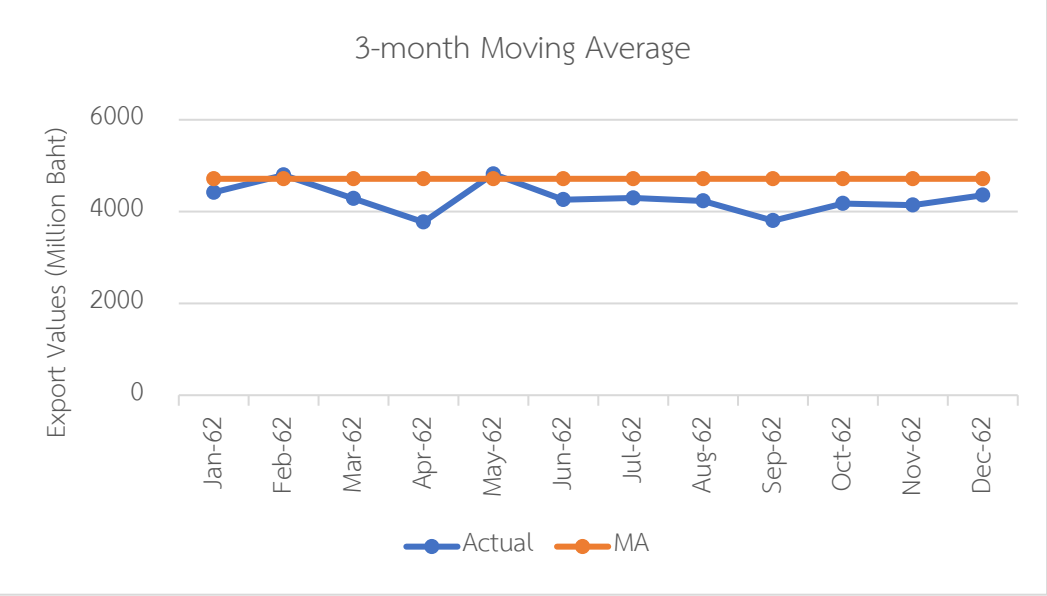


รูปที่ 16 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 17 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่



รูปที่ 18 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

4.2 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

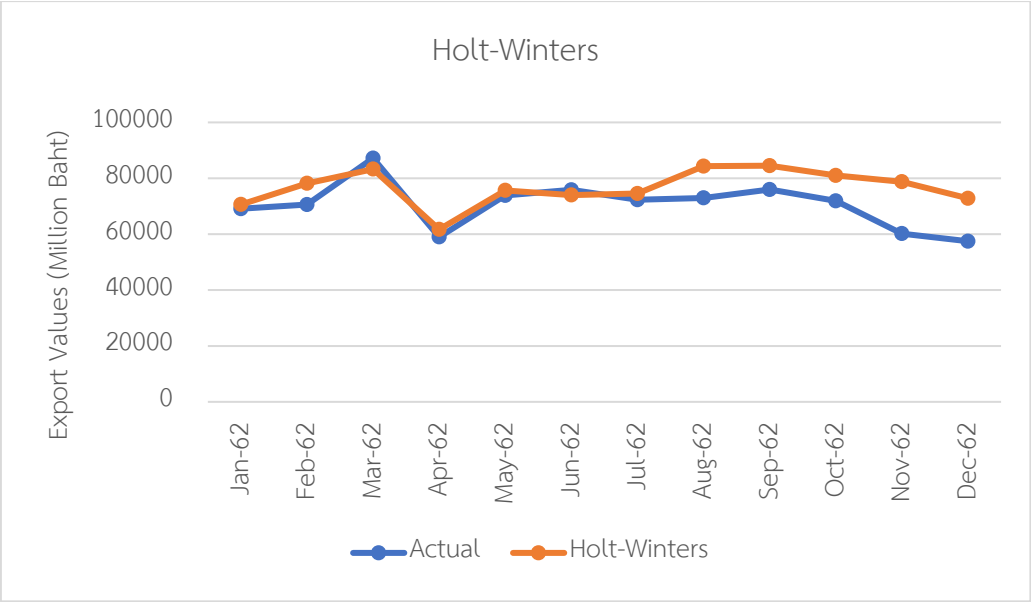
สำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะมีแนวโน้มและฤดูกาล ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลที่คงที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวกในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ค่าพารามิเตอร์ (α β และ γ) ในการปรับเรียบได้มาจากโปรแกรม R โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลที่ใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปประเทศออสเตรเลีย และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปประเทศญี่ปุ่น แสดงดังในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

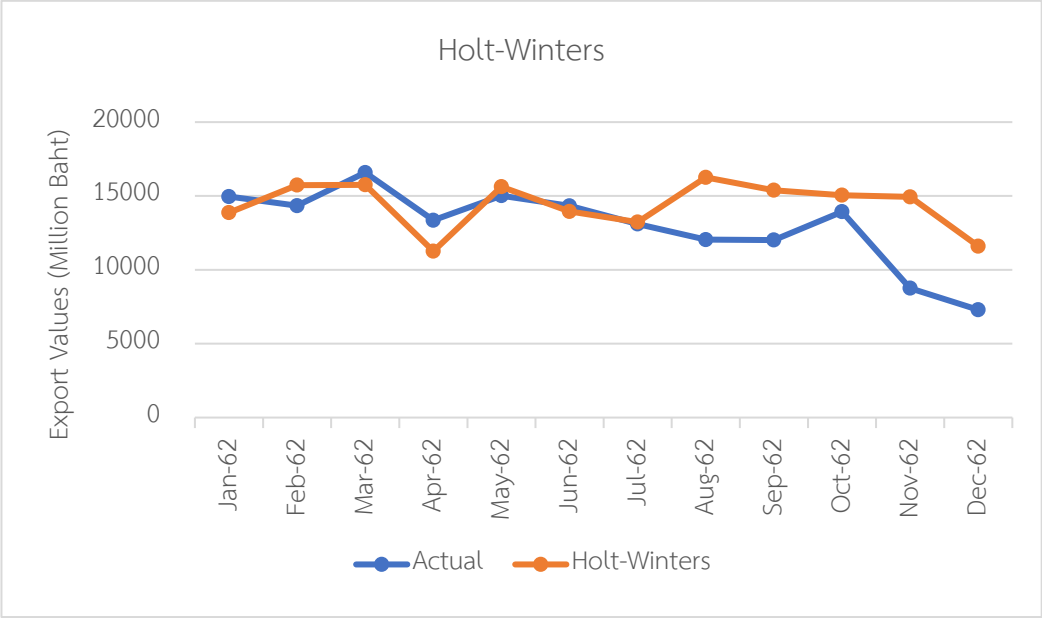
มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ	α	β	γ
โดยรวมของประเทศไทย	0.428404	0.02679716	0.3399548
ไปประเทศออสเตรเลีย	0.438139	0.013756	0.427671
ไปประเทศญี่ปุ่น	0.288045	0.03150242	0.8552288

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

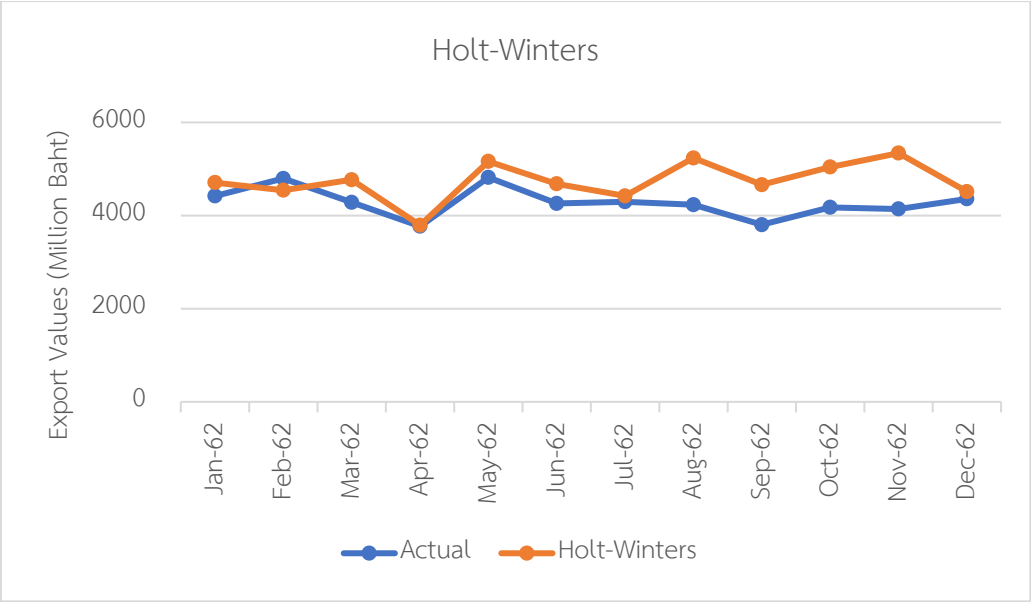
เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 19 20 และ 21 ตามลำดับ



รูปที่ 19 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์



รูปที่ 20 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์



รูปที่ 21 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

4.3 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA

จากการศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากคำสั่ง auto.arima ในโปรแกรม R Studio มีตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้หลายตัวแบบ เมื่อพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมโดยใช้ค่า Corrected for Akaike's Information Criterion (AICc) ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นตัวปรับแก้ความเอนเอียงของ AIC เพื่อปรับค่าของการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น พบว่า ตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น คือ SARIMA $(1,1,1)(0,0,2)_{12}$ SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ และ SARIMA $(0,1,1)(2,0,0)_{12}$ มีค่า AICc เท่ากับ 2,756.44 2,393.224 และ 2,119.27 ตามลำดับ ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะแสดงในรูปที่ 22 23 และ 24 ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบว่าตัวแบบที่จะนำไปใช้พยากรณ์ว่ามีความเหมาะสมในการพยากรณ์กับข้อมูล โดยการวิเคราะห์ ACF PACF จะต้องไม่เหลือรูปแบบของแนวโน้มหรือฤดูกาลเหลืออยู่ในส่วนเหลือของตัวแบบ (Residual) และการกระจายตัวของส่วนที่เหลือของตัวแบบจะต้องอยู่รูปของ Normal Distribution ดังแสดงในรูปที่ 25 26 และ 27 ตามลำดับ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ SARIMA $(1,1,1)(0,0,2)_{12}$ SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ และ SARIMA $(0,1,1)(2,0,0)_{12}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพยากรณ์ ค่าส่วนเหลือของตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบ มีการกระจายตัวของส่วนเหลืออยู่ในรูปปกติ และค่า ACF PACF ไม่เหลือรูปแบบของแนวโน้มและฤดูกาลทั้งคู่

```
ARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,0)            with drift         : 2811.295
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12] with drift         : 2774.034
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12] with drift         : 2766.837
ARIMA(0,1,0)                               : 2809.288
ARIMA(0,1,1)            with drift         : 2772.494
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,1)(0,0,2)[12] with drift         : 2758.484
ARIMA(0,1,1)(1,0,2)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,0)(0,0,2)[12] with drift         : 2793.746
ARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,2)(0,0,2)[12] with drift         : 2757.637
ARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] with drift         : 2766.602
ARIMA(0,1,2)(1,0,2)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12] with drift         : 2759.252
ARIMA(0,1,3)(0,0,2)[12] with drift         : 2759.516
ARIMA(1,1,3)(0,0,2)[12] with drift         : 2761.171
ARIMA(0,1,2)(0,0,2)[12]                    : 2756.556
ARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12]                    : 2765.254
ARIMA(0,1,2)(1,0,2)[12]                    : Inf
ARIMA(0,1,2)(1,0,1)[12]                    : Inf
ARIMA(0,1,1)(0,0,2)[12]                    : 2756.737
ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12]                    : 2757.627
ARIMA(0,1,3)(0,0,2)[12]                    : 2758.747
ARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12]                    : 2756.444
ARIMA(1,1,1)(0,0,1)[12]                    : 2765.239
ARIMA(1,1,1)(1,0,2)[12]                    : Inf
ARIMA(1,1,1)(1,0,1)[12]                    : Inf
ARIMA(1,1,0)(0,0,2)[12]                    : 2773.38
ARIMA(2,1,1)(0,0,2)[12]                    : 2758.477
ARIMA(0,1,0)(0,0,2)[12]                    : 2791.638
ARIMA(2,1,0)(0,0,2)[12]                    : 2763.818
ARIMA(2,1,2)(0,0,2)[12]                    : 2759.573

Best model: ARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12]
```

รูปที่ 22 ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

```
ARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : 2403.503
ARIMA(0,1,0)            with drift         : 2450.32
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12] with drift         : 2408.032
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12] with drift         : 2396.535
ARIMA(0,1,0)                               : 2448.266
ARIMA(0,1,1)            with drift         : 2404.1
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12] with drift         : 2398.569
ARIMA(0,1,1)(0,0,2)[12] with drift         : 2398.545
ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] with drift         : 2395.293
ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] with drift         : 2396.765
ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12] with drift         : 2433.769
ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12] with drift         : 2397.37
ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] with drift         : 2397.349
ARIMA(1,1,2)(1,0,0)[12] with drift         : 2399.285
ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]                    : 2393.224
ARIMA(0,1,1)                               : 2402.64
ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12]                    : 2394.655
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12]                    : 2396.61
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12]                    : 2394.502
ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12]                    : Inf
ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[12]                    : 2431.674
ARIMA(1,1,1)(1,0,0)[12]                    : 2395.26
ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12]                    : 2395.237
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12]                    : 2405.904
ARIMA(1,1,2)(1,0,0)[12]                    : 2397.118

Best model: ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]
```

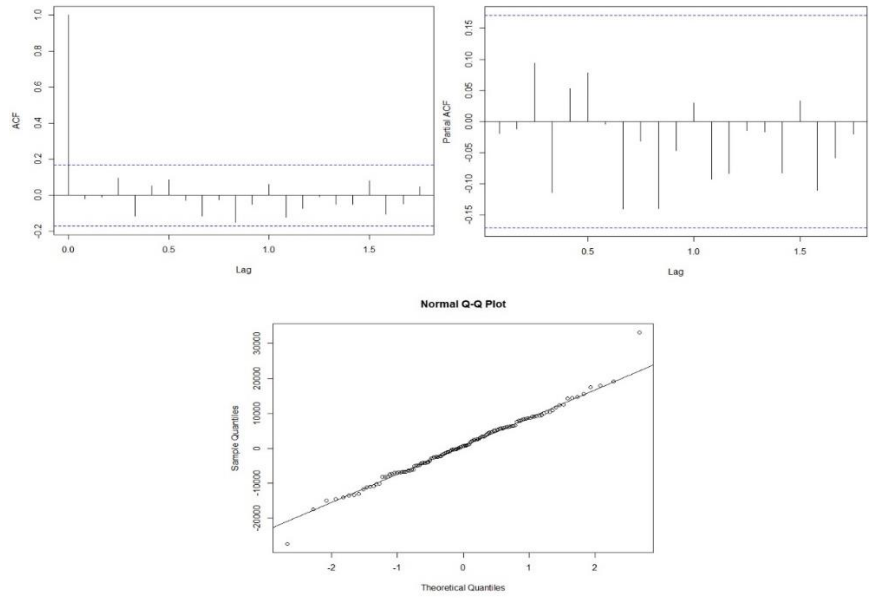
รูปที่ 23 ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

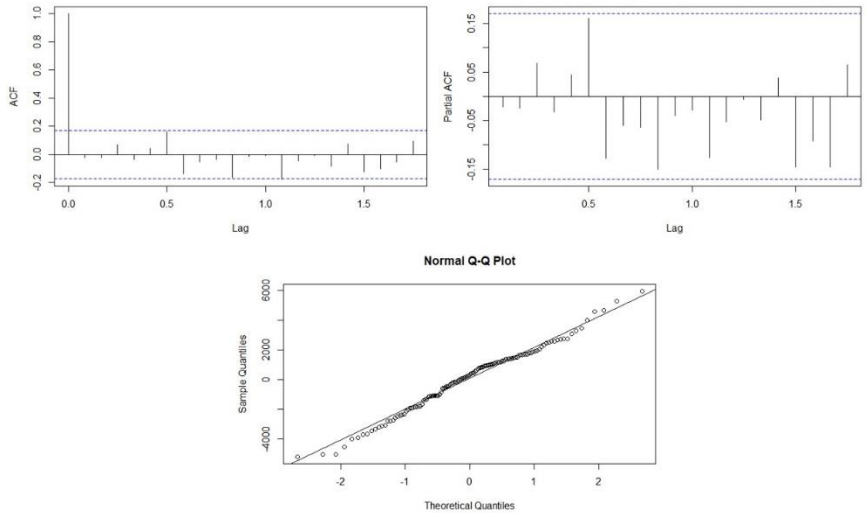
```
ARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : 2127.894
ARIMA(0,1,0)            with drift         : 2172.951
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12] with drift         : 2139.302
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12] with drift         : 2130.933
ARIMA(0,1,0)                               : 2170.924
ARIMA(2,1,2)(0,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] with drift         : 2133.096
ARIMA(2,1,2)(2,0,1)[12] with drift         : Inf
ARIMA(2,1,2)(1,0,2)[12] with drift         : 2127.385
ARIMA(2,1,2)(0,0,2)[12] with drift         : Inf
ARIMA(2,1,2)(2,0,2)[12] with drift         : Inf
ARIMA(1,1,2)(1,0,2)[12] with drift         : 2125.356
ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12] with drift         : 2127.481
ARIMA(1,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : 2125.838
ARIMA(1,1,2)(2,0,2)[12] with drift         : 2127.599
ARIMA(1,1,2)(0,0,1)[12] with drift         : 2133.931
ARIMA(1,1,2)(2,0,1)[12] with drift         : 2125.312
ARIMA(1,1,2)(2,0,0)[12] with drift         : 2123.731
ARIMA(1,1,2)(1,0,0)[12] with drift         : 2130.957
ARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] with drift         : 2122.904
ARIMA(0,1,2)(1,0,0)[12] with drift         : 2129.954
ARIMA(0,1,2)(2,0,1)[12] with drift         : 2124.411
ARIMA(0,1,2)(1,0,1)[12] with drift         : 2124.601
ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] with drift         : 2121.267
ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] with drift         : 2127.935
ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12] with drift         : 2122.361
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12] with drift         : 2122.445
ARIMA(0,1,0)(2,0,0)[12] with drift         : 2162.309
ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12] with drift         : 2122.793
ARIMA(1,1,0)(2,0,0)[12] with drift         : 2136.726
ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12]                    : 2119.266
ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]                    : 2125.952
ARIMA(0,1,1)(2,0,1)[12]                    : 2120.325
ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12]                    : 2120.393
ARIMA(0,1,0)(2,0,0)[12]                    : 2160.189
ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12]                    : 2120.83
ARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12]                    : 2120.918
ARIMA(1,1,0)(2,0,0)[12]                    : 2134.594
ARIMA(1,1,2)(2,0,0)[12]                    : 2121.691

Best model: ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12]
```

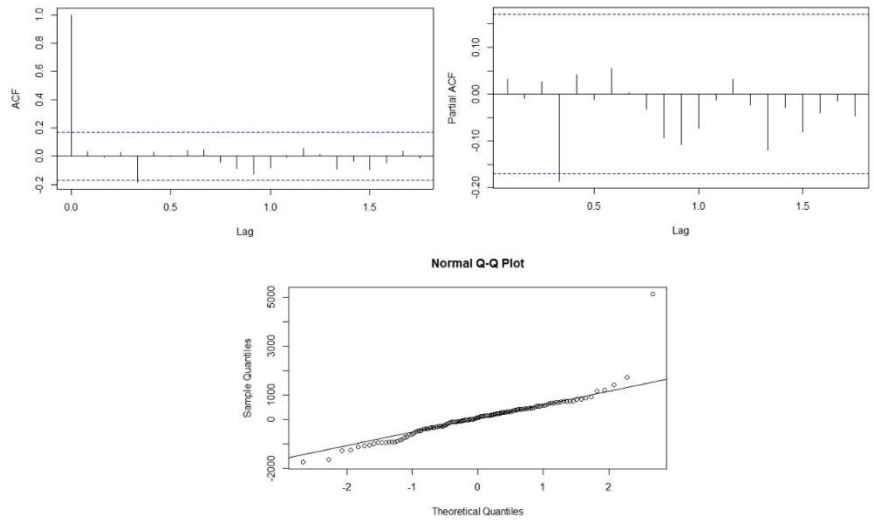
รูปที่ 24 ตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 25 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย



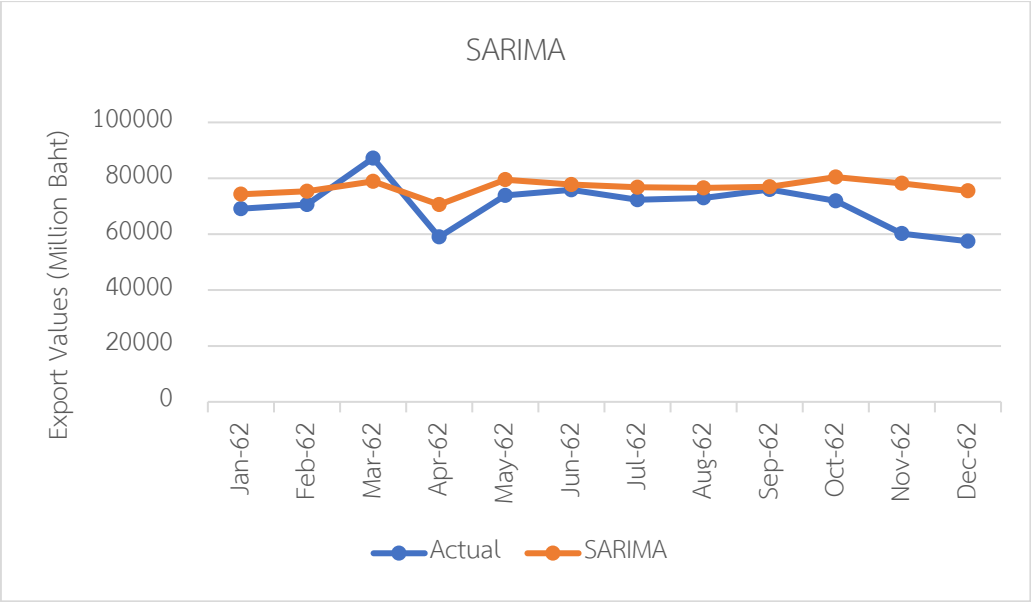
รูปที่ 26 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย



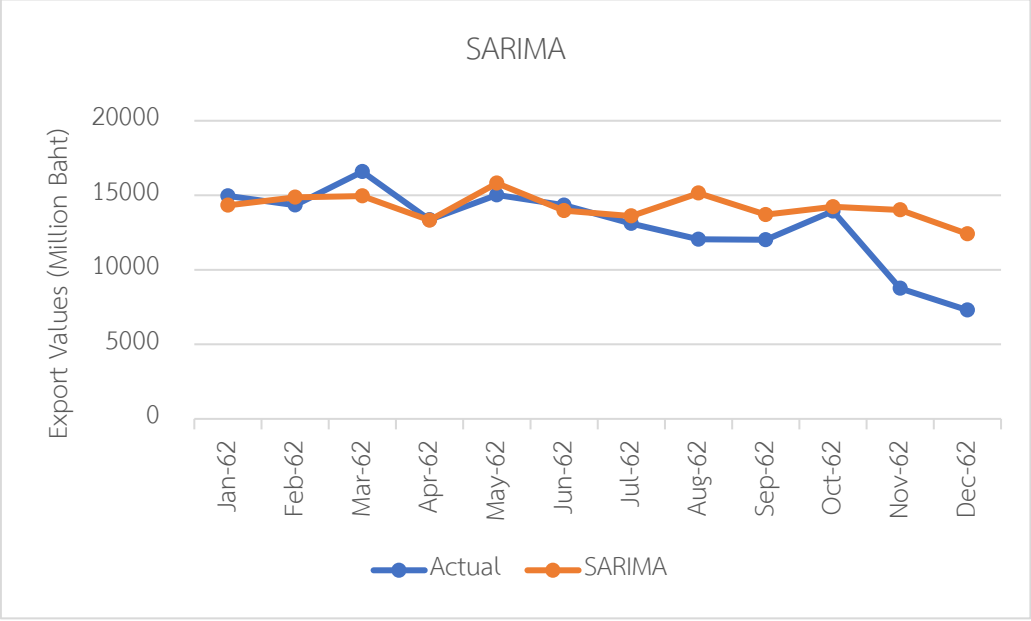
รูปที่ 27 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 28 29 และ 30 ตามลำดับ

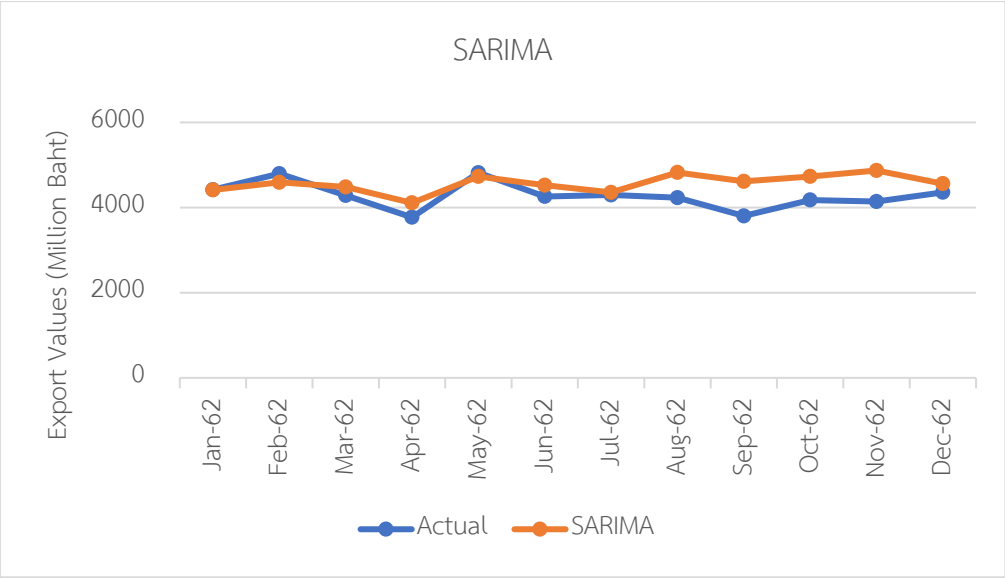
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 28 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี SARIMA



รูปที่ 29 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA



รูปที่ 30 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA

4.4 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากการศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ได้ผลแสดงในรูปที่ 31 32 และ 33 ตามลำดับ โดยใช้วิธีการถดถอยแบบขั้นตอนในการคัดเลือกตัวแปรอิสระ กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยแสดงในรูปที่ 31 พบว่า เมื่อทำการสร้างสมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือก ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย และตัวแปรหุ่นของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ โดยอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยและตัวแปรหุ่นของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าในการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ ขึ้นจะ

ส่งผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยในทิศทางตรงกันข้าม เช่น การเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 โรงงานผลิตรถยนต์หลาย ๆ แห่งรวมถึงโรงงานที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ ได้รับผลกระทบมีการหยุดชะงัก ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้ เนื่องจากน้ำท่วมในพื้นที่นั้น ๆ แต่ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ตัวแปรหุ่นของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน สำหรับตัวแปรอิสระอื่นที่ถูกคัดเลือกผู้วิจัยมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันกับที่ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ เช่น หากยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทยมีลดลง รถยนต์จะสามารถส่งออกได้เพิ่มขึ้น ทำให้มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบเพิ่มขึ้น มีค่า R-sq (adj) เท่ากับ 86.39% ซึ่งตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกสามารถอธิบายความสัมพันธ์กับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย สมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย = -13813 + 4673 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ - 869 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน – 39233 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ - 368473 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง + 0.2953 ปริมาณผลิตรถยนต์ในประเทศไทย - 0.1403 ยอดขายรถยนต์ในประเทศไทย + 4963 ตัวแปรหุ่นของเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ (13)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0.05, α to remove = 0.05

Regression Equation

all_expval = -13813 + 4673 usd - 869 jp - 39233 php - 368473 viet + 0.2953 vol - 0.1403 sale + 4963 event

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-13813	17701	-0.78	0.437	
usd	4673	461	10.13	0.000	2.11
jp	-869	183	-4.76	0.000	1.50
php	-39233	15863	-2.47	0.015	1.38
viet	-368473	44432	-8.29	0.000	2.39
vol	0.2953	0.0283	10.44	0.000	4.73
sale	-0.1403	0.0485	-2.89	0.005	4.88
event	4963	1621	3.06	0.003	1.40

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6438.82	87.12%	86.39%	85.44%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	7	34769115522	4967016503	119.81	0.000
usd	1	4254876704	4254876704	102.63	0.000
jp	1	938880771	938880771	22.65	0.000
php	1	253592145	253592145	6.12	0.015
viet	1	2851224196	2851224196	68.77	0.000
vol	1	4521439012	4521439012	109.06	0.000
sale	1	347059871	347059871	8.37	0.005
event	1	388490717	388490717	9.37	0.003
Error	124	5140846832	41458442		
Total	131	39909962354			

รูปที่ 31 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียแสดงในรูปที่ 32 พบว่า เมื่อทำการสร้างสมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือก ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย ปริมาณเงินของประเทศออสเตรเลีย และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศออสเตรเลีย โดยอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่ง

ดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ปริมาณเงินของประเทศออสเตรเลีย และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศออสเตรเลีย มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย สำหรับยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าหากดัชนีราคาผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้นน่าจะส่งผลให้คนไม่ค่อยซื้อรถเนื่องจากจำเป็นต้องใช้เงินในการใช้จ่ายในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นการใช้รถอาจไม่จำเป็นมาก สำหรับตัวแปรอิสระอื่นที่ถูกคัดเลือก ผู้วิจัยมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันกับที่ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ เช่น หากยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทยมีลดลง รถยนต์จะสามารถส่งออกได้เพิ่มขึ้น ทำให้มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบเพิ่มขึ้นหรือหากปริมาณเงินในประเทศมีจำนวนมากเท่ากับว่ามีเงินอยู่ในระบบค่อนข้างมาก เกิดการจับจ่ายใช้สอย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียมีค่า R-sq (adj) เท่ากับ 80.77% ซึ่งตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกสามารถอธิบายความสัมพันธ์กับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย สมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

มูลค่าการส่งออกรถยนต์อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	=	-20988 + 421 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ + 0.06285 ปริมาณผลิตรถยนต์ในประเทศไทย - 0.0554 ยอดขายรถยนต์ในประเทศไทย + 0.7455 ปริมาณเงินของประเทศออสเตรเลีย + 164277 ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศออสเตรเลีย	(14)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0.05, α to remove = 0.05

Regression Equation

aus_expval = -20988 + 421 usd + 0.06285 vol - 0.0554 sale + 0.7455 m3_aus + 164277 cpi_aus

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-20988	4121	-5.09	0.000	
usd	421	121	3.47	0.001	1.76
vol	0.06285	0.00794	7.91	0.000	4.52
sale	-0.0554	0.0132	-4.19	0.000	4.39
m3_aus	0.7455	0.0663	11.24	0.000	1.90
cpi_aus	164277	42849	3.83	0.000	1.19

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1849.80	81.50%	80.77%	79.93%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	1899590146	379918029	111.03	0.000
usd	1	41289420	41289420	12.07	0.001
vol	1	214135059	214135059	62.58	0.000
sale	1	59958934	59958934	17.52	0.000
m3_aus	1	432111314	432111314	126.28	0.000
cpi_aus	1	50295189	50295189	14.70	0.000
Error	126	431140211	3421748		
Total	131	2330730357			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 32 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 33 พบว่า เมื่อทำการสร้างสมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือก ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศญี่ปุ่น อัตราดอกเบี้ยนโยบายประเทศญี่ปุ่น โดยอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน ปริมาณผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของ

ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น และอัตราดอกเบี้ยนโยบายประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ผู้วิจัยมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันกับที่ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์ เช่น หากอัตราดอกเบี้ยนโยบายในประเทศญี่ปุ่นลดลงจะส่งผลให้คนนำเงินมาใช้จ่ายจับสอยเยอะคนมีความมั่งคั่ง ความต้องการสินค้าจะเพิ่มขึ้นและผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศเพิ่มมากขึ้น เศรษฐกิจมีการเติบโตขึ้นมีเงินหมุนเวียนในระบบมากขึ้น ทำให้มีความต้องการสินค้าเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภค มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นมีค่า R-sq (adj) เท่ากับ 70.85% ซึ่งตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกสามารถอธิบายความสัมพันธ์กับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น สมการถดถอยด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

มูลค่าการส่งออกรถยนต์	=	-19217 + 67.1 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน	
อุปกรณ์และส่วนประกอบ		+ 0.01075 ปริมาณผลิตรถยนต์ในประเทศไทย	
ของประเทศไทยไป		+ 192.3 ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศญี่ปุ่น	(15)
ประเทศญี่ปุ่น		- 812 อัตราดอกเบี้ยนโยบายประเทศญี่ปุ่น	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0.05, α to remove = 0.05

Regression Equation

jpn_expval_1 = -19217 + 67.1 jp + 0.01075 vol + 192.3 gdp_jap - 812 ir_jap

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-19217	4524	-4.25	0.000	
jp	67.1	16.0	4.20	0.000	1.80
vol	0.01075	0.00130	8.30	0.000	1.56
gdp_jap	192.3	43.7	4.40	0.000	1.53
ir_jap	-812	117	-6.93	0.000	1.88

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
514.487	71.74%	70.85%	69.61%

Analysis of Variance

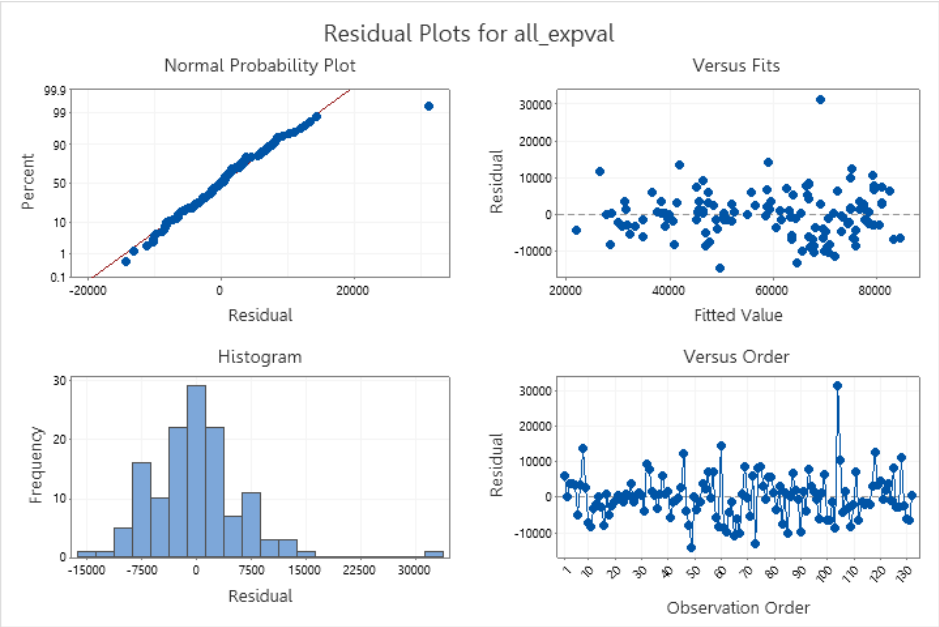
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	85341071	21335268	80.60	0.000
jp	1	4677616	4677616	17.67	0.000
vol	1	18223480	18223480	68.85	0.000
gdp_jap	1	5134746	5134746	19.40	0.000
ir_jap	1	12719143	12719143	48.05	0.000
Error	127	33616503	264697		
Total	131	118957573			

Chulalongkorn University

รูปที่ 33 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

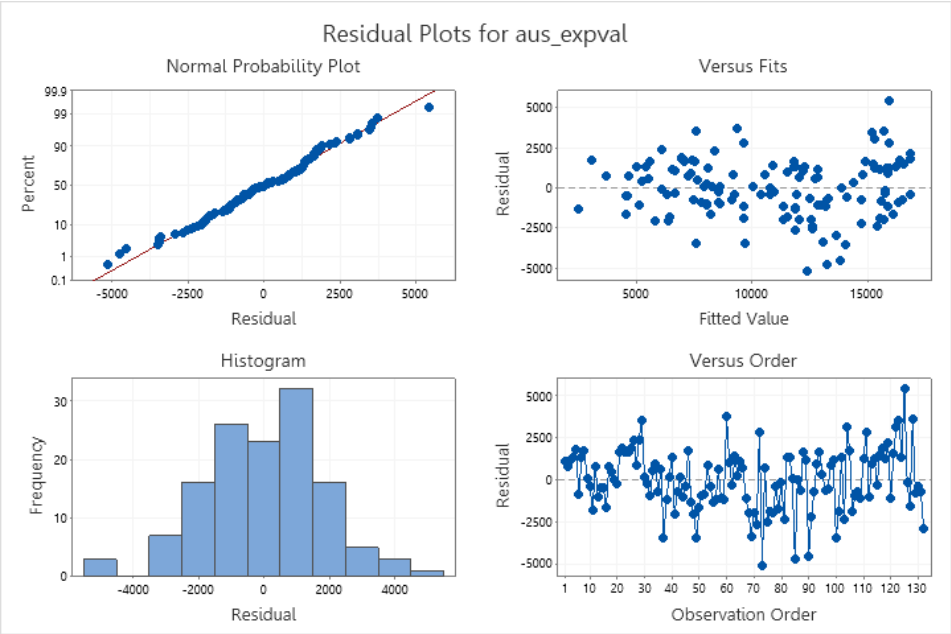
เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้วจะนำไปตรวจสอบส่วนเหลือของตัวแบบ (Residual) ดูความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น จะต้องมีการกระจายตัวของส่วนเหลืออยู่ในรูปแบบปกติ แสดงในรูปที่ 34 35 และ 36 ตามลำดับ จากรูปที่ 34 จะเห็นได้ว่าตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยมีค่าผิดปกติ (Outliers) เป็นส่วนเหลือของตัวแบบที่เกิดจากค่าพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์ เกิดขึ้นอาจส่งผลต่อค่าการพยากรณ์ได้ เมื่อดูจากค่าจริงของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยพบว่าข้อมูลไม่มีค่าผิดปกติเกิดขึ้น

เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 37 38 และ 39 ตามลำดับ

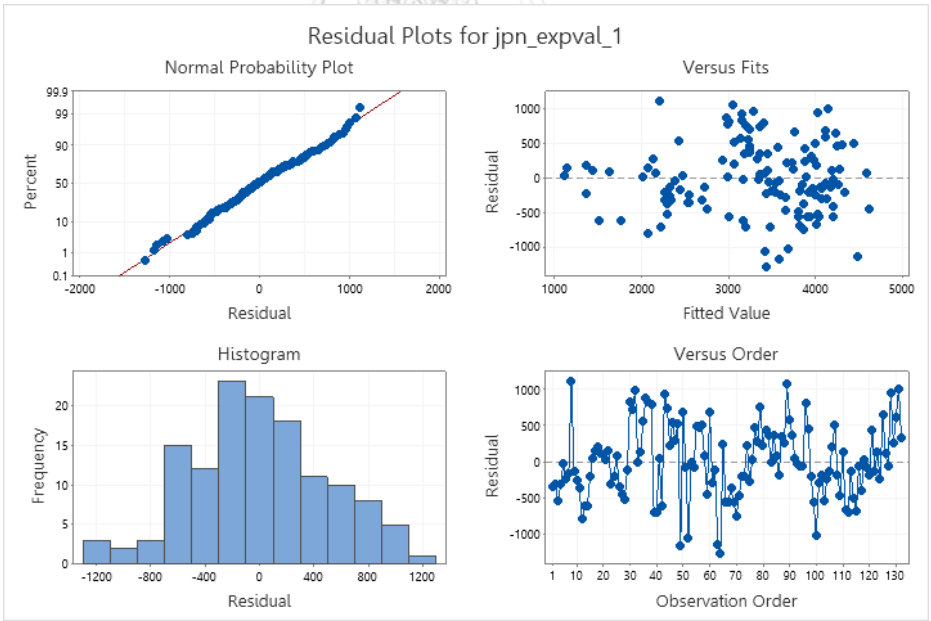


รูปที่ 34 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

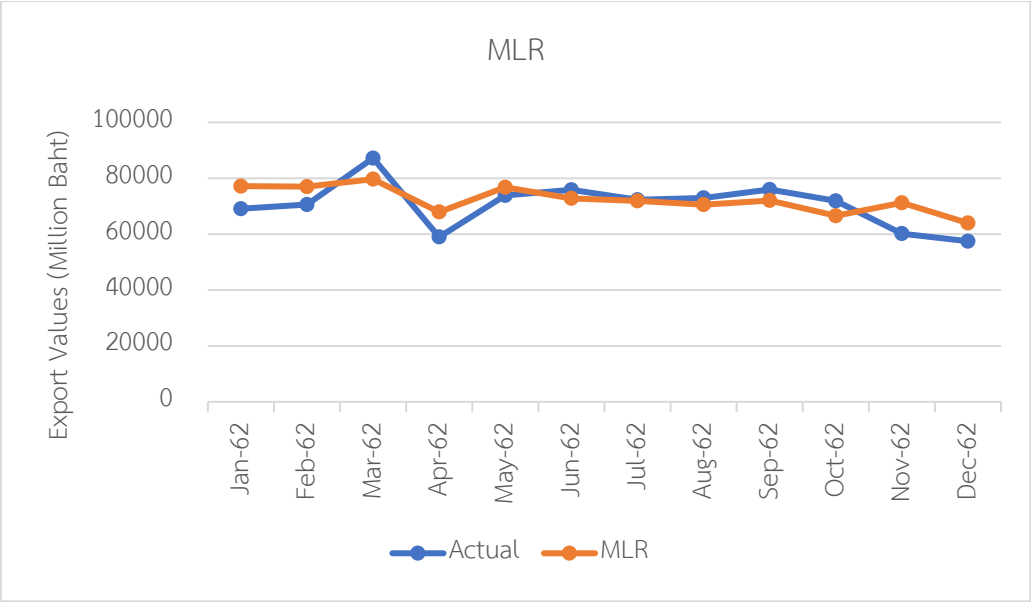
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



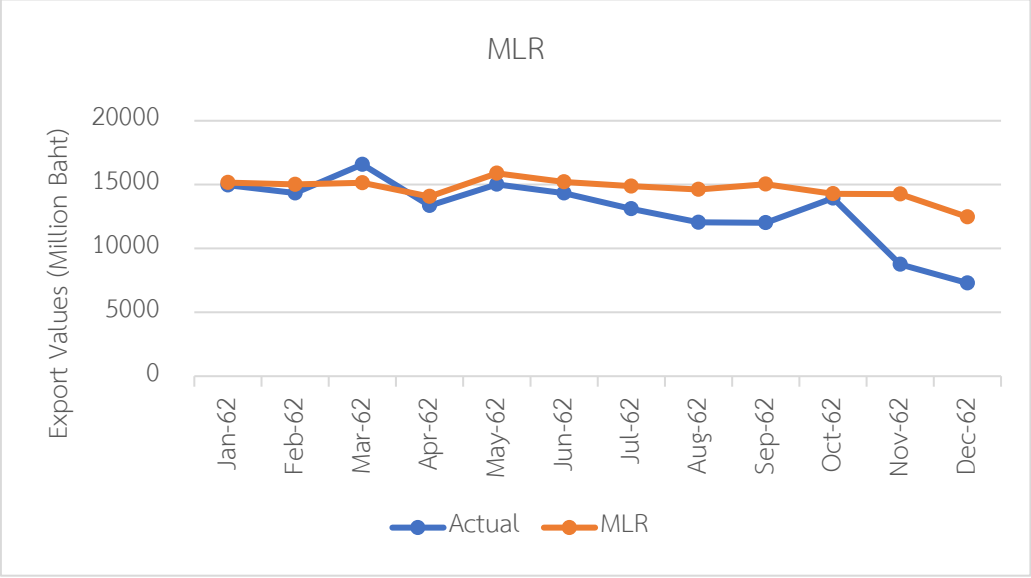
รูปที่ 35 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย



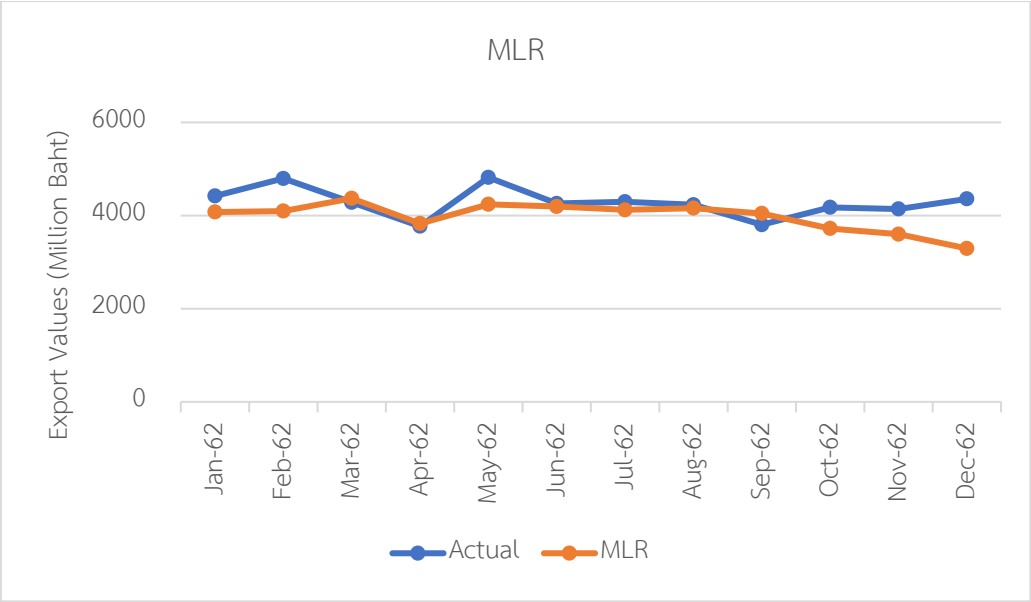
รูปที่ 36 ค่าส่วนเหลือ (Residual) ของตัวแบบพยากรณ์วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 37 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ



รูปที่ 38 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ



รูปที่ 39 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

4.5 ผลศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

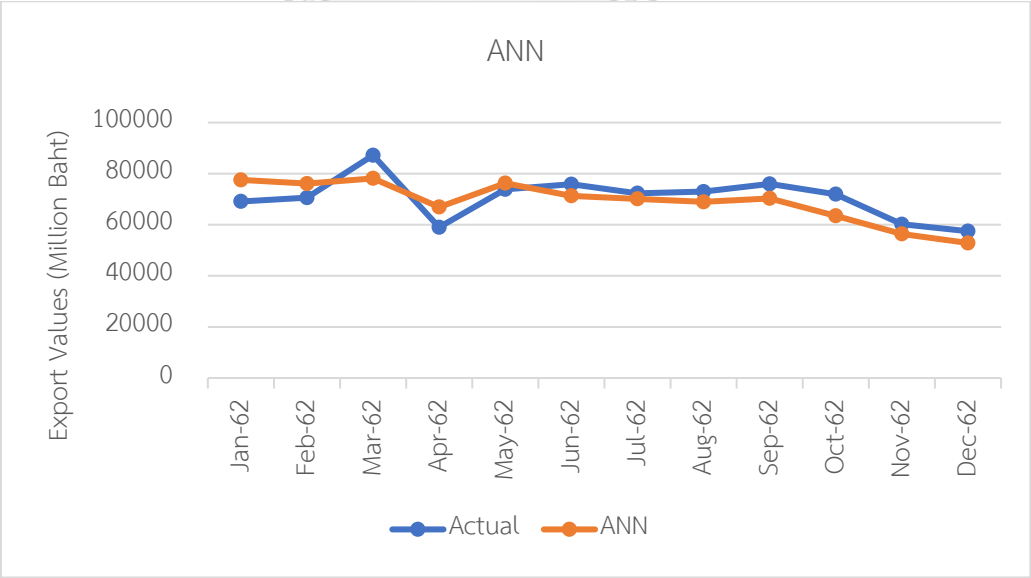
การพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ได้ทำการสร้างตัวแบบและเซ็ตค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ตามในหัวข้อ 3.7.1 จากนั้นได้ใช้ GridsearchCV ในการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูล จะให้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูลแสดงในตารางที่ 13 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 7.93% และ 19.73% ตามลำดับ และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อนคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 8.27% เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 21.17 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 21.18 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 22.01 นาที เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

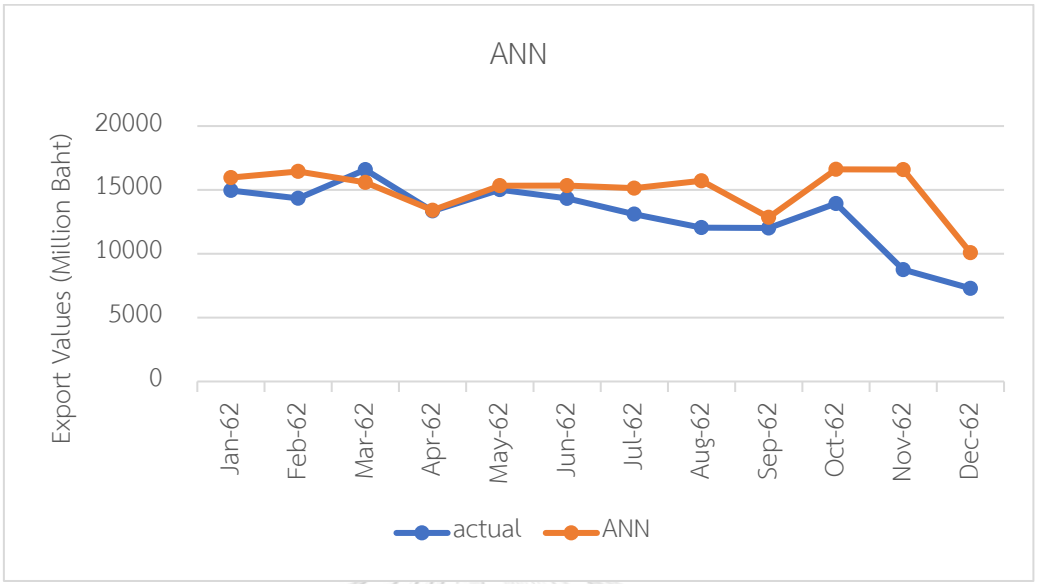
มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 40 41 และ 42 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

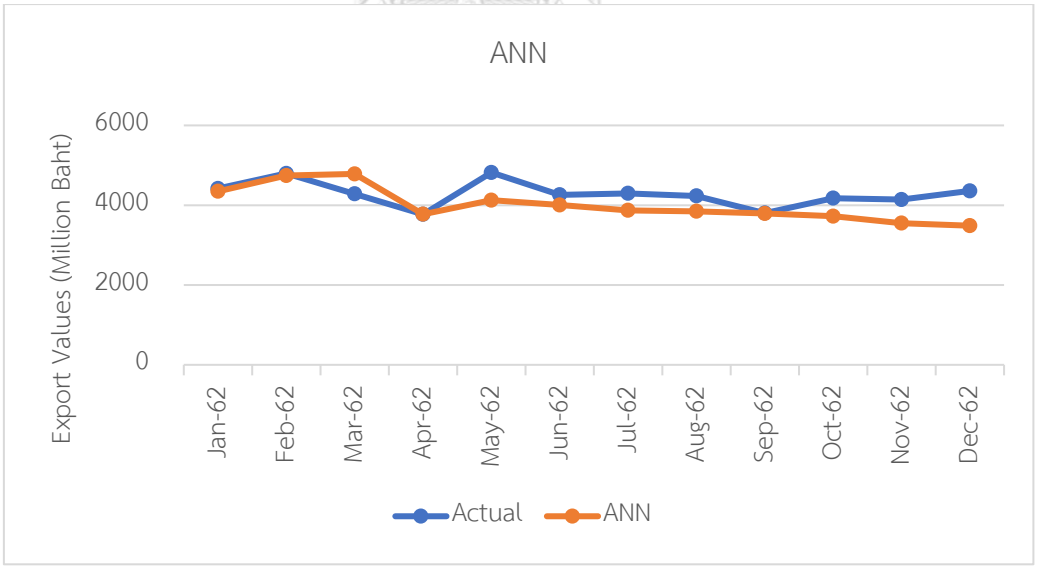
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non-Stepwise
batch_size	48	24	96
epoch	75	25	50
numLayers	2	2	2
hidden_units	30	30	50
activation	‘elu’	‘elu’	‘selu’
MAPE	7.93%	19.73%	8.27%



รูปที่ 40 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 41 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 42 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

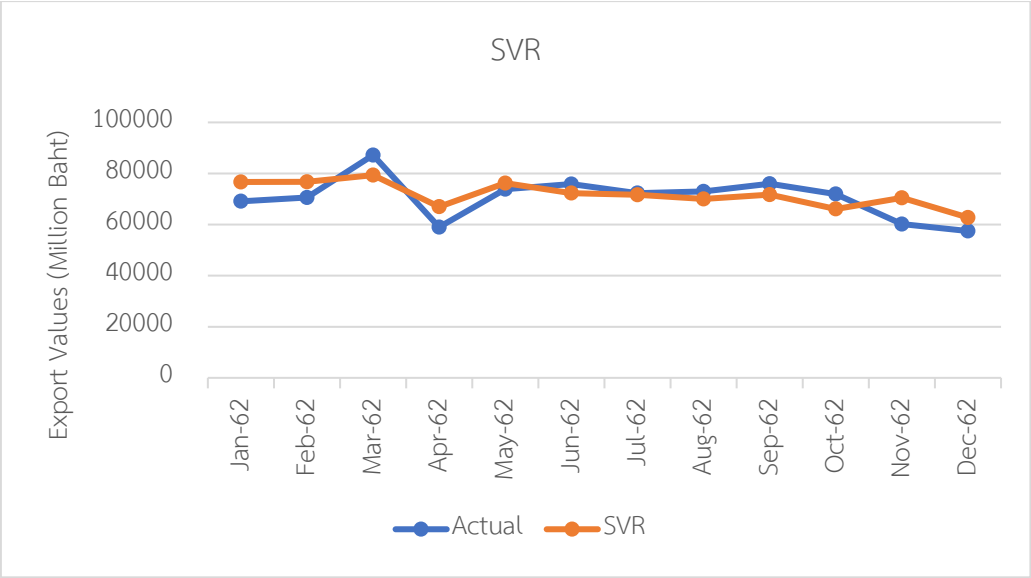
4.6 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

การพยากรณ์ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน ได้ทำการสร้างตัวแบบและเซ็ตค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ตามในหัวข้อ 3.7.2 จากนั้นได้ใช้ GridsearchCV ในการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูล จะให้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูลแสดงในตารางที่ 14 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 7.91% และ 20.43% ตามลำดับ และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อนคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 9.24% เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 15.53 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 15.49 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 14.57 นาที เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 43 44 และ 45 ตามลำดับ

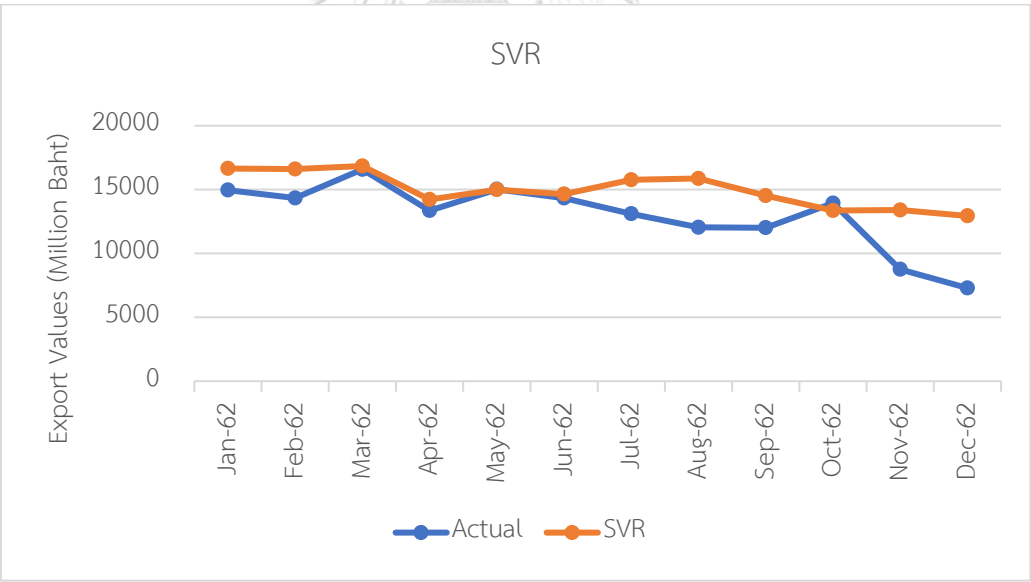
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 14 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

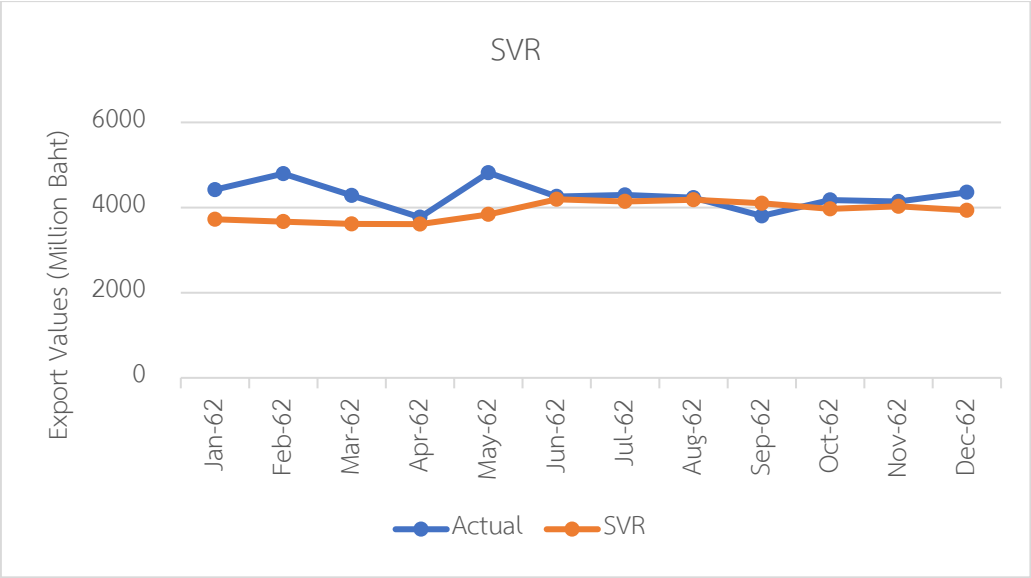
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non-Stepwise
kernel	‘rbf’	‘rbf’	‘rbf’
C	0.1	1	0.1
gamma	0.01	0.01	1
degree	1	1	1
MAPE	7.91%	20.43%	9.24%



รูปที่ 43 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน



รูปที่ 44 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน



รูปที่ 45 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

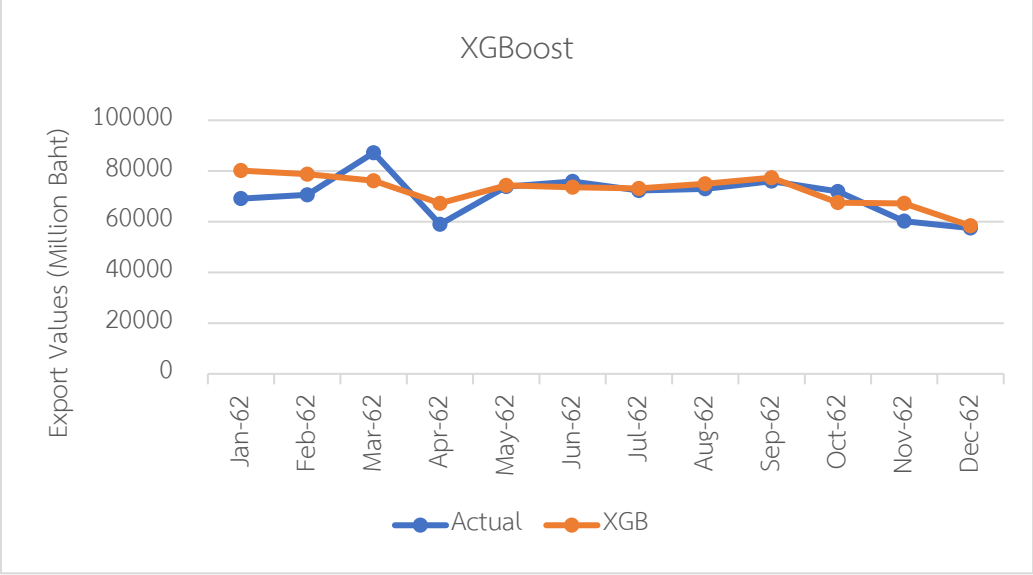
4.7 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี XGBoost

การพยากรณ์ด้วยวิธี XGBoost ได้ทำการสร้างตัวแบบและเซ็ตค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ตามในหัวข้อ 3.7.3 จากนั้นได้ใช้ GridsearchCV ในการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูล จะให้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูลแสดงในตารางที่ 15 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 6.90% และ 18.98% ตามลำดับ และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อนคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 7.14% เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 7.21 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 7.41 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 7.28 นาที เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน

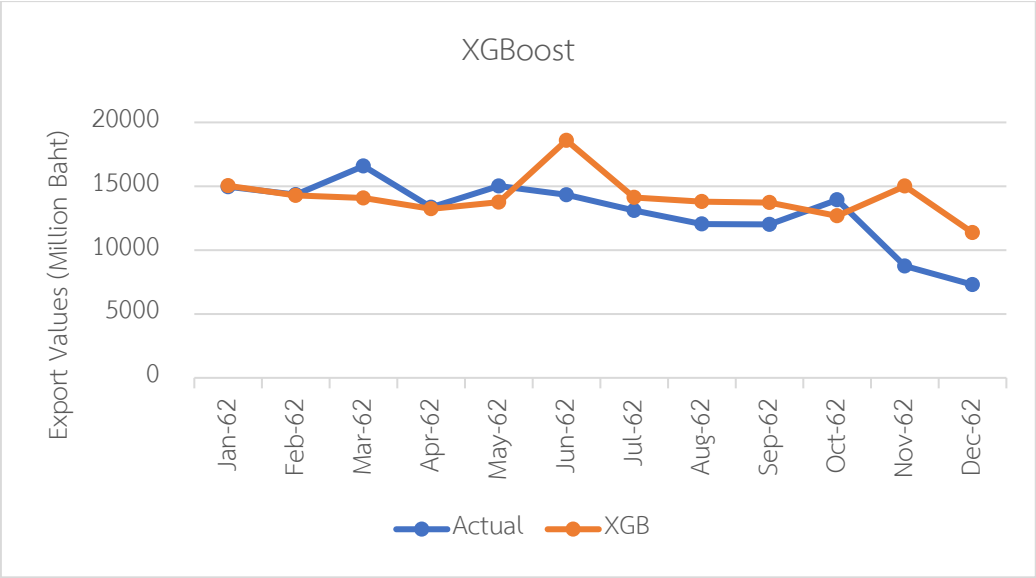
ธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น แสดงในรูปที่ 46 47 และ 48 ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธี XGBoost

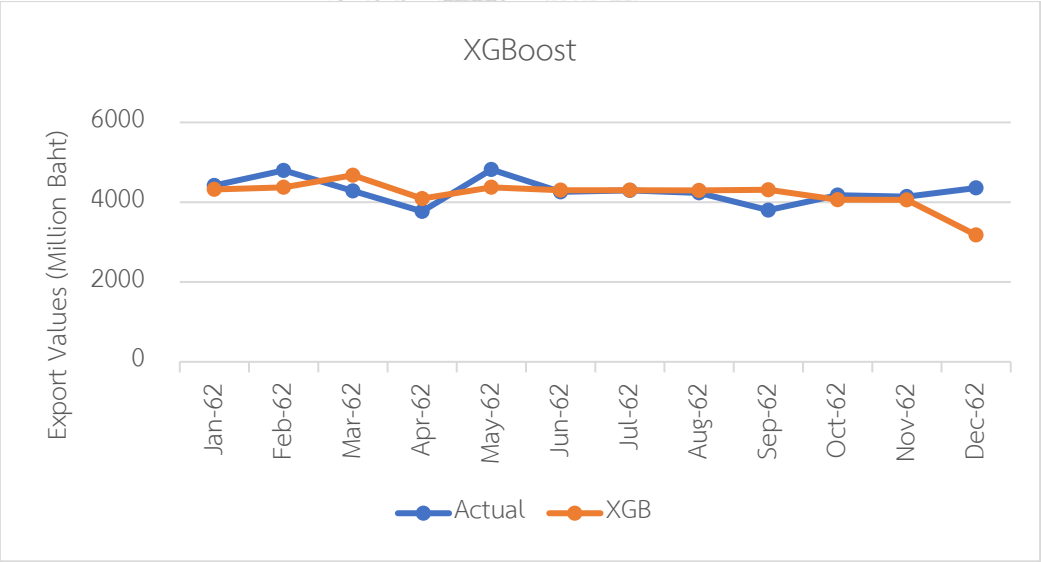
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non-Stepwise
n_estimators	200	300	500
learning_rate	0.3	0.5	0.1
subsample	0.3	0.7	0.9
MAPE	6.90%	18.99%	7.14%



รูปที่ 46 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี XGBoost



รูปที่ 47 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGBoost



รูปที่ 48 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGBoost

4.8 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธี LSTM

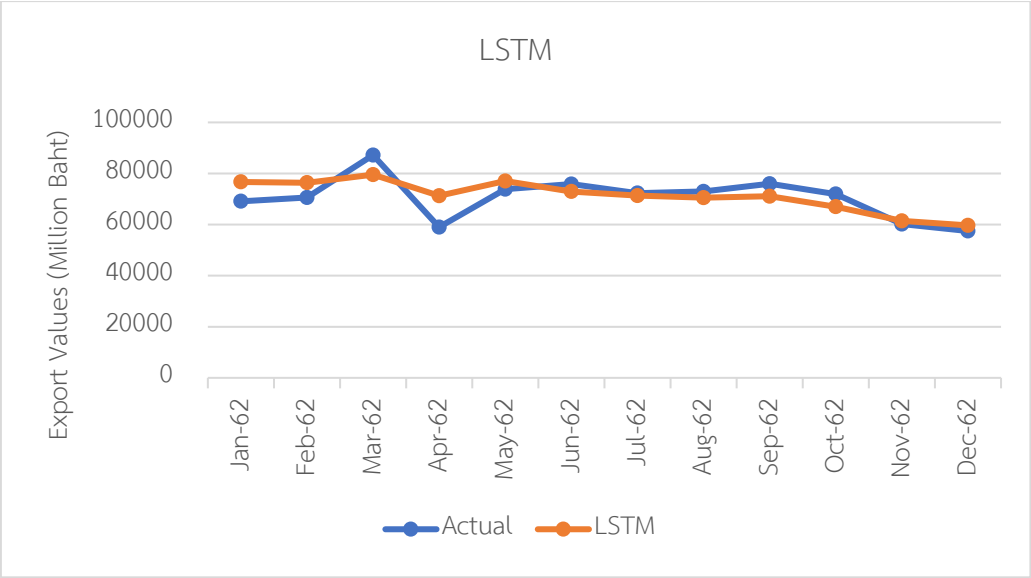
การพยากรณ์ด้วยวิธี LSTM ได้ทำการสร้างตัวแบบและเซ็ตค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ตามในหัวข้อ 3.7.4 ในการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูล เนื่องจากวิธี LSTM ไม่สามารถใช้งานร่วมกับ GridsearchCV ได้ จึงใช้ for loop ในการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ เพราะ

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ LSTM ข้อมูลจะอยู่ในรูป 3D ซึ่งการใช้ GridsearchCV จะใช้งานได้กับข้อมูลที่อยู่ในรูป 2D จะให้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูลแสดงในตารางที่ 16 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 6.73% และ 17.80% ตามลำดับ และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดก่อนคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอน มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 6.79% เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 6.45 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 6.61 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 5.02 นาที เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 49 50 และ 51 ตามลำดับ

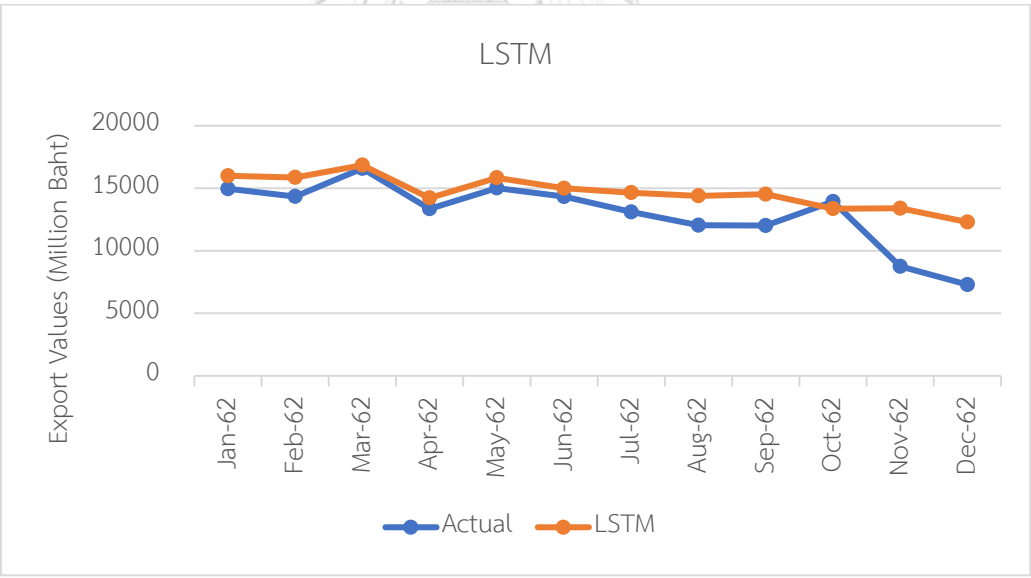
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมและค่า MAPE ของวิธี LSTM

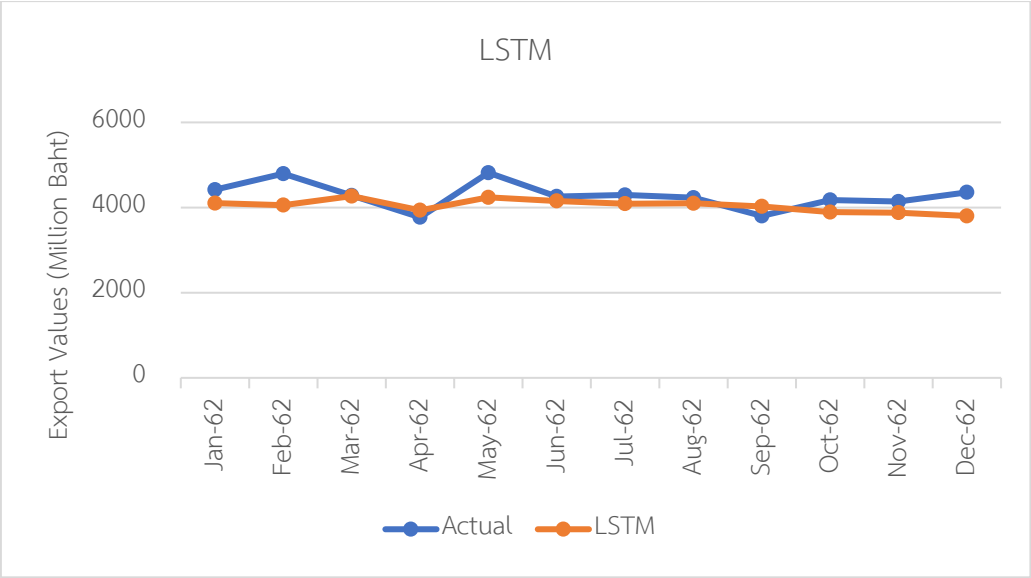
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non-Stepwise
batch_size	64	24	64
epoch	100	50	75
hidden_unit	25	30	25
MAPE	6.73%	17.80%	6.79%



รูปที่ 49 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี LSTM



รูปที่ 50 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM



รูปที่ 51 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM

4.9 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์เดี่ยว

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของแต่ละวิธีพยากรณ์ที่สร้างขึ้น มาพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 วัดค่าความแม่นยำด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จะได้ผลดังในตารางที่ 17 18 และ 19 ตามลำดับ ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ LSTM มีค่า MAPE เท่ากับ 6.73% ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ SARIMA มีค่า MAPE เท่ากับ 16.81% และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ LSTM 6.79% จะเห็นได้ว่าค่า MAPE ของตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียสูงกว่าตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ผู้วิจัยคิดว่าเมื่อแยกส่วนประกอบของข้อมูลในรูปที่ 13 พบว่า ลักษณะของมูลค่าการส่งออก

รถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียมีลักษณะการเคลื่อนไหวของฤดูกาล (Seasonal) ที่ความผันแปรในระหว่างฤดูกาลค่อนข้างสูง และลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้ม (Trend) ที่มีความชันสูง เมื่อเทียบกับการแยกส่วนประกอบของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียในรูปที่ 12 และ 14 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	11.06%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	10.59%
	วิธี SARIMA	11.58%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	8.21%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	7.93%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	7.91%
	วิธี XGBoost	6.90%
	วิธี LSTM	6.73%

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	20.00%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	20.50%
	วิธี SARIMA	16.81%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	19.03%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	19.73%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	20.43%
	วิธี XGBoost	18.99%
	วิธี LSTM	17.80%

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	11.36%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	11.93%
	วิธี SARIMA	8.20%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	8.32%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	8.27%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	9.24%
	วิธี XGBoost	7.14%
	วิธี LSTM	6.79%

4.10 ผลการศึกษาของการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบผสม

โดยทั่วไปวิธีพยากรณ์แบบผสมระหว่างตัวแบบเดี่ยวตั้งแต่ 2 ตัวรวมกันขึ้นไปนั้น จะช่วยให้ผลการพยากรณ์ดีกว่าตัวแบบเดี่ยวเพียงอย่างเดียว ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมตามในหัวข้อ 3.8 ที่ได้กล่าวไว้ จะนำตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด 3 อันดับแรกมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสม จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยในตารางที่ 17 ตัวแบบพยากรณ์ที่จะนำมาผสมได้แก่ วิธี LSTM วิธี XGBoost และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรชชัน (SVR) สำหรับตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด 3 อันดับแรกจากการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นในตารางที่ 18 และ 19 ตามลำดับ ตัวแบบพยากรณ์ที่จะนำมาผสมได้แก่ วิธี LSTM วิธี XGBoost และวิธี SARIMA ซึ่งตัวแบบผสมทั้งหมดที่จะทำการผสมแสดงดังในตารางที่ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 ตัวแบบพยากรณ์ผสมทั้งหมดที่เป็นไปได้

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
วิธีผสม	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
	วิธี LSTM-XGB	วิธี LSTM-XGB	วิธี LSTM-XGB
	วิธี LSTM-SVR	วิธี LSTM-SARIMA	วิธี LSTM-SARIMA
	วิธี XGB-SVR	วิธี XGB-SARIMA	วิธี XGB-SARIMA
	วิธี XGB-LSTM	วิธี XGB-LSTM	วิธี XGB-LSTM
	วิธี SVR-XGB	วิธี SARIMA-LSTM	วิธี SARIMA-LSTM
	วิธี SVR-LSTM	วิธี SARIMA-XGB	วิธี SARIMA-XGB

4.9.1 วิธี LSTM-XGB

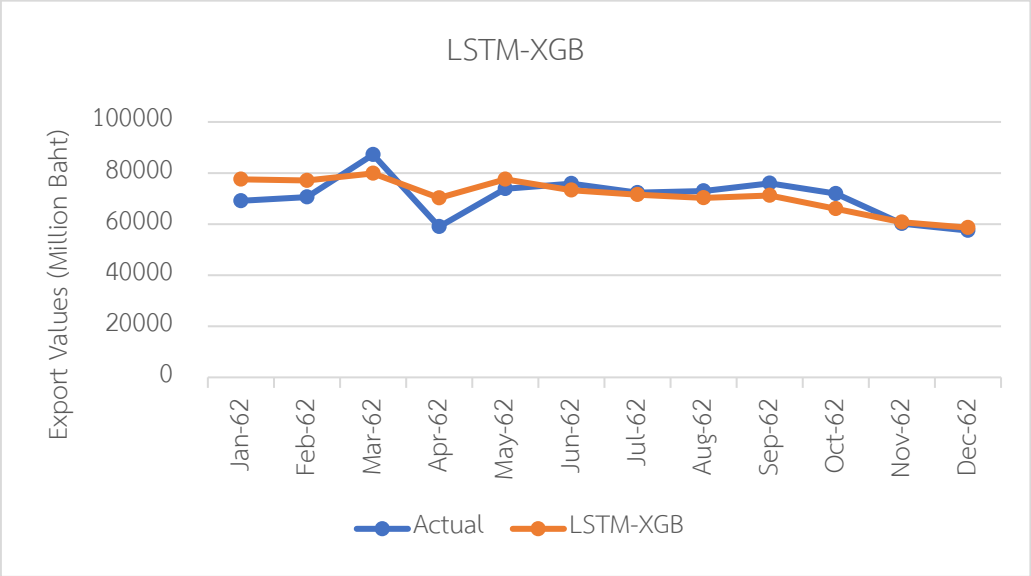
ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น จะใช้วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.8 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม LSTM-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในตารางที่ 21 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 12.47 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 12.31 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 12.54 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

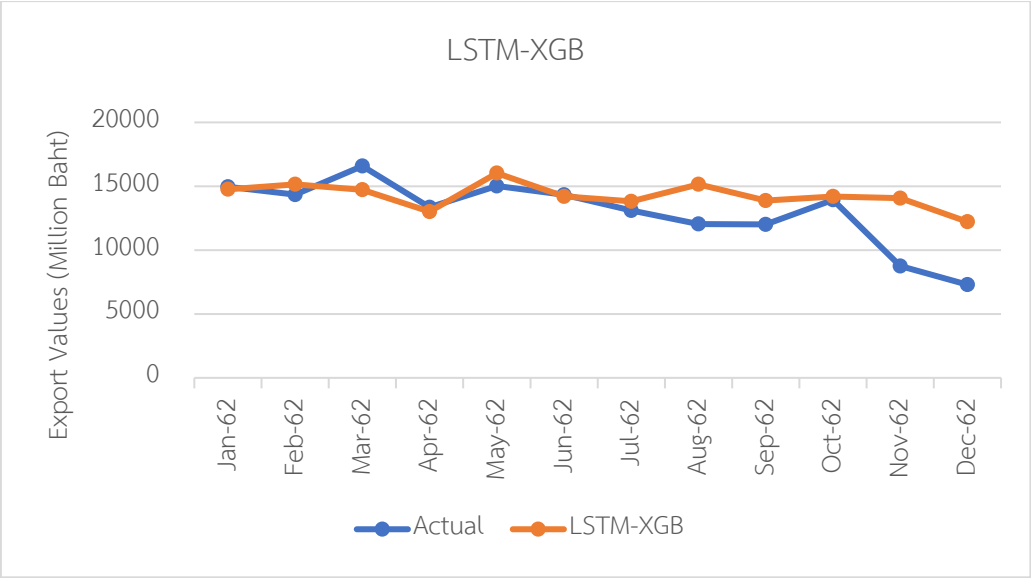
ประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไป ประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 52 53 และ 54 ตามลำดับ

ตารางที่ 21 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB) และค่า MAPE ของวิธี LSTM-XGB

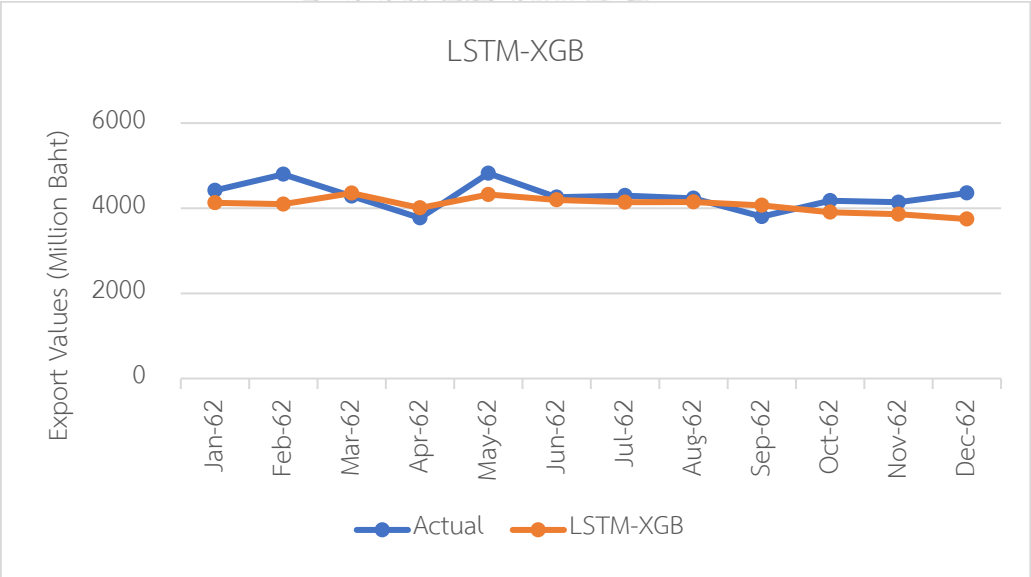
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non-Stepwise
n_estimators	200	100	100
learning_rate	0.01	0.01	0.01
subsample	0.3	0.3	0.2
MAPE	6.63%	17.10%	6.74%



รูปที่ 52 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี LSTM-XGB



รูปที่ 53 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM-XGB



รูปที่ 54 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM-XGB

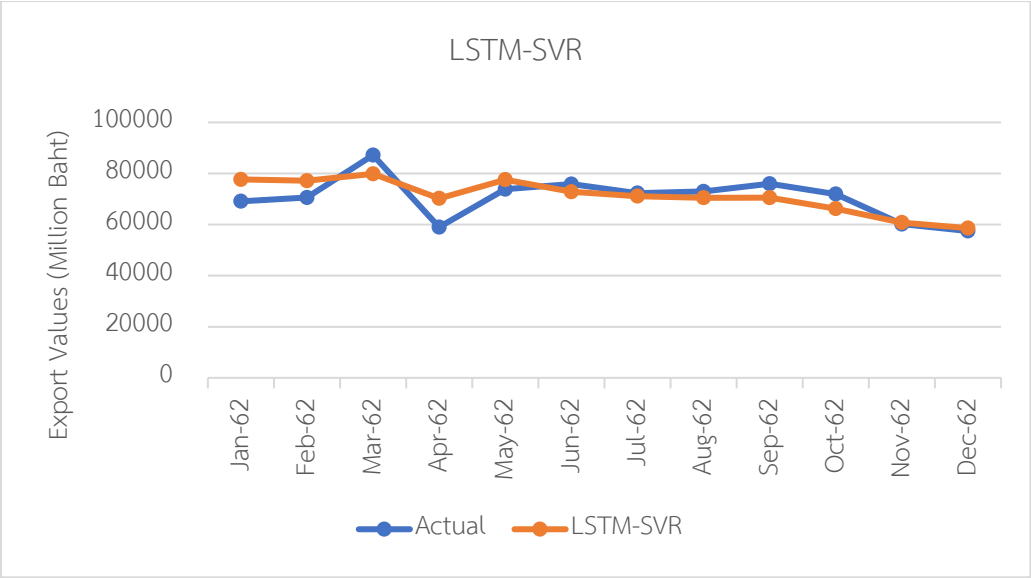
4.9.2 วิธี LSTM-SVR

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-SVR ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.8 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (SVR) เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม LSTM-SVR ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในตารางที่ 22 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 22.20 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยแสดงในรูปที่ 55

ตารางที่ 22 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (SVR) และค่า MAPE ของวิธี LSTM-SVR

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย
ตัวแปรอิสระ	Stepwise
kernel	‘poly’
C	1
gamma	0.01
degree	4
MAPE	6.77%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 55 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี LSTM-SVR

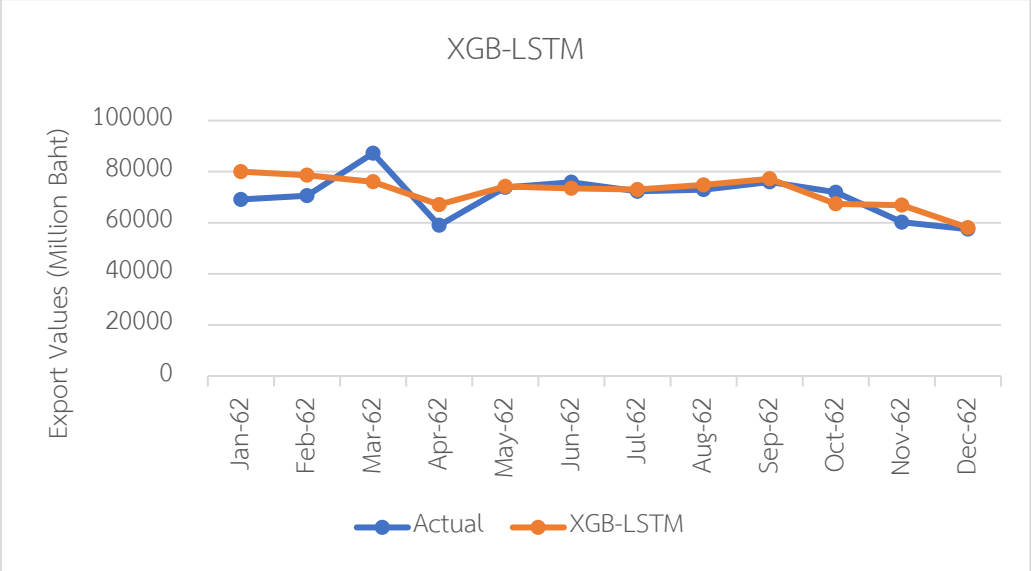
4.9.3 วิธี XGB-LSTM

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี XGB-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น จะใช้วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.7 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม XGB-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในตารางที่ 23 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 11.55 นาที มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 12.10 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 11.59 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง

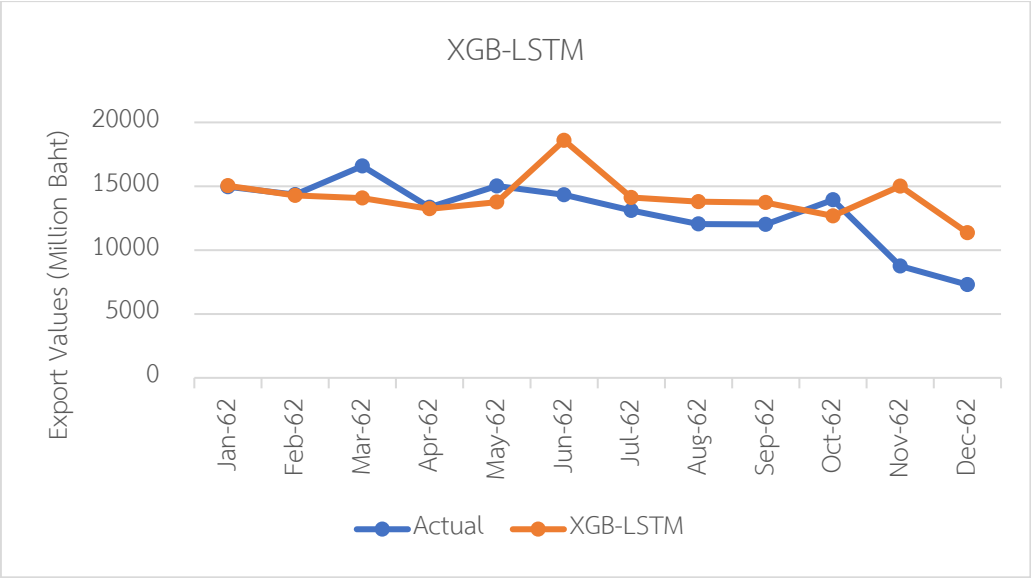
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 56 57 และ 58 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) และค่า MAPE ของวิธี XGB-LSTM

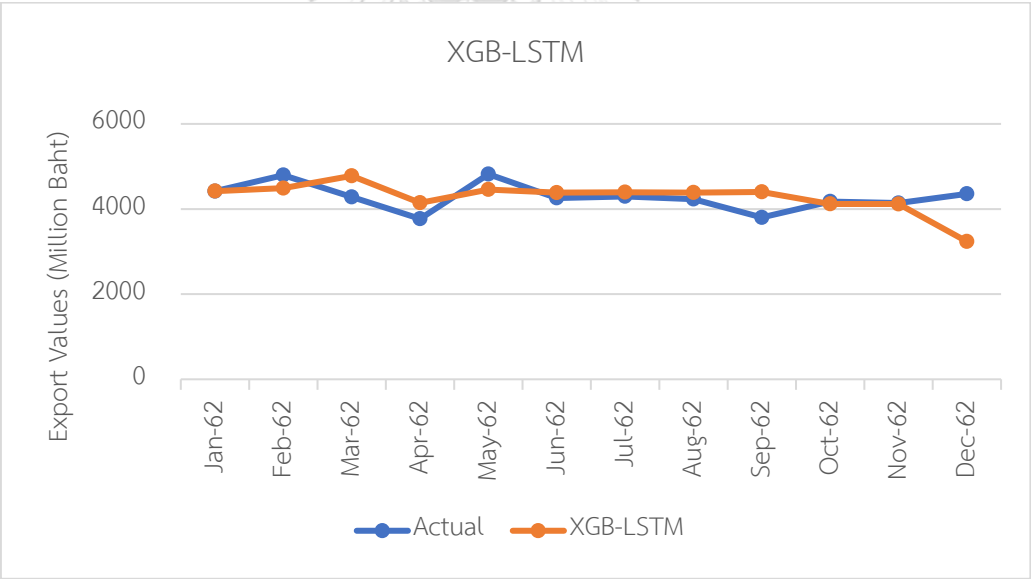
	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ		
	โดยรวมของประเทศไทย	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Stepwise	Non- Stepwise
batch_size	48	24	48
epoch	50	50	75
hidden_unit	25	30	25
MAPE	6.74%	18.98%	7.30%



รูปที่ 56 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี XGB-LSTM



รูปที่ 57 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGB-LSTM



รูปที่ 58 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGB-LSTM

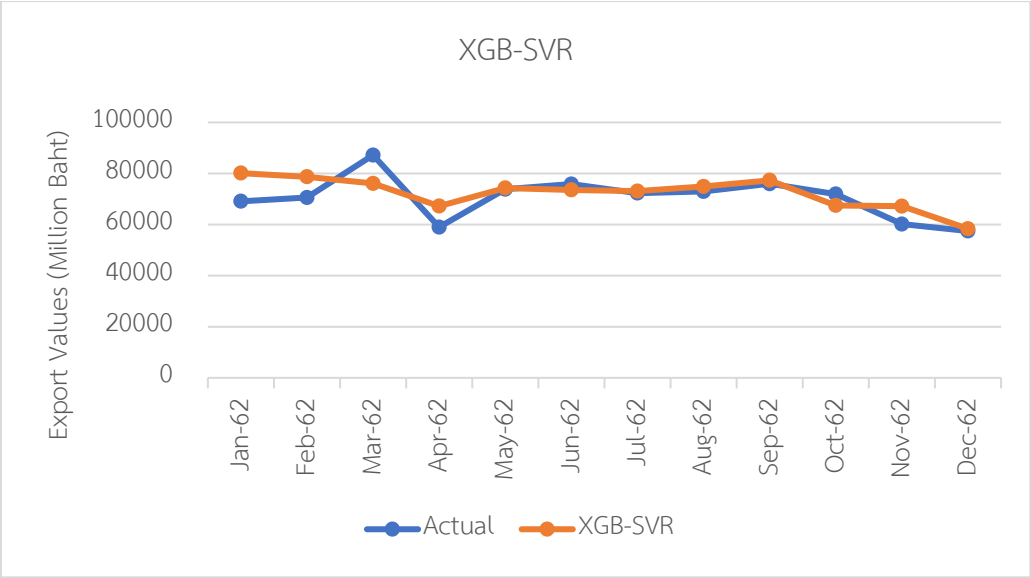
4.9.4 วิธี XGB-SVR

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี XGB-SVR ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.7 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (SVR) เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม XGB-SVR ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในตารางที่ 24 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 23.19 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยแสดงในรูปที่ 59

ตารางที่ 24 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (SVR) และค่า MAPE ของวิธี XGB-SVR

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย
ตัวแปรอิสระ	Stepwise
kernel	‘poly’
C	100
gamma	0.1
degree	3
MAPE	6.89%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 59 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี XGB-SVR

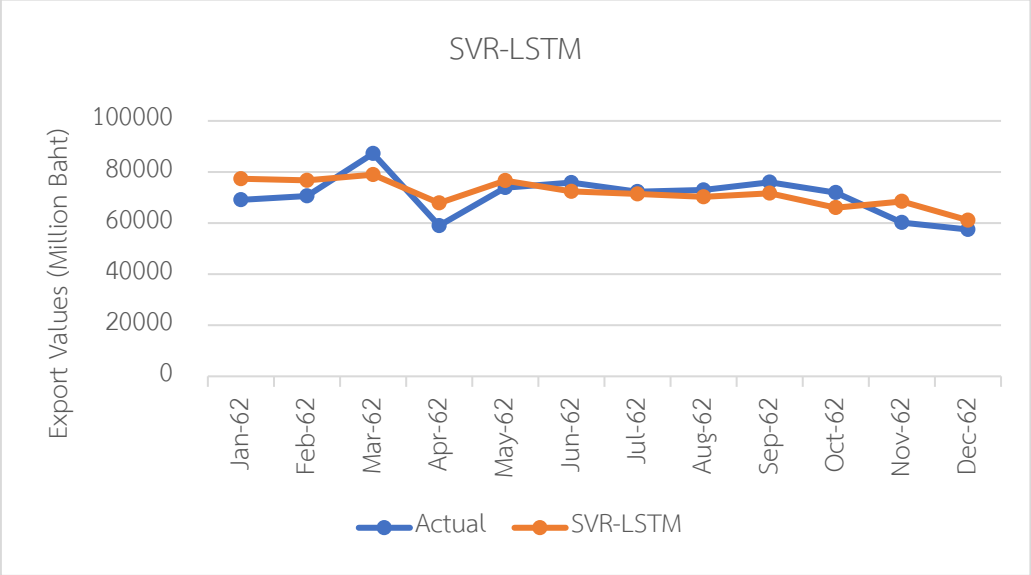
4.9.5 วิธี SVR-LSTM

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี SVR-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (SVR) เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.6 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม SVR-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในตารางที่ 25 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 21.48 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในรูปที่ 60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) และค่า MAPE ของวิธี SVR-LSTM

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย
ตัวแปรอิสระ	Stepwise
batch_size	48
epoch	100
hidden_unit	45
MAPE	7.69%



รูปที่ 60 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธี SVR-LSTM

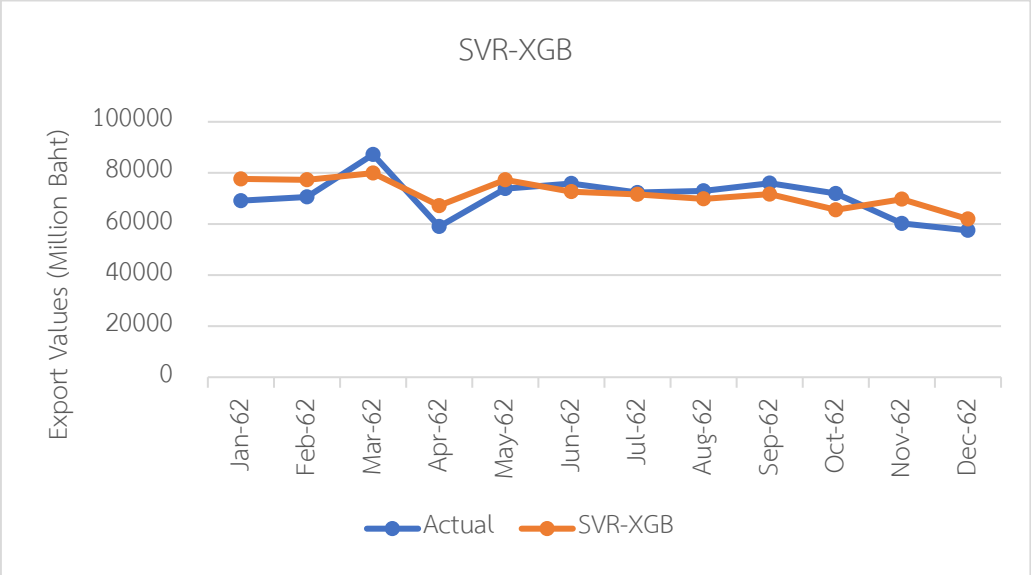
4.9.6 วิธี SVR-XGB

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี SVR-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (SVR) เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.6 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่า

ไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม SVR-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในตารางที่ 26 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะใช้เวลา 22.53 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย แสดงในรูปที่ 61

ตารางที่ 26 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB) และค่า MAPE ของวิธี SVR-XGB

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย
ตัวแปรอิสระ	Stepwise
n_estimators	100
learning_rate	0.01
subsample	0.1
MAPE	8.02%



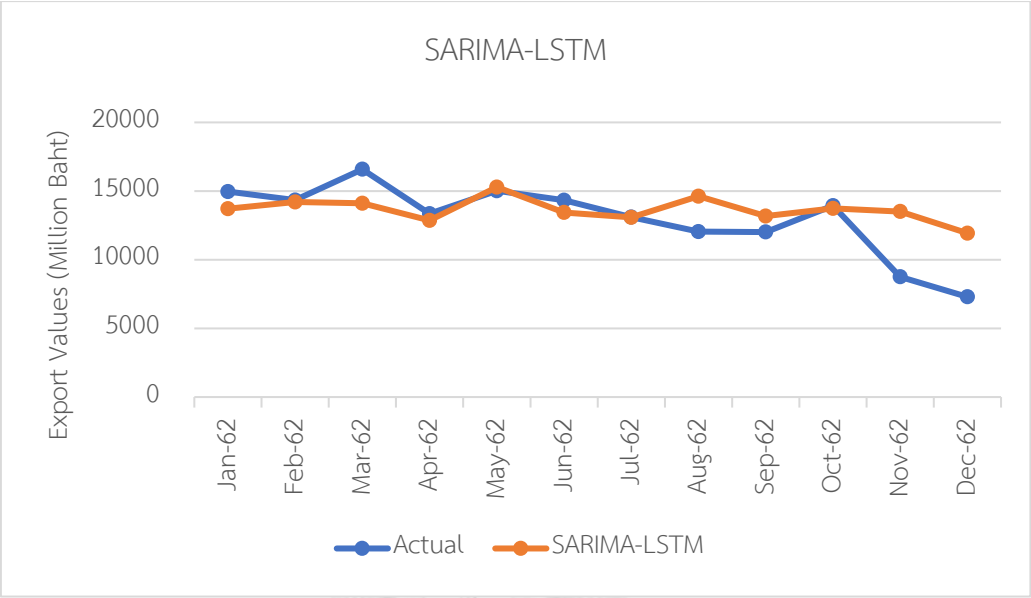
รูปที่ 61 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธี SVR-XGB

4.9.7 วิธี SARIMA-LSTM

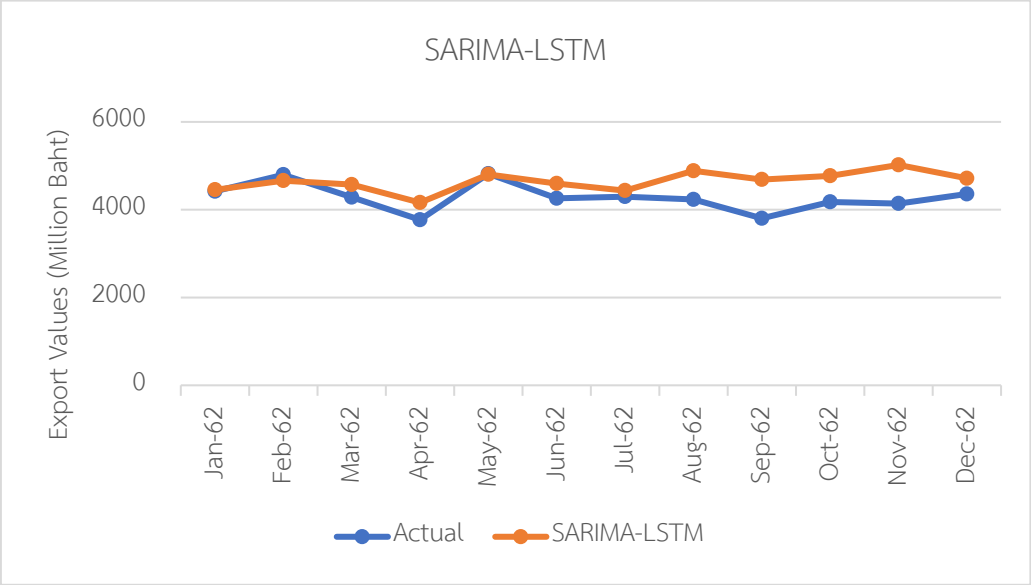
ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี SARIMA-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี SARIMA เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.3 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม SARIMA-LSTM ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในตารางที่ 27 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 5.42 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 5.31 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 62 และ 63 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (LSTM) และค่า MAPE ของวิธี SARIMA-LSTM

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	
	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Non-Stepwise
batch_size	24	24
epoch	50	100
hidden_unit	30	50
MAPE	15.54%	9.54%



รูปที่ 62 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA-LSTM



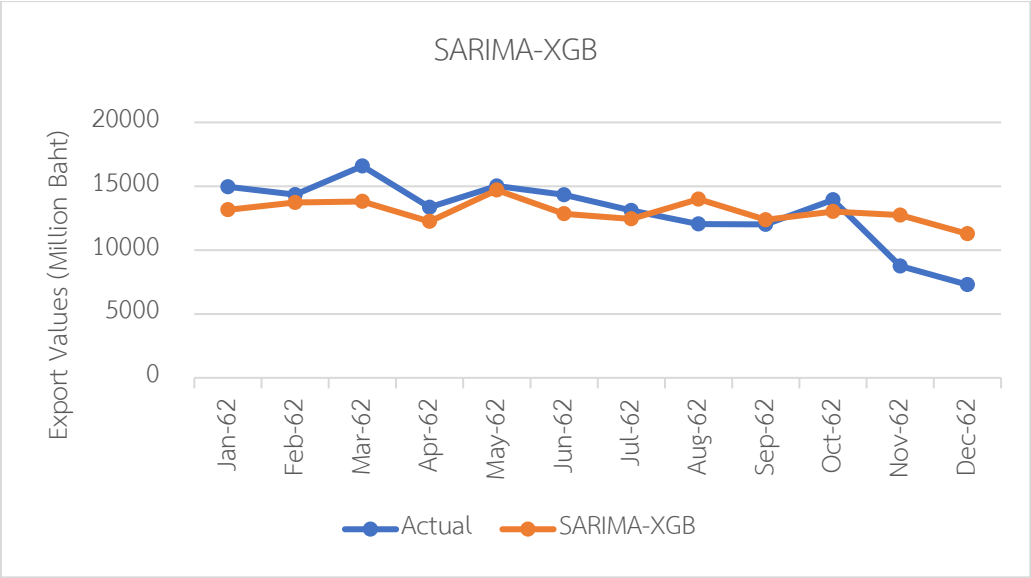
รูปที่ 63 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA-LSTM

4.9.8 วิธี SARIMA-XGB

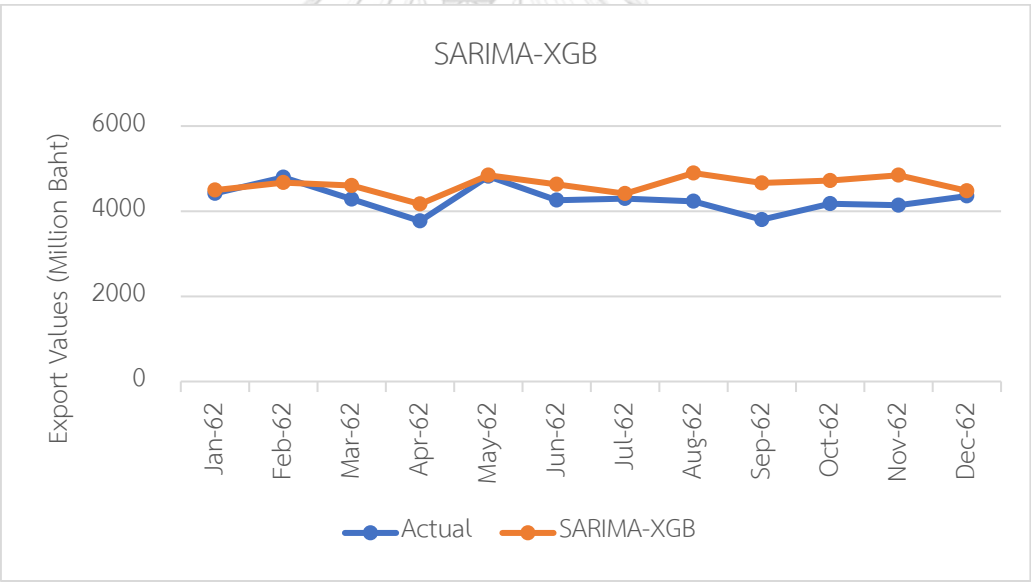
ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี SARIMA-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี SARIMA เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.3 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง ทำการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ผสม SARIMA-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในตารางที่ 28 เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย จะใช้เวลา 8.12 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 7.54 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 64 และ 65 ตามลำดับ

ตารางที่ 28 ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์รอง (XGB) และค่า MAPE ของวิธี SARIMA-XGB

	มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	
	ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น
ตัวแปรอิสระ	Stepwise	Non-Stepwise
n_estimators	100	300
learning_rate	0.01	0.01
subsample	0.7	0.3
MAPE	15.40%	8.78%



รูปที่ 64 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี SARIMA-XGB

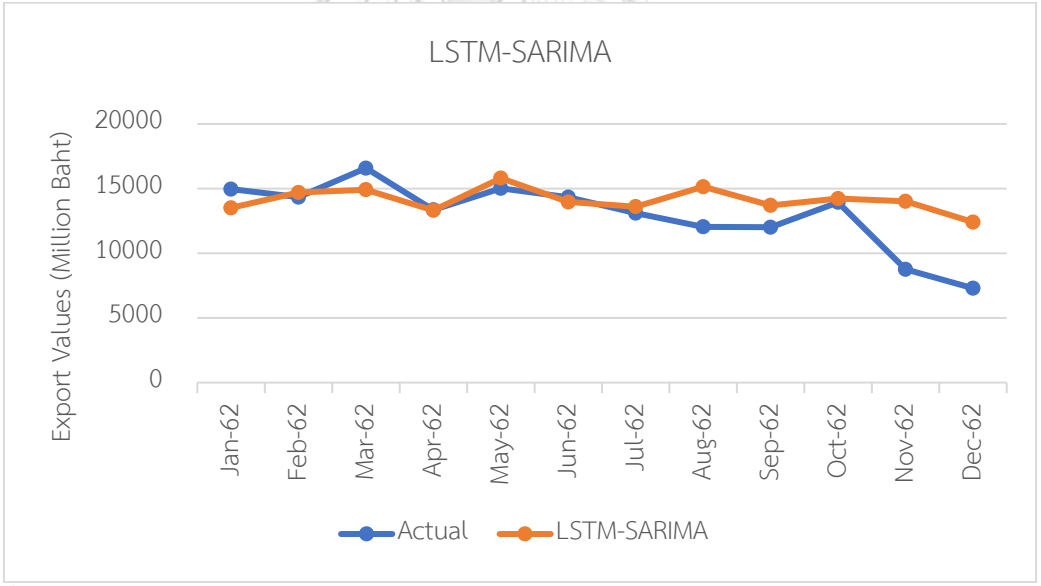


รูปที่ 65 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี SARIMA-XGB

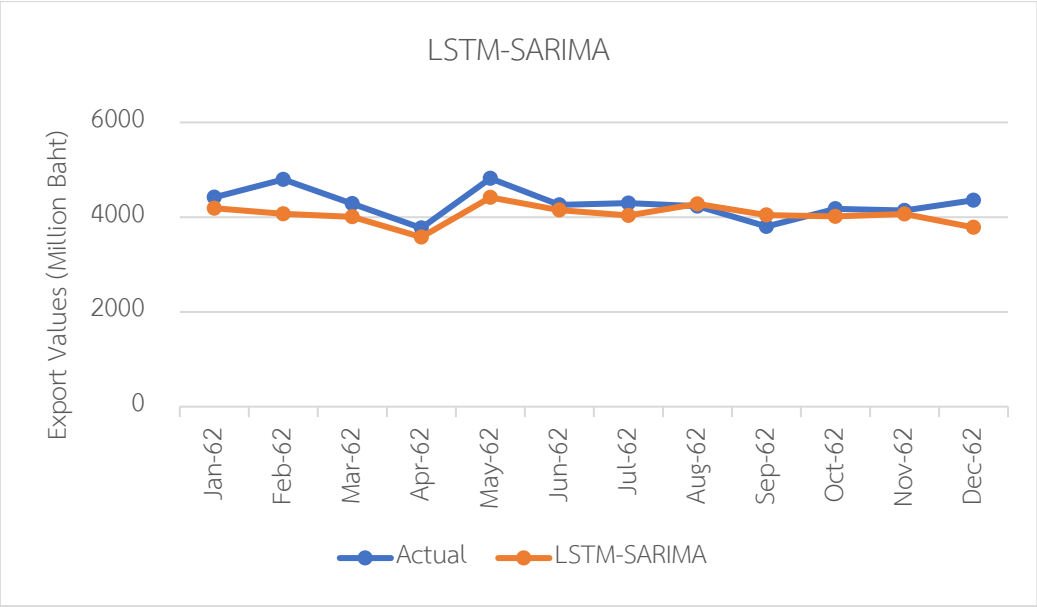
4.9.9 วิธี LSTM-SARIMA

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี LSTM เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.8 นำมาพยากรณ์และหา

ค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ตัวแบบพยากรณ์รองของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นคือ SARIMA $(1,0,0)(1,0,0)_{12}$ และ SARIMA $(0,0,4)(1,0,1)_{12}$ มีค่า MAPE เท่ากับ 17.19% และ 6.27% ตามลำดับ เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 6.02 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 4.57 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 66 และ 67 ตามลำดับ



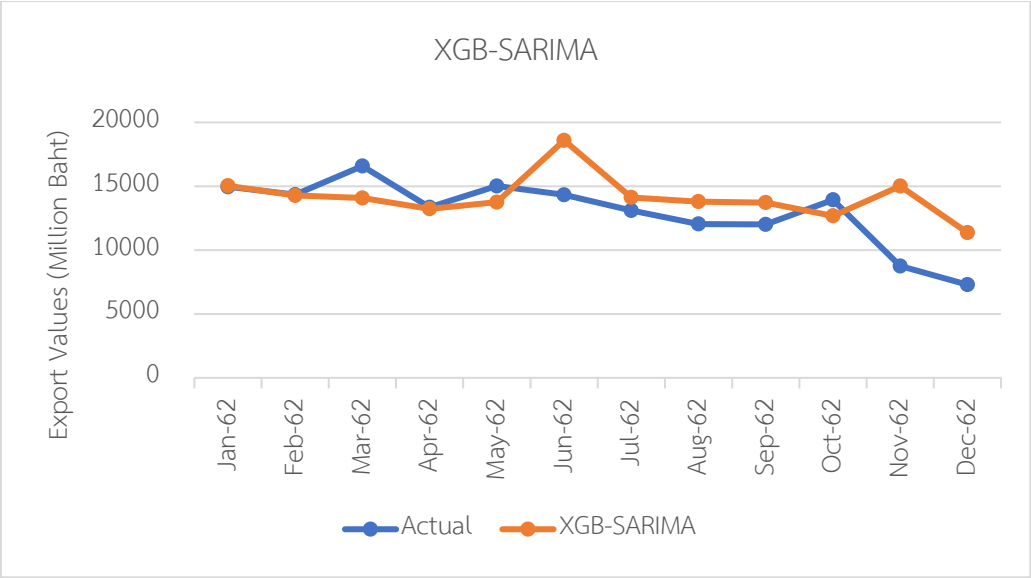
รูปที่ 66 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี LSTM-SARIMA



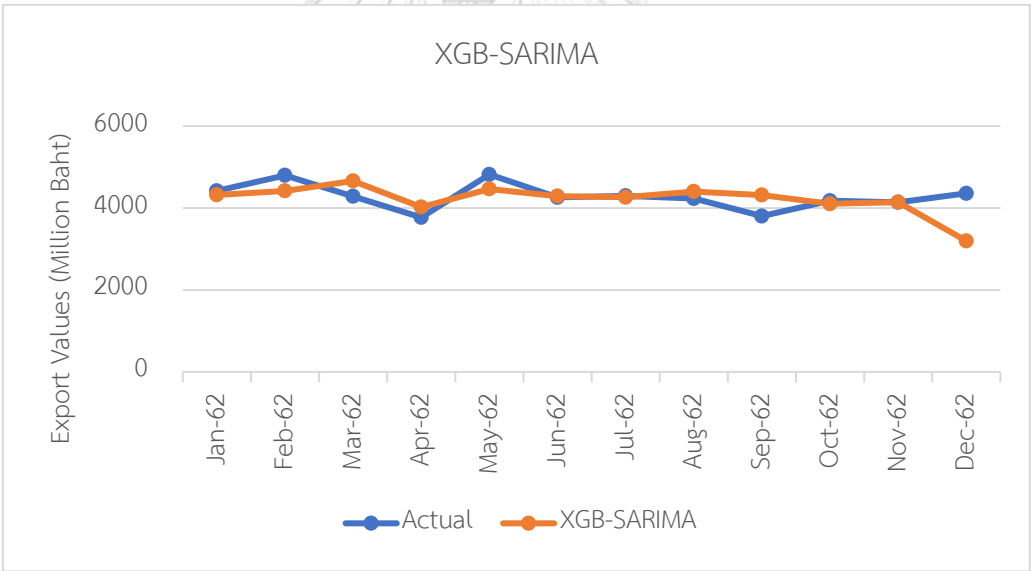
รูปที่ 67 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี LSTM-SARIMA

4.9.10 วิธี XGB-SARIMA

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี XGB-SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย จะใช้วิธี XGBoost เป็นตัวแบบพยากรณ์หลัก โดยใช้ค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ได้จากตอนสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวในหัวข้อ 4.7 นำมาพยากรณ์และหาค่าส่วนเหลือ (Residual) เพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA เป็นตัวแบบพยากรณ์รอง จะได้ตัวแบบพยากรณ์รองของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นคือ SARIMA $(0,0,1)(1,0,0)_{12}$ และ SARIMA $(1,0,0)(1,0,1)_{12}$ มีค่า MAPE เท่ากับ 19.00% และ 6.70% ตามลำดับ เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะใช้เวลา 8.23 นาที และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะใช้เวลา 8.06 นาที นำผลพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์หลักและตัวแบบพยากรณ์รองรวมด้วยกัน เมื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จะได้ผลพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย และมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 68 และ 69 ตามลำดับ



รูปที่ 68 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธี XGB-SARIMA



รูปที่ 69 การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธี XGB-SARIMA

เมื่อนำตัวแบบพยากรณ์ผสมของแต่ละวิธีพยากรณ์ที่สร้างขึ้น มาพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นเปรียบเทียบกับข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set)

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 วัดค่าความแม่นยำด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จะได้ผลดังในตารางที่ 29 30 และ 31 ตามลำดับ ตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-XGB มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.63% สำหรับตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ผสม วิธี SARIMA-XGB มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 15.40% และตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือตัวแบบพยากรณ์ผสมวิธี LSTM-SARIMA มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.27% จะเห็นได้ว่าตัวแบบพยากรณ์ผสมสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ได้มากกว่าตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว และการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผสมด้วยการสลับคู่จนครบทุกวิธี ช่วยให้ทราบว่า การนำวิธีพยากรณ์มาผสมรวมกันความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ผสมไม่ได้แม่นยำเหมือนกันทุกตัวแบบ การสลับคู่วิธีพยากรณ์แบบผสมอาจทำให้ตัวแบบพยากรณ์มีความแม่นยำลดน้อยลง แม้จะเป็นวิธีที่ให้ค่าความแม่นยำมากที่สุดในการสร้างตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว เช่น ตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยวิธี LSTM-SVR มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.77% มีค่ามากกว่าตัวแบบพยากรณ์เดี่ยววิธี LSTM มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.73%

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีพยากรณ์แบบผสม	**วิธี LSTM-XGB**	**6.63%**
	วิธี LSTM-SVR	6.77%
	วิธี XGB-SVR	6.89%
	วิธี XGB-LSTM	6.74%
	วิธี SVR-XGB	8.02%
	วิธี SVR-LSTM	7.69%

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE (%)
วิธีพยากรณ์แบบผสม	วิธี LSTM-XGB	17.10%
	วิธี LSTM-SARIMA	17.19%
	วิธี XGB-SARIMA	19.00%
	วิธี XGB-LSTM	18.98%
	วิธี SARIMA-LSTM	15.54%
	วิธี SARIMA-XGB	**15.40%**

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ผสมของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE (%)
วิธีพยากรณ์แบบผสม	วิธี LSTM-XGB	6.74%
	วิธี LSTM-SARIMA	**6.27%**
	วิธี XGB-SARIMA	6.70%
	วิธี XGB-LSTM	7.30%
	วิธี SARIMA-LSTM	9.54%
	วิธี SARIMA-XGB	8.78%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.11 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์

ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์จากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่หัวข้อ 4.1-4.8 และตัวแบบพยากรณ์ผสมในหัวข้อ 4.10 ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จะได้ผลดังในตารางที่ 32 33 และ 34 ตามลำดับ โดยวิธีพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุดสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยเป็นวิธีพยากรณ์ผสม LSTM-XGB มีค่าร้อยละ

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.63% เมื่อเทียบกับตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว LSTM ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.73% มีความแตกต่างกันเพียง 1.5% จากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว ซึ่งในการนำตัวแบบพยากรณ์ไปใช้งานจริง วิธี LSTM อาจเพียงพอสำหรับการใช้งานจริงด้วยระยะเวลาที่ใช้และขั้นตอนในการสร้างตัวแบบเดี่ยวที่ซับซ้อนน้อยกว่า สำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียเป็นวิธีพยากรณ์ผสม SARIMA-XGB มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 15.40% ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย เนื่องจากมีความแม่นยำมากกว่าตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว SARIMA ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 16.81% ลดลงจากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว 8.39% และสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นเป็นวิธีพยากรณ์ผสม LSTM-SARIMA มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.27% ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมีความแม่นยำมากกว่าตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว LSTM ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 6.79% ลดลงจากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว 7.66%

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	11.06%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	10.59%
	วิธี SARIMA	11.58%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	8.21%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	7.93%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	7.91%
	วิธี XGBoost	6.90%
	วิธี LSTM	6.73%
วิธีพยากรณ์แบบผสม	**วิธี LSTM-XGB**	**6.63%**
	วิธี LSTM-SVR	6.77%

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย (ต่อ)

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีพยากรณ์แบบผสม	วิธี XGB-SVR	6.89%
	วิธี XGB-LSTM	6.74%
	วิธี SVR-XGB	8.02%
	วิธี SVR-LSTM	7.69%

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	20.00%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	20.50%
	วิธี SARIMA	16.81%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	19.03%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	19.73%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	20.43%
	วิธี XGBoost	18.99%
	วิธี LSTM	17.80%
วิธีพยากรณ์แบบผสม	วิธี LSTM-XGB	17.10%
	วิธี LSTM-SARIMA	17.19%
	วิธี XGB-SARIMA	19.00%
	วิธี XGB-LSTM	18.98%
	วิธี SARIMA-LSTM	15.54%
	วิธี SARIMA-XGB	**15.40%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบความแม่นยำตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น

การพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE
วิธีอนุกรมเวลา	วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	11.36%
	วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	11.93%
	วิธี SARIMA	8.20%
วิธีพยากรณ์เชิงสาเหตุ	วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	8.32%
วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	8.27%
	วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน	9.24%
	วิธี XGBoost	7.14%
	วิธี LSTM	6.79%
วิธีพยากรณ์แบบผสม	วิธี LSTM-XGB	6.74%
	วิธี LSTM-SARIMA	**6.27%**
	วิธี XGB-SARIMA	6.70%
	วิธี XGB-LSTM	7.30%
	วิธี SARIMA-LSTM	9.54%
	วิธี SARIMA-XGB	8.78%

4.12 ผลการทดสอบวิธีพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบ (Testing Set)

ในการทดสอบวิธีพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบ (Testing set) จากการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ความแม่นยำมากที่สุดในหัวข้อ 4.11 ผลการทดสอบตัวแบบพยากรณ์ที่คัดเลือกกับข้อมูลทดสอบ แสดงดังในตารางที่ 35 โดยตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) เท่ากับ 6.63% ทำการทดสอบกับข้อมูลทดสอบ (Testing set) มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 20.68% สำหรับตัวแบบพยากรณ์วิธี SARIMA-XGB ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) เท่ากับ 15.40% ทำการทดสอบกับข้อมูลทดสอบ (Testing set) มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 26.94% และตัวแบบพยากรณ์วิธี LSTM-SARIMA ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

เฉลี่ยของข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) เท่ากับ 6.27% ทำการทดสอบกับข้อมูลทดสอบ (Testing set) มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 28.88%

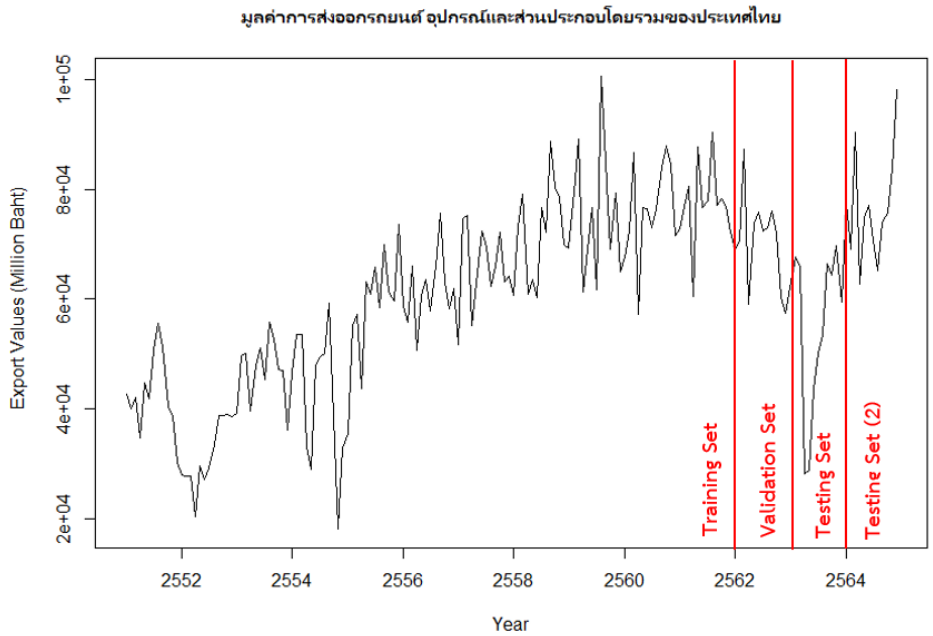
ตารางที่ 35 การทดสอบตัวแบบพยากรณ์ที่คัดเลือกกับข้อมูลทดสอบ (Testing Set)

มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE	
		Validation set	Testing set
โดยรวมของประเทศไทย	วิธี LSTM-XGB	6.63%	20.68%
ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	วิธี SARIMA-XGB	15.40%	26.94%
ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น	วิธี LSTM-SARIMA	6.27%	28.88%

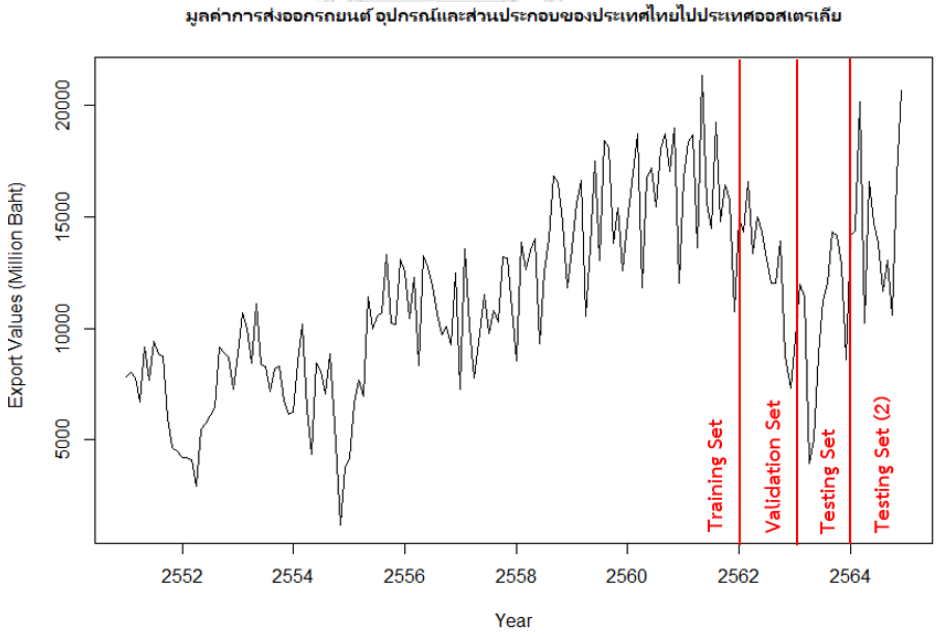
เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) และข้อมูลทดสอบ (Testing set) จะเห็นได้ว่าค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลทดสอบมีค่าสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งข้อมูลทดสอบที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2563 ทางผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าในช่วงของข้อมูลทดสอบมีความผิดแปลกไปมีการเกิดโรคระบาดไวรัสโคโรนา ทุกประเทศทั่วโลกได้รับผลกระทบ มีการล๊อคดาวน์ในแต่ละประเทศให้ประชาชนอยู่ในที่พักอาศัย มีการปิดห้างสรรพสินค้า ร้านอาหาร และสถานที่ทำงาน ปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นทำงานที่บ้านเป็นส่วนใหญ่ งดการเดินทางในประเทศและระหว่างประเทศเพื่อป้องกันการแพร่ระบาด เนื่องจากยังอยู่ในช่วงทดลองวัคซีนที่จะนำมาใช้ในการช่วยป้องกันโรคระบาดไวรัสโคโรนาที่เกิดขึ้น ทำให้ได้รับผลกระทบทางเศรษฐกิจรวมถึงภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกได้ลดน้อยลง การใช้งานรถยนต์ไม่ได้มีความจำเป็นเมื่อเกิดการล๊อคดาวน์ส่งผลให้มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบลดลงตามไปด้วย รวมถึงการใช้ตัวแปรหุ่นแทนการเกิดวิกฤติต่าง ๆ พบว่า การเกิดวิกฤติในช่วงข้อมูลฝึกสอนส่งผลกระทบในบางภาคส่วนเท่านั้น เช่น การเกิดวิกฤติสินเชื่อซับไพรม์ การเกิดน้ำท่วมหรือการเกิดรัฐประหาร แต่การเกิดวิกฤติโควิด 19 เป็นวิกฤติที่ทุกภาคส่วนได้รับผลกระทบโดยตรง ทำให้การใช้ตัวแปรหุ่นยังส่งผลให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และช่วงของข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) เป็นช่วงเริ่มต้นที่ข้อมูลได้รับผลกระทบ ข้อมูลยังมีความผิดปกติเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงข้อมูลทดสอบ (Testing set) ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดโควิด 19 เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 นำมาเป็นข้อมูลทดสอบชุดที่สอง (Testing set (2)) เพื่อใช้ในการทดสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นเนื่องจากเป็นข้อมูลที่สถานการณ์โรคระบาดไวรัสโคโรนาเริ่มคลี่คลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

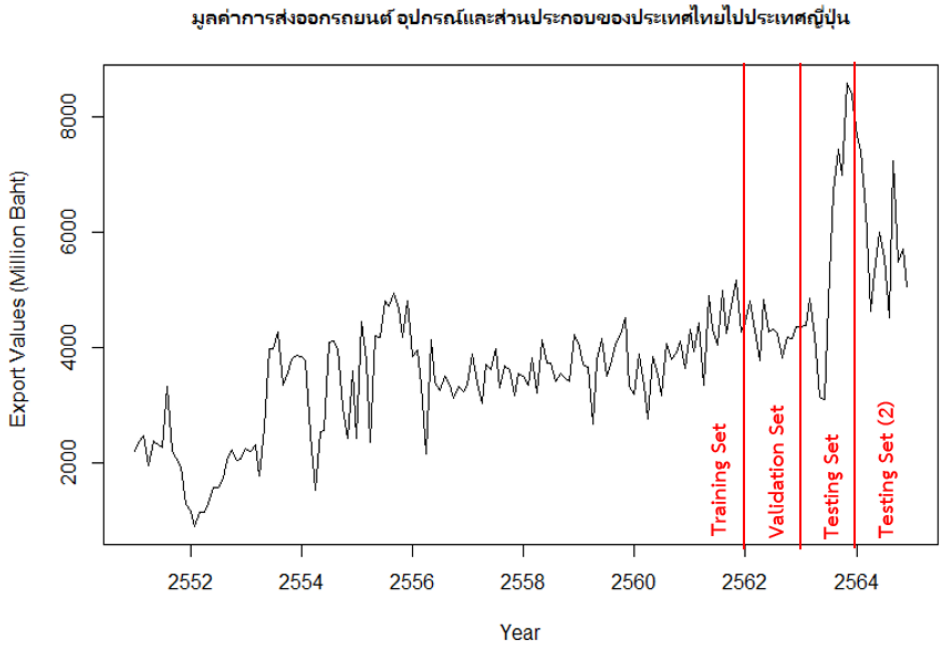
ประชาชนได้รับการฉีดวัคซีน มีการเปิดห้างสรรพสินค้าและร้านอาหาร เริ่มมีการปรับตัวการใช้ชีวิตกลับมาเป็นปกติ เมื่อนำมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นมาพล็อตในอนุกรมเวลาแบ่งเป็นช่วงข้อมูลฝึกสอน (Training set) ข้อมูลเปรียบเทียบ (Validation set) ข้อมูลทดสอบ (Testing set) ข้อมูลทดสอบชุดที่สอง (Testing set (2)) แสดงในรูปที่ 70 71 และ 72 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในช่วงข้อมูลทดสอบชุดแรกของมูลค่าการส่งออกมีการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยและมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นกลับมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นซึ่งการส่งออกสินค้าจากประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะเป็นการส่งอุปกรณ์และส่วนประกอบของรถยนต์เป็นหลัก เป็นสินค้าที่ยังคงมีความต้องการหากเทียบกับการส่งออกไปประเทศออสเตรเลียที่การส่งออกสินค้าจะเป็นรถยนต์ส่วนใหญ่เป็นหลัก โดยผลการทดสอบตัวแบบพยากรณ์กับข้อมูลทดสอบชุดที่สองเมื่อเทียบกับข้อมูลทดสอบชุดแรกจะแสดงในตารางที่ 36 ตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลทดสอบชุดที่สองเท่ากับ 17.63% สำหรับตัวแบบพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลทดสอบชุดที่สองเท่ากับ 19.45% จะเห็นได้ว่าในการใช้ข้อมูลทดสอบชุดที่สองทดสอบตัวแบบพยากรณ์มีความแม่นยำมากกว่าการใช้ข้อมูลทดสอบชุดแรก เนื่องจากข้อมูลทดสอบชุดสองนั้นมีความใกล้เคียงกับข้อมูลก่อนหน้า แต่สำหรับตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของข้อมูลทดสอบชุดที่สองเท่ากับ 29.82% มีความแม่นยำน้อยกว่าการใช้ข้อมูลทดสอบชุดแรก เนื่องจากข้อมูลทดสอบชุดสองหากสังเกตจากรูปที่ 72 จะเห็นได้ว่าลักษณะของข้อมูลมีค่าสูงกว่าข้อมูลก่อนหน้าที่ใช้ในการฝึกสอนและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์



รูปที่ 70 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564



รูปที่ 71 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564



รูปที่ 72 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น รายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 36 การทดสอบตัวแบบพยากรณ์ที่คัดเลือกกับข้อมูลทดสอบ (Testing Set) 2 ชุด

มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	ตัวแบบพยากรณ์	MAPE	
		Testing set	Testing set (2)
โดยรวมของประเทศไทย	วิธี LSTM-XGB	20.68%	17.63%
ประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย	วิธี SARIMA-XGB	26.94%	19.45%
ประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น	วิธี LSTM-SARIMA	28.88%	29.82%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบไปยังประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการส่งออกจากประเทศไทยมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและประเทศญี่ปุ่น ด้วยวิธีพยากรณ์อนุกรมเวลา 3 ตัวแบบพยากรณ์ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 1 ตัวแบบพยากรณ์ วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 4 ตัวแบบพยากรณ์ และวิธีพยากรณ์แบบผสมโดยการคัดเลือกวิธีพยากรณ์เดี่ยวที่ให้ความแม่นยำมากที่สุด 3 วิธีแรกนำมาผสมกันได้ 6 ตัวแบบพยากรณ์ โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลาจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.59% ถึง 11.58% ซึ่งวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์จะให้การพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธี SARIMA ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียด้วยวิธีอนุกรมเวลาจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.81% ถึง 20.50% ซึ่งวิธี SARIMA จะให้การพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีอนุกรมเวลาจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.20% ถึง 11.93% ซึ่งวิธี SARIMA จะมีความแม่นยำมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

ผลการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนของตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยและตัวแปรหุ่นของการเกิดเหตุการณ์วิกฤติต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทย และอัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเปโซ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดง ยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเทศไทย เมื่อนำสมการถดถอยที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบความแม่นยำจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 8.21% ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนของตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ปริมาณเงินของประเทศออสเตรเลีย และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศออสเตรเลีย มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย สำหรับยอดขายรถยนต์ที่ขายได้ในประเทศไทย มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย เมื่อนำสมการถดถอยที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบความแม่นยำจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 19.03% และตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นตอนของตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อหนึ่งเยน ปริมาณผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น และอัตราดอกเบี้ยนโยบายประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น เมื่อนำสมการถดถอยที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบความแม่นยำจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 8.32%

ผลการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.73% ถึง 7.93% ซึ่งวิธี LSTM จะให้การพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันและวิธี XGBoost ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 17.80% ถึง 20.43% ซึ่งวิธี LSTM จะให้การพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันและวิธี XGBoost และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.79% ถึง 9.24% ซึ่งวิธี LSTM จะให้การพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันและวิธี XGBoost

ผลการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบผสม โดยการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์เดี่ยว 3 อันดับแรกที่มีความแม่นยำมากที่สุดนำมาผสมกัน ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.63% ถึง 8.02% ซึ่งวิธี LSTM-XGB จะให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าตัวแบบพยากรณ์อื่น

ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 15.40% ถึง 19.00% ซึ่งวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์แม่นยำมากกว่าตัวแบบอื่นคือวิธี SARIMA-XGB และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.27% ถึง 9.54% ซึ่งวิธี LSTM-SARIMA ให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าตัวแบบอื่น จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีพยากรณ์จะนำวิธีพยากรณ์นั้นมาหาค่าความผิดพลาดทั่วไปจากข้อมูลทดสอบ โดยตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบโดยรวมของประเทศไทยที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือ วิธี LSTM-XGB มีค่าความผิดพลาดทั่วไป (Generalization error) จากข้อมูลทดสอบเท่ากับ 20.68% ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลียที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือ วิธี SARIMA-XGB มีค่าความผิดพลาดทั่วไป (Generalization error) จากข้อมูลทดสอบเท่ากับ 26.94% และตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่นที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือ วิธี LSTM-XGB มีค่าความผิดพลาดทั่วไป (Generalization error) จากข้อมูลทดสอบเท่ากับ 28.88%

5.2 ข้อเสนอแนะ

ตัวแบบพยากรณ์ที่ทำการศึกษาอาจไม่ได้ผลดีตามที่คาดหวัง เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้เกิดการผิดแปลกจากปกติ เป็นข้อมูลในช่วงการเกิดโรคระบาดใหม่ขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อข้อมูลเป็นอย่างมาก ในอนาคตจะต้องมีการอัปเดตข้อมูลชุดใหม่เพื่อใช้ในการฝึกสอนตัวแบบพยากรณ์ใหม่ จะช่วยให้ตัวแบบพยากรณ์มีความแม่นยำเพิ่มมากยิ่งขึ้น

ตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษานั้นจะเป็นข้อมูลรายเดือนที่ผู้วิจัยคิดว่าส่งผลต่อมูลค่าการส่งออก อาจเปลี่ยนรูปแบบการพยากรณ์เป็นรายไตรมาสเพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลตัวแปรอิสระที่เป็นรายไตรมาส เช่น GDP ของประเทศไทยจะรายงานในรูปแบบไตรมาส เป็นต้น และตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการพยากรณ์จะต้องทราบข้อมูลล่วงหน้า อาจหาจากข้อมูลพยากรณ์ของหน่วยงานอื่น ๆ ที่ได้คาดการณ์ไว้

การปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้ตัวแบบพยากรณ์มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถใช้เทคนิคอื่นในการช่วยปรับค่าที่เหมาะสมได้ เช่น Randomsearch, Bayesian Optimization เป็นต้น และสามารถกำหนดค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ในช่วงอื่น ๆ นอกเหนือจากการศึกษานี้เพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมกับข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้น

วิธีพยากรณ์แบบผสมสามารถมีวิธีการผสมได้ในรูปแบบอื่น เช่น การผสมระหว่างฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันไม่เชิงเส้น

บรรณานุกรม

Achsan, B. M. (2019). *Support Vector Machine:Regression.* Retrieved June 25, 2021 from https://medium.com/it-paragon/support-vector-machine-regression-cf65348b6345

Alam, T. (2019). Forecasting exports and imports through artificial neural network and autoregressive integrated moving average. *Decision Science Letters*, *8*(3), 249-260.

Albright, S. C., & Winston, W. L. (2014). *Business analytics: Data analysis & decision making*. Cengage Learning.

Berberich, D. (2020). *Hybrid Methods for Time Series Forecasting*. Retrieved June 25, 2021 from https://www.inovex.de/de/blog/hybrid-time-series-forecasting/

Chen, T., & Guestrin, C. (2016). Xgboost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining*.

Co, H. C., & Boosarawongse, R. (2007). Forecasting Thailand's rice export: Statistical techniques vs. artificial neural networks. *Computers & industrial engineering*, 53(4), 610-627.

Dave, E., Leonardo, A., Jeanice, M., & Hanafiah, N. (2021). Forecasting Indonesia Exports using a Hybrid Model ARIMA-LSTM. *Procedia Computer Science*, 179, 480-487.

Demir, A., Özmen, Ö., & Rashid, A. (2014). An estimation of Turkey's export loss to Iraq. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 150, 1240-1247.

Dutsarak, A., & Liangrokapart, J. (2018). A study of the hybrid model performance for time series forecasting. *Kasem Bundit Engineering Journal*, 8, 151-163.

Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2009). *Business Forecasting* (9th ed). Pearson/Prentice Hall.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2008). *Forecasting methods and applications*. John Wiley & Sons.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to time series analysis and forecasting.* John Wiley & Sons.

Pannakkong, W., Huynh, V.-N., & Sriboonchitta, S. (2016). ARIMA versus artificial neural network for Thailand's cassava starch export forecasting. *In Causal Inference in Econometrics* (pp. 255-277). Springer.

Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2162-2172.

Pathak, M. (2019). *Using XGBoost in Python*. Retrieved June 25, 2021 from https://www.datacamp.com/community/tutorials/xgboost-in-python#what

Sanusi, N. A., Moosin, A. F., & Kusairi, S. (2020). Neural Network Analysis in Forecasting the Malaysian GDP. *The Journal of Asian Finance, Economics, and Business*, 7(12), 109-114.

Saxena, S. (2021). *Introduction to Long Short Term Memory (LSTM)*. Retrieved June 25, 2021 from https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/03/introduction-to-long-short-term-memory-lstm/

Shen, M.-L., Lee, C.-F., Liu, H.-H., Chang, P.-Y., & Yang, C.-H. (2021). Effective multinational trade forecasting using LSTM recurrent neural network. Expert Systems with Applications, 182, 115199.

Urrutia, J. D., Bariga, G. O., & Putong, J. C. M. (2021). An Analytical Study On Forecasting Exchange Rate In The Philippines UsingMulti-Layer Feed Forward Neural Network. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3), 5357-5377.

Uysal, Ö., & Mohamoud, A. S. (2018). Determinants of export performance in East Africa countries. *Chinese Business Review*, 17(4), 168-178.

ทิชากร เกษรแก้ว. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์และการพยากรณ์. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา*, 4(8), 53-66.

ธนาวุฒิ ประกอบผล. (2552). โครงข่ายประสาทเทียม. *วารสาร มฉก.วิชาการ,* 12(24), 73-87.

ประยูรศรี บุตรแสนคม. (2554). การคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าในสมการถดถอยพหุคูณ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 17(1), 43-60.

พิสุทธิ์ เลี๊ยบประเสริฐ. (2554). *ปัจจัยส่วนที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ และ*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนประกอบ. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

วรรณา ยงพิศาลภพ. (2563). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม:อุตสาหกรรมยานยนต์*. สืบค้น 25 ธันวาคม 2563, จาก https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries/Automobiles/IO/io-automobile-20.

ศิริวรรณ แจ่มพลาย. (2553). *ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น*. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานกระทรวงพาณิชย์. (2563). *ตลาดส่งออกของไทยรายสินค้า*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2563, จาก http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomTopNCountry&Option=1&Lang=Th&ImExType=1.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานกระทรวงพาณิชย์. (2563). *สินค้าส่งออกสำคัญของไทย*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2563, จาก http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomTopNCountry&Option=1&Lang=Th&ImExType=1.

สมฤดี พงษ์เสนา, กัญญา บวรโชคชัย, & อรวรรณ ริ้วทอง. (2563). ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย. *วารสารการจัดการธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 9(2), 66-85.

สลินดา ศรีเมือง. (2554). *ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและการอำนวยสินเชื่อที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ของไทย*. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สุทิน ชนะบุญ. (2560). บทที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน. *สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยเบื้องต้น*, 148-160.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อุรชา จันทรภา
วัน เดือน ปี เกิด	15 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	นนทบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	203/142 ซ.3/9 มบ.ชัยพฤกษ์ ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY