

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาสำหรับการทำนายปริมาณการนำเข้า และส่งออกสินค้าโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก

เติมยศ เสนิงค์ ณ อยุธยา*

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์แอนิเมชันและมัลติมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author email: tomeyot@pnru.ac.th

ได้รับบทความ: 7 สิงหาคม 2567

ได้รับบทความแก้ไข: 21 สิงหาคม 2567

ยอมรับตีพิมพ์: 5 กันยายน 2567

บทคัดย่อ

การขาดดุลการค้าเป็นสถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นเมื่อมูลค่าการนำเข้าสินค้าและบริการของประเทศหนึ่งสูงกว่ามูลค่าการส่งออกสินค้าหรือบริการของประเทศนั้นในช่วงเวลาหนึ่ง การขาดดุลการค้ามักจะแสดงถึงสถานการณ์ที่ประเทศกำลังบริโภคสินค้ามากกว่าที่ผลิตได้เอง การขาดดุลการค้าอาจจะมีผลกระทบทั้งทางบวกและลบต่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นการพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าและส่งออกสินค้าและบริการโดยรวมของประเทศล่วงหน้าได้นั้นจึงเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนเชิงกลยุทธ์ล่วงหน้าเพื่อจัดการกับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการขาดดุลการค้าของประเทศ จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบแบบจำลองอนุกรมเวลาที่สามารถใช้ในการทำนายปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมด้วยวิธีทางสถิติและวิธีการเรียนรู้ของเครื่องได้แก่แบบจำลอง DNN LSTM ARIMA และ Prophet ให้ค่า MSE เท่ากับ 0.4116615060290905 0.9943514149915439 0.5022269255490994 และ 1.4212623390468428 ตามลำดับและค่า RMSE เท่ากับ 0.6416085302028727 0.9971717078776071 0.7086797058961822 และ 1.1921670768171897 ตามลำดับ จากผลทดลองสรุปว่าแบบจำลอง DNN ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกทั้งสินค้าและบริการของประเทศ

คำสำคัญ: อนุกรมเวลา/ การถดถอย/ การเรียนรู้ของเครื่อง

Time Series Analysis for Predicting Import and Export Volumes Based on Deep Learning

Tomeyot Sanevong Na Ayutaya^{1*}

¹Computer Animation and Multimedia Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok

*Corresponding author email: tomeyot@pnru.ac.th

Received: 7 August 2024

Revised: 21 August 2024

Accepted: 5 September 2024

Abstract

A trade deficit often indicates that a country is consuming more goods than it can produce itself. A trade deficit can have both positive and negative impacts on the economy of a country. Therefore, forecasting the overall value of imports and exports of a country in advance is very beneficial for strategic planning to manage potential problems arising from a trade deficit. For these reasons, this research studies, analyzes, and compares time series models that can be used to predict the overall volume of imports and exports using statistical methods and machine learning methods including DNN, LSTM, ARIMA, and Prophet. The Mean Squared Error (MSE) values are 0.4116615060290905, 0.9943514149915439, 0.5022269255490994, and 1.4212623390468428, respectively, while the Root Mean Squared Error (RMSE) values are 0.6416085302028727, 0.9971717078776071, 0.7086797058961822, and 1.1921670768171897, respectively. The experimental results conclude that the DNN model provides the highest efficiency in forecasting both the import and export volumes of goods and services for the country.

Keywords: Time Series / Regression / Machine Learning

บทนำ

การขาดดุลทางการค้า (Deficit Balance of Trade) คือ สถานการณ์ที่มูลค่าของสินค้าและบริการที่นำเข้าเข้ามาในประเทศโดยรวมมากกว่ามูลค่าของสินค้าและบริการโดยรวมที่ส่งออกไปจากประเทศนั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ประเทศนั้นจะต้องใช้เงินสำรองเพิ่มเติมเพื่อชำระความต้องการของสินค้าและบริการที่นำเข้ามามากกว่าจะได้รับเงินจากการส่งออกสินค้าและบริการของตนเอง ซึ่งอาจนำไปสู่การเพิ่มหนี้สินภายนอกประเทศในระยะยาวได้เนื่องจากต้องใช้เงินเพิ่มเติมในการชำระหนี้เกินมูลค่าของสินค้าและบริการที่ส่งออกได้ และอาจส่งผลกระทบต่ออัตราแลกเปลี่ยนของสกุลเงินทำให้อัตราแลกเปลี่ยนมีความผันผวนและไม่คงที่ นอกจากนี้การขาดดุลทางการค้ายังสามารถส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการเงินของประเทศนั้นในระยะยาว และอาจส่งผลกระทบต่อนโยบายการค้าและการเงินของประเทศนั้น

ดังนั้นการทำความเข้าใจปริมาณการนำเข้าและส่งออกโดยรวมของประเทศแบบรายเดือนของปีถัดไปจึงเป็นสิ่งที่จะต้องทำให้เราสามารถวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการจัดการกับปัญหาการขาดดุลการค้าได้ทันทั่วทั้งก่อนที่ปัญหาดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการเงินของประเทศนั้นในระยะยาว จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองอนุกรมเวลาสำหรับการทำนายปริมาณนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยเพื่อใช้ในการวางแผนเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการขาดดุลการค้าของประเทศ

Mingyu Sun และคณะ [1] ได้ใช้ข้อมูลจำนวนการค้าส่งออกและนำเข้าจากสมุดสถิติประมงของจีนเพื่อเป็นตัวอย่างทดลองสำหรับแก้ไขปัญหาดัชนีการพยากรณ์เข้ากับชุดข้อมูลมากเกินไป (overfitting) และปัญหาการมีข้อมูลไม่เพียงพอซึ่งเกิดขึ้นบ่อยในการทำนายด้วยตัวอย่างที่มีจำนวนน้อย งานวิจัยนี้ได้ใช้แนวคิดของวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (weighted moving average) เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล โดยการปรับค่าไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของ Bidirectional Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network (BiLSTM) เพื่อสร้างแบบจำลองการทำนาย แล้วป้อนตัวอย่างใหม่เพื่อปรับปรุงคุณภาพแล้วเข้าสู่แบบจำลองการทำนาย BiLSTM ที่ผ่านการฝึกอบรมเพื่อทำนายข้อมูลการค้าส่งออกและนำเข้าผลิตภัณฑ์ประมง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้มีความแม่นยำและความเสถียรในการทำนายสูงกว่าแบบจำลองที่ใช้กันทั่วไป เช่น Gated Recurrent Units (GRU), Long Short-Term Memory (LSTM), และ Back-propagation (BP) Neural Network

Mykhailo R. และคณะ [2] ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับการทำนายแนวโน้มของความสัมพันธ์ทางการค้าระหว่างมาเลเซียและยูเครนโดยใช้ Neural Network งานวิจัยนี้ได้

ศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของความสัมพันธ์ทางการค้าระหว่างประเทศเหล่านี้ในบริบทของการแพร่ระบาดของ COVID-19 โดยการพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียของประเภท Neural Network ที่ถูกสร้างขึ้นในซอฟต์แวร์ STATISTICA 10 ซึ่งได้เลือกเครือข่ายประสาทแบบ MLP เพื่อสร้างแบบจำลองการทำนายการนำเข้าและส่งออกสินค้า ซึ่งปริมาณมูลค่าการส่งออกและนำเข้าสินค้าที่ใช้สำหรับการทำนายจะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม 2021 ถึงธันวาคม 2022 และประสิทธิภาพที่ได้จะใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการศึกษาพบว่า Neural Network เป็นแบบจำลองที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการทำนายการนำเข้าและส่งออก นอกจากนี้บทความยังมีข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินและการทำนายตัวชี้วัดการค้าระหว่างประเทศอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ทฤษฎีอนุกรมเวลาและเทคโนโลยี Neural Network รวมถึงทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

Siyu Zhang และคณะ [3] ได้นำเสนอว่าปัญหาการทำนายการนำเข้าและส่งออกโดยรวมเป็นปัญหาการทำนายอนุกรมเวลา วิธีการทำนายอนุกรมเวลาแบบเดิมไม่ได้คำนึงถึงลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นและปัจจัยอื่น ๆ จึงทำให้ความแม่นยำในการทำนายไม่เพียงพอ เพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการทำนาย งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบอัลกอริทึม ARIMA ที่ปรับปรุงพารามิเตอร์โดยใช้ BP Neural Network โดยที่อัลกอริทึม ARIMA จะถูกฝึกสอนด้วย BP Neural Network เพื่อเรียนรู้คุณลักษณะของชุดข้อมูล หลังจากทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำนายของ ARIMA ด้วย BP Neural Network แล้ว แบบจำลองที่ผ่านการฝึกแล้วนี้จะถูกใช้กับชุดข้อมูลทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำนาย ผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าอัลกอริทึมที่นำมาเปรียบเทียบในทุกตัวชี้วัดความผิดพลาด ได้แก่ MSE, MAE และ MAPE

Q. Xie และคณะ [4] ได้เสนอวิธีการโดยใช้กระบวนการสร้างแบบจำลอง Grey ที่ได้รับการปรับปรุงด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) วิธีการนี้ใช้ประโยชน์จากข้อดีของแบบจำลอง Grey และข้อดีของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมในการหาค่าที่ดีที่สุด ทำให้แบบจำลองการทำนายมีความแม่นยำมากขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้มีการสร้างแบบจำลองดังกล่าวเพื่อทำนายปริมาณการค้าส่งออกและนำเข้าตามทฤษฎีระบบ Gray และอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ผลการวิจัยระบุว่าแบบจำลองนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณการค้าส่งออกและนำเข้าสินค้าได้

Cheng-Hong Yang และคณะ [5] ได้นำเสนอวิธีการเรียนรู้แบบรวมกลุ่ม (Ensemble Learning) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำนายโดยการผสมผสานความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างการค้าและแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อทำนายการค้าระหว่างประเทศสำหรับสิบประเทศใหญ่ ซึ่งวิธีการที่เสนอจะสร้างความสัมพันธ์เชิงร่วม (cointegration) ระหว่างการส่งออก การนำเข้า และตัวแปรเชิงโครงสร้างต่างๆ โดย

แบบจำลองเชิงกลุ่มนี้จะใช้ทำนายอนาคตของการค้า และเปรียบเทียบกับการทำนายแบบอนุกรมเวลาและแบบจำลองเชิงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการเรียนรู้แบบรวมกลุ่มสามารถให้ผลการทำนายที่ดีมากสำหรับช่วงเวลาของข้อมูลการค้าที่ใช้ทดสอบ โดยส่วนใหญ่ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) จะมีค่าน้อยกว่าการทำนายแบบอนุกรมเวลาและแบบจำลองเชิงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ

วัสดุและวิธีการ

1. การขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ที่เป็นมาตรฐานสากล โดยคณะกรรมการวิชาการและจริยธรรม เลขที่โครงการวิจัย 03.008/67

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนำมาจากข้อมูลเปิดเผยของกระทรวงการคลังซึ่งเป็นข้อมูลที่สรุปปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าของประเทศไทย [6]

3. การเตรียมข้อมูล

ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจะมีการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มข้อมูลนำเข้าและกลุ่มข้อมูลส่งออกแต่ละกลุ่มแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชุดข้อมูลคือชุดข้อมูลฝึกสอน (training set) และชุดข้อมูลทดสอบ (test set) ได้แก่

3.1 ข้อมูลกลุ่มการนำเข้าของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี จากปี พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ.2565 ปีละ 12 เดือนรวมเป็นข้อมูล 120 ค่าและชุดข้อมูลทดสอบจะเป็นข้อมูลปีถัดไป 1 ปี คือปี พ.ศ.2566 ปีละ 12 เดือนรวมเป็น 12 ค่า ที่ใช้สำหรับการวัดประสิทธิภาพของโมเดลการนำเข้าของประเทศไทย

3.2 ข้อมูลกลุ่มการส่งออกของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี จากปี พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ.2565 ปีละ 12 เดือนรวมเป็นข้อมูล 120 ค่าและชุดข้อมูลทดสอบจะเป็นข้อมูลปีถัดไป 1 ปี คือปี พ.ศ.2566 ปีละ 12 เดือนรวมเป็น 12 ค่า ที่ใช้สำหรับการวัดประสิทธิภาพของโมเดลการส่งออกของประเทศไทย

4. การสร้างโมเดล

โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้ Deep Artificial Neural Network (DNN) สำหรับแก้ปัญหาการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

5. การวัดประสิทธิภาพโมเดล

การวัดประสิทธิภาพโมเดลจะคำนวณจากชุดข้อมูลทดสอบ (test set) โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ตัววัดประสิทธิภาพของโมเดล ดังนี้

5.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) เป็นค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่างระหว่างค่าประมาณจากโมเดลและค่าจริงโดยค่าจริงในที่นี้จะหมายถึงค่ามาตรฐานจากอุปกรณ์มาตรฐาน โดยค่า MSE นี้จะใช้สำหรับวัดความคลาดเคลื่อนของโมเดล ซึ่งมีสมการดังนี้

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$$

5.2 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Squared Error: RMSE) เป็นค่าที่ใช้สำหรับวัดความคลาดเคลื่อนของโมเดลโดยการนำค่า MSE มาหารากที่สอง ซึ่งมีสมการดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

ผลการศึกษา

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนำมาจากข้อมูลเปิดเผยของกระทรวงการคลังซึ่งเป็นข้อมูลที่สรุปปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าของประเทศไทย โดยชุดข้อมูลนี้จะถูกแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลฝึกสอน (training data) และชุดข้อมูลทดสอบ (test data) โดยที่ชุดข้อมูลฝึกสอนจะใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองอนุกรมเวลาสำหรับการทำนายปริมาณนำเข้าสินค้าโดยรวมของประเทศไทย และชุดข้อมูลทดสอบจะใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองอนุกรมเวลานี้ แบบจำลองที่นำมาศึกษามีทั้งหมด 4 แบบจำลองได้แก่ Deep Neural Network (DNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), และ Prophet เนื่องจาก ARIMA และ Prophet เป็นวิธีการปกติทางสถิติที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการพยากรณ์อนุกรมเวลา ในขณะที่ DNN และ LSTM เป็นวิธีการปัญญาประดิษฐ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันในการพยากรณ์อนุกรมเวลามากที่สุด โดยในการทดลองทุกแบบจำลองจะถูกนำมาฝึกสอนและวัดประสิทธิภาพแบบจำลองละ 5 ครั้งเพื่อหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นที่ดีที่สุด และเลือกครั้งที่ให้

ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้วนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ จากการทดลองด้วยแบบจำลองทั้งหมดจะได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองอนุกรมเวลาสำหรับการทำนายปริมาณการนำเข้าสินค้าโดยรวมของประเทศไทย

แบบจำลอง	MSE (แสนล้าน)	RMSE (แสนล้าน)
DNN	0.21836033300311666	0.4672904161258999
LSTM	0.45354417373811934	0.6734568833549178
ARIMA	0.26307808477865086	0.5129113810188373
Prophet	1.6134047475338698	1.270198703956932

จากตารางที่ 1 เราจะเห็นว่าแบบจำลอง DNN ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยที่สุด แบบจำลอง ARIMA ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยกว่าแบบจำลอง LSTM และ Prophet ส่วนแบบจำลอง LSTM ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยกว่าแบบจำลอง Prophet นั้นหมายความว่าแบบจำลอง DNN เหมาะสมกับการนำมาพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าสินค้าโดยรวมของประเทศไทยมากที่สุด

ในงานวิจัยนี้ นอกจากการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าสินค้าโดยรวมของประเทศไทยแล้วงานวิจัยนี้ยังได้สร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยด้วย โดยแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์จะเป็นแบบจำลองเดียวกันกับการทำนายปริมาณการนำเข้าสินค้าโดยรวม ได้แก่แบบจำลอง Deep Neural Network (DNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), และ Prophet โดยในแต่ละการทดลองทุกแบบจำลองจะถูกนำมาฝึกสอนและวัดประสิทธิภาพแบบจำลองละ 5 ครั้ง และเลือกครั้งที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้วนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ จากการทดลองด้วยแบบจำลองทั้งหมดจะได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองอนุกรมเวลาสำหรับการทำนายปริมาณการส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทย

แบบจำลอง	MSE (แสนล้าน)	RMSE (แสนล้าน)
DNN	0.4116615060290905	0.6416085302028727
LSTM	0.9943514149915439	0.9971717078776071
ARIMA	0.5022269255490994	0.7086797058961822
Prophet	1.4212623390468428	1.1921670768171897

จากตารางที่ 2 เห็นว่าแบบจำลอง DNN ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยที่สุด แบบจำลอง ARIMA ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยกว่าแบบจำลอง LSTM และ Prophet ส่วนแบบจำลอง LSTM ให้ค่า MSE และ RMSE น้อยกว่าแบบจำลอง Prophet นั้นหมายความว่าแบบจำลอง DNN เหมาะสมกับการนำมาพยากรณ์ปริมาณการส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยมากที่สุด

วิจารณ์

จากการศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้า [1, 2, 3, 4, 7, 8] จะพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เน้นไปที่การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกแต่ใช้พยากรณ์ในบริบทหรือสถานะแวดล้อมทางเศรษฐกิจในประเทศของตนเอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้แนวคิดจากแบบจำลองการพยากรณ์ [1, 2, 3, 4, 7, 8] มาพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศภายใต้บริบทหรือสถานะแวดล้อมทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากผลการทดลองพบว่าแบบจำลอง DNN ให้ค่าความคลาดเคลื่อนหรือค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดส่งผลให้แบบจำลอง DNN มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยมากที่สุด และแบบจำลอง ARIMA มีประสิทธิภาพสูงกว่า LSTM และ Prophet ส่วนแบบจำลอง LSTM มีประสิทธิภาพสูงกว่า Prophet

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยโดยใช้วิธีทางสถิติได้แก่แบบจำลอง ARIMA และ Prophet และแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องได้แก่แบบจำลอง DNN และ LSTM เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองแต่ละประเภทเพื่อเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับนำมาพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทยเพื่อใช้สำหรับการวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อลดการขาดดุลการค้าของประเทศและเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดจากการขาดดุลการค้าในอนาคต จากการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองดังกล่าวมาข้างต้นและจากผลการทดลองจะพบว่าแบบจำลอง DNN เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะนำมาพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าสินค้าโดยรวมของประเทศไทย และในขณะที่แบบจำลอง DNN ก็เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะนำมาใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกสินค้าโดยรวมของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

1. Sun M, Yang H. Forecasting Model of Fishery Import and Export Trade Data Using Deep Learning Method. In: 2023 International Conference on Blockchain Technology and Applications (ICBTA); 2023; Beijing, China. p. 48-51.
2. Luchko MR, Dziubanovska N, Arzamasova O. Artificial Neural Networks in Export and Import Forecasting: An Analysis of Opportunities. In: 2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS); 2021 Sep 22-25; Cracow, Poland. p. 916-23.
3. Zhang S, Liu Y. Forecasting Model of Total Import and Export Based on ARIMA Algorithm Optimized by BP Neural Network. In: 2023 IEEE 3rd International Conference on Data Science and Computer Application (ICDSCA); 2023 Dec 1-4; Dalian, China. p. 1534-8.
4. Xie Q, Xie Y. Forecast of The Total Volume of Import-Export Trade Based on Grey Modelling Optimized by Genetic Algorithm. In: 2009 Third

- International Symposium on Intelligent Information Technology Application; 2009; Nanchang, China. p. 545-7.
5. Yang CH, Lee CF, Chang PY. Export- and import-based economic models for predicting global trade using deep learning. *Expert Syst Appl.* 2023 May;218:1189-232.
 6. Ministry of Finance of Thailand. Import-Export Summary [Internet]. [cited 2024 Jun 6]. Available from: <https://dataservices.mof.go.th/menu6?id=6>
 7. Yusof UK, Khalid MNA, Hussain A, Shamsudin H. Financial time series forecasting using Prophet. In: *International Conference of Reliable Information and Communication Technology*; 2020 Dec; Cham: Springer International Publishing. p. 485-95.
 8. Gao J. Time-series prediction research based on combined Prophet-LSTM models. In: *2022 18th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS)*; 2022; Chengdu, China. IEEE; 2022. p. 143-7.