

MỤC LỤC

KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ

- 1. Phạm Đức Hiếu và Vũ Quang Trọng** - Đại dịch covid-19 và chất lượng thông tin lợi nhuận kế toán của các doanh nghiệp niêm yết Việt Nam. **Mã số: DB2.1BAcc.11** 3
The COVID-19 Pandemic and Earnings Information Quality of Vietnamese Listed Firms
- 2. Lê Mạnh Hùng và Vũ Thị Kim Anh** - Xây dựng bộ chỉ số đo lường hiệu suất công việc trong thực thi công vụ tại văn phòng Ủy Ban Dân tộc của Việt Nam theo mô hình thẻ điểm cân bằng. **Mã số: DB2.1BAcc.12** 16
Building the Key Performance Indicators for Measuring Work Performance in Public Service Execution at the Office of the Committee for Ethnic Minority Affairs of Vietnam Using the Balanced Scorecard Model
- 3. Phạm Đình Tuấn, Nguyễn Thành Cường và Đoàn Ngọc Phi Anh** - Ảnh hưởng của vận dụng kỹ thuật kế toán quản trị đương đại đến thành quả doanh nghiệp Việt Nam. **Mã số: DB2.1BAcc.11** 33
The Impact of Contemporary Management Accounting Practices on Firm Performance in Viet Nam Enterprises
- 4. Lại Thị Thu Thủy** - Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng kiểm toán ESG: nghiên cứu tại Việt Nam. **Mã số: DB2.1BAcc.11** 46
Factors Affecting ESG Audit Quality: A Study In Vietnam

QUẢN TRỊ KINH DOANH

- 5. Vũ Thị Thanh Huyền và Nguyễn Thị Thanh Phương** - Các yếu tố ngẫu nhiên tác động đến mức độ áp dụng kế toán quản trị chiến lược tại các doanh nghiệp khách sạn Việt Nam. **Mã số: DB2.2BAcc.21** 63
The Level of Deployment of Strategic Management Accounting in Vietnamese Hotel Enterprises: A Research on Contingency Factors
- 6. Hoàng Thị Bích Ngọc** - Nghiên cứu mức độ sẵn sàng thực hiện phân tích lợi nhuận đa chiều của các ngân hàng thương mại Việt Nam. **Mã số: DB2.2FiBa.21** 77
The Research on the Readiness to Implement Multi-Dimensional Profit Analysis of Vietnamese Commercial Banks

- 7. Bùi Thị Ngọc, Hoàng Thị Việt Hà và Nguyễn Thị Thanh** - Tác động của quản trị công ty đến chất lượng lợi nhuận: nghiên cứu tại các công ty niêm yết trên thị trường chứng khoán Việt Nam. **Mã số: DB2.2BAcc.21** 92
The Impact of Corporate Governance on Earnings Quality: A Study of Listed Companies in the Vietnamese Stock Market
- 8. Hoàng Hà Anh** - Tác động của cấu trúc sở hữu đến quản trị lợi nhuận theo biên kế toán dồn tích: nghiên cứu các doanh nghiệp sản xuất niêm yết tại Việt Nam. **Mã số: DB2.2BAcc.21** 108
The Impact of Ownership Structure on Accrual-Based Earnings Management: The Case of Manufacturing Listed Enterprises in Vietnam
- 9. Nguyễn Quỳnh Trang** - Ảnh hưởng của sở hữu nước ngoài đến khả năng sinh lời của các ngân hàng thương mại cổ phần niêm yết tại Việt Nam. **Mã số: DB2.2FiBa.21** 121
Impact of Foreign Ownership on Profitability of Listed Joint Stock Commercial Banks in Vietnam
- 10. Nguyễn Thị Huyền Trang và Nguyễn Hữu Ánh** - Ảnh hưởng của đặc điểm hội đồng quản trị tới điều chỉnh lợi nhuận tại các doanh nghiệp phi tài chính niêm yết trên thị trường chứng khoán Việt Nam với vai trò điều tiết của quy mô doanh nghiệp. **Mã số: DB2.2FiBa.21** 137
The Impact of Board Characteristics on Earnings Management at Non-Financial Listed Companies in the Vietnamese Stock Market With the Moderating Role of Firm Size
- 11. Nguyễn Thị Thu Hương và Tô Thị Vân Anh** - Sử dụng kế toán quản trị môi trường hướng tới hiệu quả môi trường - nghiên cứu tại các doanh nghiệp dược phẩm Việt Nam. **Mã số: DB2.2BAcc.21** 151
Environmental Management Accounting Usage Toward Environmental Efficiency in Vietnamese Pharmaceutical Companies

Ý KIẾN TRAO ĐỔI

- 12. Phạm Thanh Hương** - Kế toán tiền mã hóa - thực trạng và một số khuyến nghị chính sách. **Mã số: DB2.3BAcc.32** 169
Cryptocurrency Accounting Current Practices and Policy Recommendations
- 13. Nguyễn Văn Bầy, Phan Thanh Hải và Phan Huy Tâm** - Ứng dụng máy học trong giải thích các nhân tố quyết định quản lý tồn kho. **Mã số: DB2.3BAcc.32** 188
Machine Learning Approaches for Explaining Determinants of The Inventory Management

ỨNG DỤNG MÁY HỌC TRONG GIẢI THÍCH CÁC NHÂN TỐ QUYẾT ĐỊNH QUẢN LÝ TỒN KHO

Nguyễn Văn Bầy*

Email: baynv@ntu.edu.vn

Phan Thanh Hải *

Email: phanthanhhai@duytan.edu.vn

* Trường Kinh tế - Đại học Duy Tân

Phan Huy Tâm

Trường Đại học Kinh tế - Luật, ĐHQG Tp HCM

Email: tamphan.ntc@gmail.com

Ngày nhận: 20/08/2024

Ngày nhận lại: 07/10/2024

Ngày duyệt đăng: 10/10/2024

Nghiên cứu này khám phá các yếu tố quyết định quản lý tồn kho bằng cách áp dụng các thuật toán máy học, tập trung vào ảnh hưởng của các yếu tố tài chính và hoạt động doanh nghiệp đến mức tồn kho. Sử dụng dữ liệu từ 16.996 quan sát của 1.361 doanh nghiệp niêm yết trên HOSE, HNX và Upcom từ năm 2008 đến 2023, các chỉ số tài chính quan trọng như thanh khoản, các khoản phải thu, nợ ngắn hạn và vốn lưu động được phân tích thông qua các mô hình hồi quy Ridge, CatBoost và SHAP. Kết quả cho thấy hồi quy Ridge và CatBoost có hiệu quả vượt trội, với thanh khoản là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến mức tồn kho. Phát hiện này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc quản lý thanh khoản hiệu quả trong chiến lược tồn kho, giúp doanh nghiệp tối ưu hóa chi phí và cải thiện hiệu quả hoạt động. Nghiên cứu khuyến nghị các doanh nghiệp nên tích hợp các mô hình máy học vào hệ thống quản lý tồn kho để đưa ra các quyết định dựa trên dữ liệu, từ đó dự đoán và quản lý tốt hơn các yếu tố tác động đến hàng tồn kho.

Từ khóa: Quản lý tồn kho, máy học, mô hình dự báo, SHAP.

JEL Classifications: G45, G31, M11.

DOI: 10.54404/JTS.2024.DB2.12

1. Giới thiệu

Quản lý tồn kho là một khía cạnh quan trọng của tài chính doanh nghiệp, ảnh hưởng trực tiếp đến thanh khoản, lợi nhuận và sức khỏe tài chính tổng thể của một doanh nghiệp. Khi các doanh nghiệp hoạt động trong môi trường ngày càng phức tạp và cạnh tranh, khả

năng quản lý tồn kho một cách hiệu quả trở nên vô cùng quan trọng. Quản lý tồn kho hiệu quả đảm bảo rằng doanh nghiệp có thể đáp ứng nhu cầu của khách hàng kịp thời, đồng thời giảm thiểu chi phí liên quan đến việc giữ và đặt hàng tồn kho. Những chi phí này, khi không được quản lý đúng cách, có thể ảnh

hưởng đáng kể đến hiệu suất tài chính của doanh nghiệp, dẫn đến việc khóa vốn có thể được sử dụng cho các cơ hội tăng trưởng và đầu tư khác (Chen et al., 2005; Guariglia & Mateut, 2010).

Các yếu tố quyết định quản lý tồn kho đã thu hút sự quan tâm đáng kể từ cả các học giả và nhà quản lý, phản ánh bản chất đa diện của các yếu tố ảnh hưởng đến các hoạt động quản lý tồn kho. Các yếu tố tài chính, chẳng hạn như khả năng tiếp cận tín dụng, chi phí vốn và quản lý vốn lưu động, đóng vai trò quan trọng trong việc định hình chiến lược hàng tồn kho. Hơn nữa, các yếu tố vận hành, bao gồm hiệu quả chuỗi cung ứng, dự báo nhu cầu và quy trình sản xuất, tương tác với các cân nhắc tài chính để xác định mức tồn kho tối ưu (Gaur et al., 2005). Ngoài ra, các đặc điểm đặc thù của doanh nghiệp, chẳng hạn như quy mô, loại ngành và quản trị doanh nghiệp, càng làm phức tạp thêm bức tranh quản lý tồn kho, đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về cách các yếu tố này tương tác để ảnh hưởng đến các quyết định hàng tồn kho của doanh nghiệp (Gill et al., 2010).

Thuật toán máy học là một nhánh của trí tuệ nhân tạo, cho phép máy tính học từ dữ liệu mà không cần lập trình cụ thể cho mỗi nhiệm vụ. Trong bối cảnh quản lý tồn kho, máy học có khả năng xử lý các tập dữ liệu lớn và phức tạp, phát hiện các mô hình ẩn và đưa ra dự đoán dựa trên dữ liệu thực tế. Điều này giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quyết định về mức tồn kho, đồng thời đảm bảo sự cân bằng giữa việc duy trì hàng tồn kho đủ để đáp ứng nhu cầu và giảm thiểu chi phí. Các thuật toán máy học như hồi quy Ridge và CatBoost

không chỉ giúp dự đoán chính xác mức tồn kho mà còn cho phép giải thích các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định hàng tồn kho thông qua các phương pháp giải thích như SHAP. Khác với các phương pháp truyền thống dựa vào phân tích thống kê tuyến tính hoặc các giả định đơn giản về mối quan hệ giữa các biến, máy học có khả năng xử lý các quan hệ phi tuyến và tương tác phức tạp giữa các yếu tố tài chính, vận hành và đặc thù của doanh nghiệp. Điều này mang lại khả năng dự đoán tốt hơn và cung cấp cái nhìn sâu sắc hơn về cách các yếu tố này ảnh hưởng đến hàng tồn kho, từ đó hỗ trợ các nhà quản lý ra quyết định dựa trên dữ liệu một cách chính xác và hiệu quả hơn.

Do tác động đáng kể của quản lý tồn kho đến hiệu suất tài chính của một doanh nghiệp, nghiên cứu này nhằm khám phá các yếu tố quyết định quản lý tồn kho từ góc độ tài chính, đặc biệt tập trung vào việc áp dụng các thuật toán máy học để phân tích và dự đoán các yếu tố quyết định này. Máy học cung cấp một bộ công cụ mạnh mẽ để xử lý các tập dữ liệu lớn và khám phá các mô hình có thể không rõ ràng thông qua các phương pháp thống kê truyền thống, do đó cung cấp cái nhìn sâu sắc hơn về các yếu tố thúc đẩy các hoạt động quản lý tồn kho (Cervantes et al., 2020; Chakrabarty & Wang, 2021).

Nghiên cứu này giải quyết khoảng trống liên quan đến các tác động tài chính của quản lý tồn kho và tiềm năng của các thuật toán máy học trong việc nâng cao độ chính xác của việc ra quyết định hàng tồn kho. Bằng cách tích hợp phân tích tài chính với mô hình dự đoán nâng cao, nghiên cứu này đóng góp vào

sự hiểu biết toàn diện hơn về quản lý tồn kho, cung cấp những hiểu biết có thể ứng dụng để cải thiện cả hiệu quả hoạt động và kết quả tài chính cho các doanh nghiệp.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là kiểm tra các yếu tố quyết định quản lý tồn kho bằng cách sử dụng các thuật toán máy học, với trọng tâm là cách các yếu tố tài chính, vận hành và đặc thù của doanh nghiệp ảnh hưởng đến mức tồn kho và các hoạt động quản lý tồn kho. Nghiên cứu nhằm phát triển các mô hình dự đoán có thể hỗ trợ các nhà quản lý tài chính tối ưu hóa chiến lược quản lý tồn kho, qua đó nâng cao hiệu suất tài chính của doanh nghiệp. Nghiên cứu này được cấu trúc như sau: (i) giới thiệu, (ii) tổng quan nghiên cứu, (iii) phương pháp nghiên cứu, (iv) kết quả & thảo luận, và (v) kết luận & khuyến nghị.

2. Tổng quan nghiên cứu

2.1. Lý thuyết nền tảng

Các lý thuyết nền tảng về quản lý tồn kho, bao gồm mô hình số lượng đặt hàng kinh tế (EOQ), hệ thống sản xuất tức thời (JIT), phân tích ABC và lý thuyết ràng buộc (TOC), có thể được sử dụng để giải thích mối liên hệ giữa quản lý tồn kho và hiệu suất tài chính. Mô hình EOQ giúp xác định lượng đặt hàng tối ưu, tối ưu hóa vốn lưu động và đảm bảo thanh khoản doanh nghiệp. Nghiên cứu gần đây khẳng định EOQ giúp giảm chi phí lưu kho và cải thiện dòng tiền (Åsberg & Sjöblom, 2021; Jensrud Salonen, 2018). JIT, khi kết hợp với EOQ, tăng cường hiệu quả tài chính bằng cách giảm thiểu hàng tồn kho dư thừa, cải thiện tỷ suất lợi nhuận trên tài sản và duy trì thanh khoản (Alhassan & Muhammad, 2022; Womack et al., 2007).

Phân tích ABC giúp ưu tiên các mặt hàng tồn kho dựa trên đóng góp vào doanh thu và lợi nhuận, từ đó tối ưu hóa phân bổ nguồn lực tài chính. Các doanh nghiệp có thể áp dụng kiểm soát tài chính nghiêm ngặt hơn đối với các mặt hàng có giá trị cao (Chakrabarty & Wang, 2021; Rahiminezhad Galankashi & Mokhatab Rafiei, 2022). Bằng cách kết hợp phân tích ABC với EOQ và JIT, các doanh nghiệp có thể đạt được sự cân bằng giữa lợi nhuận và chi phí hàng tồn kho không cần thiết.

Lý thuyết ràng buộc (TOC) tập trung vào việc xác định và giải quyết các điểm nghẽn trong sản xuất hoặc chuỗi cung ứng để giảm chi phí và tăng doanh thu. Việc áp dụng TOC giúp doanh nghiệp tối ưu hóa mức tồn kho và quy trình sản xuất, từ đó cải thiện chu kỳ chuyển đổi tiền mặt và dòng tiền (Goldratt & Cox, 1984; Gupta et al., 2002; Reid, 2007; Zeidan & Shapir, 2017). Khi kết hợp, các lý thuyết này tạo ra một khung quản lý toàn diện, giúp tối ưu hóa hiệu quả hoạt động và hiệu suất tài chính cho doanh nghiệp.

2.2. Nghiên cứu thực nghiệm

Các nghiên cứu thực nghiệm về quản lý tồn kho đã khám phá nhiều yếu tố quyết định ảnh hưởng, bao gồm các yếu tố tài chính, hiệu quả hoạt động, nhu cầu thị trường và các đặc điểm đặc thù của doanh nghiệp. Một số nghiên cứu nhấn mạnh tác động của các yếu tố tài chính như khả năng tiếp cận tín dụng và thanh khoản. Guariglia và Mateut (2010) phát hiện rằng các doanh nghiệp có thanh khoản tốt hơn có xu hướng giữ mức tồn kho cao hơn để chống lại sự biến động của nhu cầu và gián đoạn chuỗi cung ứng. Chi phí vốn cũng là

một yếu tố quan trọng, với các doanh nghiệp có chi phí vốn cao hơn thường chọn chiến lược tồn kho tinh gọn để giảm thiểu số vốn bị ràng buộc trong hàng tồn kho (Chuang et al., 2019; Elking et al., 2017; Chen et al., 2005).

Hiệu quả hoạt động cũng đóng vai trò quan trọng trong quản lý tồn kho, với các doanh nghiệp áp dụng công nghệ sản xuất tiên tiến và các phương pháp tinh gọn như JIT thường có tỷ lệ quay vòng hàng tồn kho cao hơn (Gaur et al., 2005; Koumanakos, 2008; Ogbo & Ukpere, 2014). Việc tích hợp chuỗi cung ứng và ứng dụng công nghệ thông tin cũng giúp cải thiện quản lý tồn kho bằng cách dự báo nhu cầu chính xác hơn và rút ngắn thời gian giao hàng (Chen & Plambeck, 2008; Nosoohi & Nookabadi, 2016).

Sự biến động của nhu cầu thị trường và mức độ cạnh tranh là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chiến lược hàng tồn kho của doanh nghiệp. Các doanh nghiệp hoạt động trong ngành có sự không chắc chắn cao về nhu cầu thường giữ mức tồn kho lớn hơn để giảm rủi ro thiếu hàng (Chuang et al., 2019; Hançerlioğulları et al., 2016). Mức độ cạnh tranh cao cũng thúc đẩy doanh nghiệp duy trì lượng hàng tồn kho lớn hơn để đáp ứng kịp thời nhu cầu của khách hàng và giữ vững thị phần (Hendricks & Singhal, 2009).

Ngoài ra, các nghiên cứu gần đây đã chứng minh hiệu quả của các thuật toán máy học trong quản lý tồn kho. Thuật toán như Rừng Ngẫu Nhiên, SVM, và K-means giúp dự đoán nhu cầu và tối ưu hóa tồn kho dựa trên dữ liệu lịch sử và các biến liên quan (Manoharan et al., 2024; Dave et al., 2023; Bala, 2012; Agarwal & Jayant, 2019; Cervantes et al.,

2020). Việc sử dụng máy học không chỉ cải thiện dự đoán nhu cầu mà còn hỗ trợ điều chỉnh chiến lược tồn kho dựa trên tình hình tài chính của doanh nghiệp, dẫn đến hiệu suất tài chính và hiệu quả quản lý tồn kho tốt hơn (Abejón et al., 2020).

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Dữ liệu

Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu từ cơ sở dữ liệu Refinitiv, bao gồm 16.996 quan sát từ 1.361 doanh nghiệp phi tài chính niêm yết trên sàn HOSE, HNX và Upcom trong giai đoạn 2008-2023. Các doanh nghiệp trong lĩnh vực tài chính như ngân hàng, chứng khoán, bảo hiểm và bất động sản được loại trừ để đảm bảo tính nhất quán do đặc điểm tài chính khác biệt. Dữ liệu đã được tiền xử lý để loại bỏ các giá trị lỗi và thiếu, đảm bảo độ tin cậy cho phân tích. Các biến đầu vào bao gồm nhiều chỉ số tài chính như tổng tài sản, nợ ngắn hạn, doanh thu, lợi nhuận gộp, dòng tiền, vốn lưu động, EPS, giá cổ phiếu, và các khoản phải thu, giúp mô hình dự đoán hiệu quả mức tồn kho.

3.2. Thuật toán máy học

Nghiên cứu này sử dụng nhiều thuật toán máy học để dự đoán biến hàng tồn kho dựa trên các chỉ số tài chính và các yếu tố quyết định khác. Các thuật toán này được lựa chọn vì khả năng xử lý các mối quan hệ phức tạp giữa các biến đầu vào và biến mục tiêu, cũng như khả năng tương thích với kỹ thuật SHAP (SHapley Additive exPlanations) để giải thích kết quả. Các thuật toán gồm hồi quy tuyến tính với Ridge và Lasso, rừng ngẫu nhiên, XGBoost, LightGBM, CatBoost, SVR và ANN, mỗi thuật toán đóng vai trò khác nhau

trong việc dự đoán và phân tích dữ liệu quản lý tồn kho.

Hồi quy tuyến tính với Ridge và Lasso là các thuật toán cơ bản, giúp mô hình hóa mối quan hệ giữa các biến độc lập và phụ thuộc. Ridge (điều chỉnh L2) phạt các hệ số lớn để ngăn chặn overfitting, trong khi Lasso (điều chỉnh L1) có thể đưa các hệ số không quan trọng về không, thực hiện việc lựa chọn đặc trưng (Tibshirani, 1996). Rừng ngẫu nhiên là một thuật toán mạnh mẽ xử lý các mối quan hệ phi tuyến và tương tác giữa các biến thông qua việc trung bình hóa kết quả của nhiều cây quyết định, giảm nguy cơ overfitting (Breiman, 2001).

Các thuật toán Gradient Boosting Machines (GBM), bao gồm XGBoost, LightGBM và CatBoost, xây dựng các mô hình tuần tự bằng cách tối ưu hóa theo từng bước. GBM nắm bắt các mối quan hệ phức tạp và phi tuyến trong dữ liệu, giúp cải thiện độ chính xác của các dự đoán quản lý tồn kho (Friedman, 2001). SVR (Support Vector Regression) là một mở rộng của Máy Hỗ Trợ Véc-tơ (SVM) cho các bài toán hồi quy, giúp mô hình hóa dữ liệu với các mối quan hệ phi tuyến phức tạp (Drucker et al., 1996).

Cuối cùng, mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) được thiết kế để nắm bắt các mối quan hệ phức tạp giữa các biến thông qua nhiều lớp nơ-ron. ANN thường được coi là khó giải thích hơn các mô hình khác, nhưng việc sử dụng SHAP cho phép hiểu rõ hơn về vai trò của từng đặc trưng trong việc dự đoán mức tồn kho (LeCun et al., 2015). ANN phù hợp khi xử lý các tập dữ liệu lớn và phức tạp, giúp

nghiên cứu đạt được các kết quả dự đoán chi tiết và chính xác hơn.

Để xác định các yếu tố quan trọng nhất trong quản lý tồn kho, nghiên cứu này áp dụng các giá trị SHAP (SHapley Additive exPlanations) cho các mô hình máy học như Hồi quy tuyến tính, Rừng ngẫu nhiên, GBM, SVR, Mạng Nơ-ron, và Hồi quy Ridge/Lasso. SHAP dựa trên lý thuyết trò chơi hợp tác, cung cấp thước đo thống nhất về tầm quan trọng của các đặc trưng bằng cách định lượng đóng góp của từng đặc trưng vào dự đoán. Quy trình bao gồm đào tạo mô hình, tính toán và giải thích giá trị SHAP, trực quan hóa kết quả qua biểu đồ tóm tắt và phụ thuộc, và so sánh giữa các mô hình để xác định tính ổn định của các đặc trưng quan trọng. Phân tích SHAP giúp cung cấp cái nhìn sâu sắc và minh bạch về cách các yếu tố tài chính và các biến khác ảnh hưởng đến quản lý tồn kho, từ đó hỗ trợ các nhà quản lý tài chính ra quyết định chính xác hơn (Breiman, 2001; Friedman, 2001; Tibshirani, 1996).

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Phân tích mô tả

Theo bảng 1, sự vượt trội của hồi quy Ridge, với giá trị R^2 là 0,9823 và các chỉ số lỗi tương đối thấp, cho thấy mối quan hệ tuyến tính giữa các đặc trưng và biến mục tiêu rất mạnh. Khả năng của Ridge trong việc phạt các hệ số lớn giúp kiểm soát hiệu quả hiện tượng đa cộng tuyến, điều này có thể phổ biến trong tập dữ liệu này do các chỉ số tài chính đa dạng. Việc Ridge vượt trội hơn một chút so với Lasso (R^2 là 0,9814) cho thấy rằng tất cả các đặc trưng đều đóng góp ý nghĩa vào dự đoán, vì Lasso có xu hướng đẩy các hệ số của

các đặc trưng không liên quan về không. Tuy nhiên, hiệu suất của Lasso gần với Ridge cho thấy có thể có một số điểm hiếm trong dữ liệu mà Lasso xử lý tốt, nhưng không đủ để vượt qua Ridge nhờ vào điều chỉnh mạnh mẽ. Quan sát này có thể thúc đẩy việc khám phá thêm về các kỹ thuật lựa chọn đặc trưng hoặc giảm chiều dữ liệu để xem liệu việc giảm số lượng đặc trưng có thể cải thiện hiệu suất hơn nữa hay không.

phải là lựa chọn tốt nhất cho các tập dữ liệu tài chính có mối quan hệ phức tạp giữa các đặc trưng.

Trong số các mô hình ensemble, CatBoost thể hiện hiệu suất mạnh mẽ nhất với R^2 là 0,9242 và RMSE thấp, cho thấy khả năng xử lý tốt các mối quan hệ phi tuyến và phân loại đặc trưng. LightGBM và XGBoost cũng mang lại hiệu suất tốt, với R^2 lần lượt là 0,9188 và 0,8690, nhưng cần điều chỉnh siêu

Bảng 1: So sánh hiệu suất giữa các thuật toán

Algorithms	MAE	MSE	RMSE	R2
Ridge	1,43E+11	2,48E+23	4,98E+11	0,9823
Lasso	1,46E+11	2,6E+23	5,1E+11	0,9814
SVM	8,69E+11	1,46E+25	3,82E+12	0,7501
RandomForest	3,04E+11	4,12E+24	2,03E+12	0,7055
XGBoost	2,52E+11	1,83E+24	1,35E+12	0,8690
LightGBM	2,91E+11	1,14E+24	1,07E+12	0,9187
CatBoost	2,09E+11	1,06E+24	1,03E+12	0,9242
ANN	9,23E+11	1,49E+25	3,85E+12	0,8608

(Nguồn: Tổng hợp của nhóm tác giả)

Hiệu suất kém của SVM, với R^2 là 0,7501 và RMSE là $3,82e+12$, cho thấy mô hình này gặp khó khăn trong việc nắm bắt các mẫu phức tạp trong dữ liệu tài chính. SVM nhạy cảm với việc chuẩn hóa đặc trưng và lựa chọn kernel, các chỉ số lỗi cao cho thấy mô hình không thể tổng quát tốt trên dữ liệu kiểm tra, đặc biệt khi dữ liệu có sự phi tuyến tính hoặc nhiễu. Điều này gợi ý rằng SVM có thể không

tham số kỹ lưỡng để cải thiện độ chính xác. Sự ưu việt của CatBoost trong việc giảm thiểu overfitting và xử lý các tương tác phức tạp giữa các đặc trưng làm cho nó trở thành lựa chọn hấp dẫn cho tập dữ liệu này.

Hiệu suất của Rừng ngẫu nhiên ($R^2 = 0,7055$) và mạng nơ-ron ($R^2 = 0,8609$) đều thấp hơn so với các mô hình ensemble khác. Mạng nơ-ron có thể đã bị overfitting hoặc

chưa được tối ưu hóa đủ, trong khi Rừng ngẫu nhiên không nắm bắt được các mẫu tiềm ẩn như CatBoost hoặc XGBoost. Kết quả cho thấy hồi quy Ridge và CatBoost là các mô hình mạnh mẽ, kết hợp giữa độ chính xác cao và khả năng giảm thiểu lỗi, là lựa chọn tốt nhất cho dự đoán mức tồn kho trong dữ liệu tài chính này.

Hình 1 trình bày kết quả phân tích SHAP về các yếu tố quyết định mức tồn kho được dự đoán bởi mô hình hồi quy Ridge. Phân tích cho thấy các khoản phải thu là đặc trưng có ảnh hưởng nhất, với dải giá trị SHAP rộng chỉ ra tác động đáng kể của nó đến các dự đoán của mô hình. Điều này cho thấy rằng số lượng khoản phải thu mà một doanh nghiệp nắm giữ có liên quan chặt chẽ đến mức tồn kho của nó. Cụ thể, các giá trị SHAP cho thấy các khoản phải thu cao hơn có xu hướng ảnh hưởng tiêu cực đến đầu ra của mô hình, ám chỉ rằng các doanh nghiệp có khoản phải thu cao có thể có mức tồn kho thấp hơn. Mọi quan hệ này có thể là dấu hiệu của các chu kỳ bán hàng chậm hơn hoặc điều khoản tín dụng kéo dài, dẫn đến giảm nhu cầu hàng tồn kho.

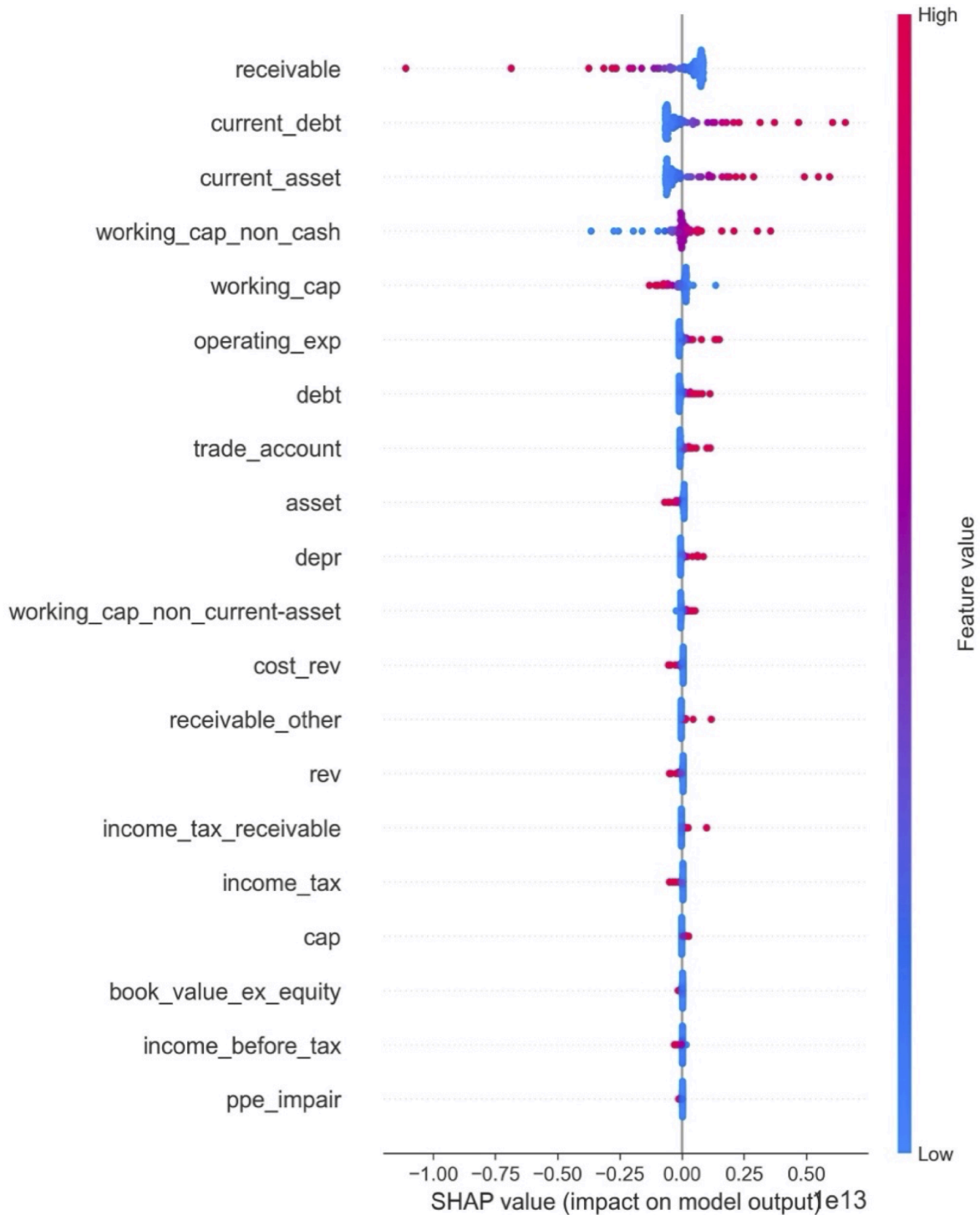
Ngoài các khoản phải thu, nợ ngắn hạn và tài sản ngắn hạn cũng xuất hiện như những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến dự đoán của mô hình. Các giá trị SHAP cho nợ ngắn hạn cho thấy mức nợ cao hơn thường có tác động tiêu cực đến dự đoán tồn kho, trong khi mức nợ thấp hơn lại ảnh hưởng tích cực đến đầu ra của mô hình. Phát hiện này phù hợp với quan điểm rằng các doanh nghiệp có gánh nặng nợ cao hơn có thể bị hạn chế về sự linh hoạt tài chính, hạn chế khả năng duy trì mức tồn kho cao. Tương tự, tài sản ngắn hạn đóng vai trò

quan trọng, với giá trị cao hơn thường dẫn đến dự đoán tồn kho tăng lên, phản ánh khả năng của doanh nghiệp trong việc hỗ trợ tồn kho thông qua tài sản thanh khoản.

Tầm quan trọng của các đặc trưng liên quan đến vốn lưu động, chẳng hạn như vốn lưu động không tiền mặt và vốn lưu động, tiếp tục nhấn mạnh vai trò của thanh khoản và hiệu quả hoạt động trong quản lý tồn kho. Các đặc trưng này cho thấy cả tác động tích cực và tiêu cực đến dự đoán của mô hình, tùy thuộc vào giá trị của chúng, làm nổi bật mối quan hệ tinh tế giữa vốn lưu động và các quyết định hàng tồn kho. Các doanh nghiệp quản lý vốn lưu động hiệu quả có thể có vị trí tốt hơn để tối ưu hóa mức tồn kho của họ mà không phải phụ thuộc nhiều vào tài trợ từ bên ngoài.

Ngược lại, các đặc trưng như suy giảm tài sản cố định, thu nhập trước thuế và giá trị sổ sách không bao gồm vốn chủ sở hữu ít có ảnh hưởng hơn, như được chỉ ra bởi các giá trị SHAP nhỏ hơn của chúng. Những đặc trưng này đóng góp ít vào các dự đoán của mô hình, cho thấy rằng chúng có thể không quan trọng như các đặc trưng nổi bật hơn trong việc xác định mức tồn kho. Nhìn chung, phân tích SHAP cung cấp những hiểu biết có giá trị về các yếu tố chính ảnh hưởng đến mức tồn kho, với các khoản phải thu, nợ và vốn lưu động nổi lên như những yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất. Những phát hiện này nhấn mạnh tầm quan trọng của quản lý thanh khoản và sức khỏe tài chính trong việc định hình các quyết định hàng tồn kho, điều này có thể định hướng cho các nghiên cứu tương lai và các ứng dụng thực tiễn trong quản lý tài chính và hoạt động.

Ý KIẾN TRAO ĐỔI



(Nguồn: Tổng hợp của nhóm tác giả)

Hình 1: Phân tích SHAP cho Ridge Regression

5. Kết luận và khuyến nghị

5.1. Kết luận

Nghiên cứu này tập trung vào việc khám phá các yếu tố quyết định quản lý tồn kho bằng cách sử dụng các thuật toán máy học, đặc biệt là tác động của các yếu tố tài chính, vận hành và đặc thù của doanh nghiệp đến mức tồn kho. Các mô hình máy học được áp dụng nhằm phân tích các mối quan hệ phức tạp và cung cấp những hiểu biết mà các phương pháp truyền thống có thể bỏ qua. Mô hình hồi quy Ridge, với khả năng xử lý đa cộng tuyến và duy trì độ chính xác dự đoán cao, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc xem xét tổng thể các chỉ số tài chính trong quyết định quản lý tồn kho, giúp doanh nghiệp đưa ra quyết định dựa trên nhiều khía cạnh của sức khỏe tài chính.

Một phát hiện quan trọng từ nghiên cứu là vai trò của các biến thanh khoản như khoản phải thu, nợ ngắn hạn và vốn lưu động. Các doanh nghiệp có khả năng quản lý thanh khoản tốt hơn sẽ tối ưu hóa được mức tồn kho, giảm chi phí và cải thiện hiệu quả hoạt động. Đặc biệt, trong các ngành có sự liên kết chặt chẽ giữa quản lý tồn kho và dòng tiền, những thông tin này có ý nghĩa lớn. Ví dụ, các doanh nghiệp có khoản phải thu cao nhưng thanh khoản kém có thể gặp khó khăn trong việc duy trì mức tồn kho tối ưu, gây ra gián đoạn chuỗi cung ứng.

Về mặt lý thuyết, các kết quả củng cố sự liên quan của các lý thuyết quản lý tồn kho truyền thống như mô hình EOQ và JIT. EOQ nhấn mạnh việc giảm chi phí và tối ưu hóa vốn lưu động, trong khi JIT tập trung vào việc giảm thiểu tồn kho dư thừa để cải thiện dòng

tiền và hiệu quả hoạt động. Những phát hiện này cho thấy tầm quan trọng của việc tích hợp các lý thuyết truyền thống với các kỹ thuật máy học hiện đại trong quản lý tồn kho.

Nghiên cứu cũng so sánh kết quả với các nghiên cứu trước đây và nhận thấy sự phù hợp với các lý thuyết và bằng chứng thực nghiệm về tầm quan trọng của các yếu tố tài chính trong quản lý tồn kho. Ví dụ, tầm quan trọng của thanh khoản và tín dụng được chứng minh tương tự trong các nghiên cứu của Guariglia và Mateut (2010), Chen et al. (2005), và Gaur et al. (2005). Ngoài ra, các đặc điểm đặc thù của doanh nghiệp như quy mô và quản trị cũng được nhận diện có ảnh hưởng lớn đến mức tồn kho, tương tự với các nghiên cứu của Gill et al. (2010) và nhiều tác giả khác (Abejón et al., 2020; Agarwal & Jayant, 2019; Chuang et al., 2019).

5.2. Khuyến nghị

Dựa trên kết quả nghiên cứu, các doanh nghiệp nên ưu tiên tích hợp các mô hình máy học như CatBoost và hồi quy Ridge vào hệ thống quản lý tồn kho để tối ưu hóa các quyết định. Những mô hình này đã chứng minh khả năng dự đoán chính xác mức tồn kho bằng cách xử lý các mối quan hệ phức tạp giữa các chỉ số tài chính và yếu tố vận hành. Việc sử dụng các mô hình máy học cung cấp cho doanh nghiệp cách tiếp cận dựa trên dữ liệu, giúp đưa ra các quyết định chính xác hơn và cải thiện hiệu quả tài chính.

Ngoài ra, doanh nghiệp cần tập trung vào việc nâng cao các chiến lược quản lý thanh khoản, vì các yếu tố liên quan đến khoản phải thu và vốn lưu động đã được xác định là quan trọng đối với mức tồn kho. Bằng cách quản lý

hiệu quả các yếu tố này, doanh nghiệp có thể giảm thiểu tình trạng dư thừa hoặc thiếu hụt hàng tồn kho, từ đó giảm chi phí và tối ưu hóa hiệu suất. Việc kết hợp các lý thuyết truyền thống như EOQ và JIT vào thực hành quản lý cũng giúp tối ưu hóa vốn lưu động và cải thiện dòng tiền.

Các doanh nghiệp cũng nên áp dụng cách tiếp cận tích hợp giữa chiến lược tài chính và quy trình vận hành. Quản lý vốn lưu động và hiệu quả hoạt động có mối liên hệ chặt chẽ, do đó đầu tư vào các công nghệ tiên tiến như hệ thống sản xuất và tích hợp chuỗi cung ứng sẽ giúp doanh nghiệp giảm hàng tồn kho dư thừa và cải thiện hiệu quả tổng thể. Việc đánh giá thường xuyên các chiến lược quản lý tồn kho, cùng với sự thích ứng linh hoạt với dữ liệu, sẽ giúp doanh nghiệp đón đầu các gián đoạn và duy trì lợi thế cạnh tranh.

Cuối cùng, các nhà đầu tư và các cơ quan quản lý cũng đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá và hỗ trợ các doanh nghiệp áp dụng máy học vào quản lý tồn kho. Nhà đầu tư có thể sử dụng các mô hình dự đoán để đánh giá sức khỏe tài chính và hiệu quả vận hành của doanh nghiệp, trong khi các cơ quan quản lý cần đảm bảo sự đổi mới diễn ra trong khuôn khổ bảo mật dữ liệu. Các tổ chức ngành và người tiêu dùng cũng hưởng lợi từ việc quản lý tồn kho hiệu quả hơn, tạo ra chuỗi cung ứng nhanh nhạy và sản phẩm có sẵn tốt hơn.

5.3. Hạn chế và hướng nghiên cứu mở rộng

Nghiên cứu này gặp hạn chế do phụ thuộc vào dữ liệu tài chính từ các doanh nghiệp phi tài chính niêm yết trên sàn HOSE, HNX và Upcom, loại trừ các ngành như ngân hàng và

bất động sản, khiến kết quả có thể không áp dụng rộng rãi cho tất cả các lĩnh vực. Các mô hình như hồi quy Ridge và CatBoost tuy mạnh mẽ nhưng vẫn có thể bỏ sót các tương tác phức tạp hoặc bị ảnh hưởng bởi chất lượng dữ liệu. Ngoài ra, nghiên cứu tập trung vào yếu tố tài chính mà bỏ qua các yếu tố phi tài chính như điều kiện thị trường hay công nghệ có thể ảnh hưởng đến quản lý tồn kho. Nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng phạm vi để bao gồm các ngành và yếu tố khác nhau, thử nghiệm các kỹ thuật máy học tiên tiến hơn như học sâu và so sánh giữa các khu vực địa lý để hiểu rõ hơn về cách các yếu tố tồn kho thay đổi theo bối cảnh. Nghiên cứu thực tế về triển khai máy học trong tổ chức cũng cần thiết để thu hẹp khoảng cách giữa lý thuyết và thực hành. ♦

Tài liệu tham khảo:

Abejón, R., Fernández-Ríos, A., Domínguez-Ramos, A., Laso, J., Ruiz-Salmón, I., Yáñez, M., Ortiz, A., Gorri, D., Donzel, N., & Jones, D. (2020). Hydrogen recovery from waste gas streams to feed (High-temperature PEM) fuel cells: Environmental performance under a life-cycle thinking approach. *Applied Sciences*, 10(21), 7461.

Agarwal, A., & Jayant, D. (2019). Support vector machine model for demand forecasting in an automobile parts industry: A case study. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 9, 33-49.

Alhassan, I., & Muhammad, H. M. (2022). *Inventory Management and Financial*

Performance of Listed Manufacturing Firms in Nigeria.

Åsberg, S., & Sjöblom, G. (2021). Streamlining the Ordering Process: A Case Study of Alfa Laval.

Bala, P. K. (2012). Improving inventory performance with clustering based demand forecasts. *Journal of Modelling in Management*, 7(1), 23-37.

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45, 5-32.

Cervantes, J., Garcia-Lamont, F., Rodríguez-Mazahua, L., & Lopez, A. (2020). A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends. *Neurocomputing*, 408, 189-215.

Chakrabarty, S., & Wang, L. (2021). Sensitivity about inventory leanness. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(2), 376-399.

Chen, H., Frank, M. Z., & Wu, O. Q. (2005). What actually happened to the inventories of American companies between 1981 and 2000? *Management science*, 51(7), 1015-1031.

Chen, L., & Plambeck, E. L. (2008). Dynamic inventory management with learning about the demand distribution and substitution probability. *Manufacturing & Service Operations Management*, 10(2), 236-256.

Chuang, H. H. C., Oliva, R., & Heim, G. R. (2019). Examining the link between retailer inventory leanness and operational efficiency: Moderating roles of firm size and demand uncertainty. *Production and Operations Management*, 28(9), 2338-2364.

Dave, A., Swamy, H., Nakra, V., & Agarwal, A. (2023). Machine Learning Techniques And Predictive Modeling For Retail Inventory Management Systems. *Educational Administration: Theory and Practice*, 29(4), 698-706.

Drucker, H., Burges, C. J., Kaufman, L., Smola, A., & Vapnik, V. (1996). Support vector regression machines. *Advances in neural information processing systems*, 9.

Elking, I., Paraskevas, J. P., Grimm, C., Corsi, T., & Steven, A. (2017). Financial dependence, lean inventory strategy, and firm performance. *Journal of Supply Chain Management*, 53(2), 22-38.

Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of statistics*, 1189-1232.

Galvan-Nunez, S., & Attoh-Okine, N. (2017). Hybrid particle swarm optimization and k-means analysis for bridge clustering based on national bridge inventory data. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 3(2), F4016001.

Gaur, V., Fisher, M. L., & Raman, A. (2005). An econometric analysis of inventory turnover performance in retail services. *Management science*, 51(2), 181-194.

Gill, A., Biger, N., & Mathur, N. (2010). The relationship between working capital management and profitability: Evidence from the United States. *Business and economics journal*, 10(1), 1-9.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *The Goal: a process of on-going improvement*. North River, Press. Inc.

- Guariglia, A., & Mateut, S. (2010). Inventory investment, global engagement, and financial constraints in the UK: Evidence from micro data. *Journal of Macroeconomics*, 32(1), 239-250.
- Gupta, M., Ko, H.-J., & Min, H. (2002). TOC-based performance measures and five focusing steps in a job-shop manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 40(4), 907-930.
- Hançerlioğulları, G., Şen, A., & Aktunç, E. A. (2016). Demand uncertainty and inventory turnover performance: An empirical analysis of the US retail industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(6/7), 681-708.
- Harris, F. W. (1990). How many parts to make at once. *Operations research*, 38(6), 947-950.
- Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2009). Demand-supply mismatches and stock market reaction: Evidence from excess inventory announcements. *Manufacturing & Service Operations Management*, 11(3), 509-524.
- Jensrud Salonen, E.-S. (2018). Controlling Inventory Levels of Selected Items.
- Koumanakos, D. P. (2008). The effect of inventory management on firm performance. *International journal of productivity and performance management*, 57(5), 355-369.
- Kouvelis, P., Li, R., & Ding, Q. (2009). Inventory management and financial hedging of storable commodities.
- Kurani, A., Doshi, P., Vakharia, A., & Shah, M. (2023). A comprehensive comparative study of artificial neural network (ANN) and support vector machines (SVM) on stock forecasting. *Annals of Data Science*, 10(1), 183-208.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- Li, R., & Ryan, J. K. (2012). Inventory flexibility through adjustment contracts. *International Journal of Production Research*, 50(7), 1955-1978.
- Manoharan, G., Sharma, A., Vani, V. D., Raj, V. H., Jain, R., & Nijhawan, G. (2024). Predictive Analytics for Inventory Management in E-commerce Using Machine Learning Algorithms. 2024 International Conference on Advances in Computing, Communication and Applied Informatics (ACCAI).
- Nosoohi, I., & Nookabadi, A. S. (2016). Outsource planning through option contracts with demand and cost uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 250(1), 131-142.
- Ntakolia, C., Kokkotis, C., Karlsson, P., & Moustakidis, S. (2021). An explainable machine learning model for material backorder prediction in inventory management. *Sensors*, 21(23), 7926.
- Ogbo, A. I., & Ukpere, W. I. (2014). The impact of effective inventory control management on organisational performance: A study of 7up bottling company nile mile enugu, nigeria. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(10), 109-118.
- Rahiminezhad Galankashi, M., & Mokhatab Rafiei, F. (2022). Financial performance measurement of supply chains: a review. *International journal of productivity and performance management*, 71(5), 1674-1707.
- Ravishankar, N. (2016). Analysis of Inventory Levels of Canadian Companies.

Reid, R. A. (2007). Applying the TOC five-step focusing process in the service sector: A banking subsystem. *Managing Service Quality: An International Journal*, 17(2), 209-234.

Seber, G. A., & Lee, A. J. (2012). *Linear regression analysis*. John Wiley & Sons.

Seyedan, M., Mafakheri, F., & Wang, C. (2023). Order-up-to-level inventory optimization model using time-series demand forecasting with ensemble deep learning. *Supply Chain Analytics*, 3, 100024.

Sullivan, E. J. (1971). *Inventory Control Concepts And Techniques For The Pragmatic User*. Duquesne University.

Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 58(1), 267-288.

Tuli, F. A., Mohammed, M. A., & Sachani, D. K. (2024). Supply Chain Optimization: Machine Learning Applications in Inventory Management for E-Commerce. *Global Disclosure of Economics and Business*, 13(1), 1-20.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production-Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.

Zeidan, R., & Shapir, O. M. (2017). Cash conversion cycle and value-enhancing operations: Theory and evidence for a free lunch. *Journal of Corporate Finance*, 45, 203-219.

Zhu, X., & Liu, J. (2024). The Effect of Inventory Flexibility on Financial Performance: Moderating Role of Firm Size and Growth. *Engineering Economics*, 35(1), 119-132.

Summary

This study explores the determinants of inventory management by applying machine learning algorithms, focusing on the impact of financial and operational factors on inventory levels. Using data from 16,996 observations of 1,361 companies listed on HOSE, HNX, and Upcom from 2008 to 2023, key financial indicators such as liquidity, receivables, short-term debt, and working capital are analyzed through Ridge regression, CatBoost, and SHAP models. The results show that Ridge regression and CatBoost outperform other models, with liquidity identified as the most significant factor influencing inventory levels. These findings emphasize the importance of efficient liquidity management in inventory strategies, helping companies optimize costs and improve operational efficiency. The study recommends that companies integrate machine learning models into inventory management systems to make data-driven decisions, enabling better prediction and management of factors affecting inventory.

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ đề tài Luận án tiến sĩ theo quyết định số 5379/QĐ-ĐHDT ngày 31/12/2022 của Trường Đại học Duy Tân.