

ỨNG DỤNG BLOCKCHAIN VÀ AI TRONG VIỆC PHÁT HIỆN GIAN LẬN GIAO DỊCH TẠI VŨ TRỤ ẢO MỞ: GÓC NHÌN ESG

THE APPLICATION OF BLOCKCHAIN AND AI IN TRANSACTION FRAUD DETECTION
IN THE OPEN METAVERSE: AN ESG PERSPECTIVE

Nguyễn Quốc Huy¹, Đoàn Gia Bảo Ngọc¹, Nguyễn Hồ Bảo Nghi¹,
Nguyễn Thị Phương Thảo¹, Nguyễn Quang Hưng^{1,*}

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2025.234>

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng blockchain và trí tuệ nhân tạo (AI) để phát hiện gian lận giao dịch tài chính trong vũ trụ ảo mở, từ góc nhìn ESG (Môi trường, Xã hội và Quản trị). Với sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế số, vũ trụ ảo mở ngày càng trở thành mục tiêu của các hoạt động gian lận tài chính tinh vi. Blockchain cung cấp khả năng ghi nhận giao dịch minh bạch và không thể thay đổi, trong khi AI giúp nhận diện hành vi bất thường theo thời gian thực. Nghiên cứu không chỉ làm sáng tỏ vai trò của công nghệ trong việc nâng cao tính minh bạch và trách nhiệm giải trình mà còn đưa ra các phân tích thực nghiệm về mô hình học máy hiệu quả trong dự báo gian lận. Bằng cách kết hợp các kỹ thuật phân tích dữ liệu tiên tiến, nghiên cứu góp phần đề xuất các cơ chế giám sát giao dịch tài chính hiệu quả hơn, hỗ trợ các nền tảng vũ trụ ảo trong việc xây dựng một hệ sinh thái bền vững. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng đối với cả doanh nghiệp và nhà hoạch định chính sách trong việc nâng cao hiệu quả quản lý rủi ro và bảo vệ nhà đầu tư.

Từ khóa: Blockchain, ESG, giao dịch tài chính, vũ trụ ảo mở, trí tuệ nhân tạo.

ABSTRACT

This research focuses on the application of blockchain and artificial intelligence (AI) to detect financial transaction fraud in the Open Metaverse, from an ESG (Environmental, Social, and Governance) perspective. With the rapid development of the digital economy, the Open Metaverse is increasingly becoming a target for sophisticated financial fraud activities. Blockchain provides the ability to record transactions transparently and immutably, while AI helps identify anomalous behavior in real-time. The research not only highlights the role of technology in enhancing transparency and accountability but also presents empirical analyses of machine learning models effective in fraud prediction. By combining advanced data analytics techniques, the study contributes to proposing more efficient mechanisms for monitoring financial transactions, supporting Metaverse platforms in building a sustainable ecosystem. The research findings are significant for both businesses and policymakers in improving risk management effectiveness and protecting investors.

Keywords: Blockchain, ESG, financial transactions, open metaverse, artificial intelligence.

¹Trường Đại học Kinh tế - Luật, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh

*Email: hungnq@uel.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/3/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 19/4/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/6/2025

1. GIỚI THIỆU

Ngày 22/10/2024, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1236/QĐ-TTg, công bố Chiến lược quốc gia về ứng dụng và phát triển công nghệ chuỗi khối (blockchain) đến năm 2025, định hướng đến năm 2030.

Chiến lược này đặt mục tiêu đưa Việt Nam trở thành quốc gia dẫn đầu trong khu vực và có vị thế quốc tế trong nghiên cứu, triển khai, ứng dụng và khai thác công nghệ chuỗi khối [6]. Mục tiêu cụ thể đến năm 2025 bao gồm việc hình thành hạ tầng chuỗi khối Việt Nam, thúc đẩy

nghiên cứu và phát triển ứng dụng công nghệ này tại các trung tâm đổi mới sáng tạo quốc gia, cũng như xây dựng và nâng cấp các cơ sở nghiên cứu và đào tạo nhằm phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao trong lĩnh vực chuỗi khối [48]. Tầm nhìn đến năm 2030, chiến lược hướng đến việc củng cố và mở rộng hạ tầng chuỗi khối quốc gia, ban hành tiêu chuẩn về ứng dụng và phát triển chuỗi khối tại Việt Nam, đồng thời xây dựng ít nhất 20 thương hiệu blockchain uy tín về nền tảng, sản phẩm và dịch vụ trên nền tảng công nghệ chuỗi khối trong khu vực [6].

Trong bối cảnh toàn cầu, công nghệ blockchain và trí tuệ nhân tạo (AI) hiện đóng vai trò then chốt trong việc tăng cường bảo mật và minh bạch trong các giao dịch tài chính. Việc tích hợp này không chỉ giúp phân tích dữ liệu để xác định các hoạt động gian lận mà còn cung cấp bản ghi chống giả mạo cho tất cả các giao dịch [52]. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển của AI, các hình thức lừa đảo tinh vi như deepfake đang gia tăng, tạo ra các video và tài liệu giả mạo danh tính với độ chân thực cao nhằm lừa đảo đầu tư, gọi vốn hoặc tổ chức các cuộc tấn công mạng tinh vi. Các video deepfake và tài liệu quảng cáo giả mạo được tạo ra bởi AI đang bị lạm dụng tràn lan, nhất là các video giả danh người nổi tiếng hoặc quan chức chính phủ được sử dụng để quảng bá cho các dự án tiền mã hóa lừa đảo [1-3]. Việc ứng dụng blockchain và AI trong việc phát hiện gian lận giao dịch tại vũ trụ ảo mở không chỉ đáp ứng xu hướng công nghệ toàn cầu mà còn phù hợp với định hướng chiến lược của Chính phủ Việt Nam.

Vũ trụ ảo mở, với tính chất phi tập trung và mở rộng, tạo ra môi trường phong phú cho các hoạt động kinh tế số. Tuy nhiên, cùng với đó là nguy cơ gia tăng các hành vi gian lận giao dịch, ảnh hưởng tiêu cực đến tính minh bạch và bền vững của hệ sinh thái số [42]. Việc tích hợp blockchain và AI trong phát hiện gian lận giao dịch không chỉ giúp nâng cao hiệu quả giám sát mà còn đảm bảo tuân thủ các tiêu chí về Môi trường, Xã hội và Quản trị (ESG). Cụ thể, blockchain cung cấp khả năng lưu trữ dữ liệu minh bạch và không thể thay đổi, trong khi AI hỗ trợ phân tích và nhận diện các hành vi bất thường trong giao dịch [33]. Sự kết hợp này không chỉ giảm thiểu rủi ro gian lận mà còn góp phần xây dựng một môi trường vũ trụ ảo an toàn, đáng tin cậy và bền vững. Động lực thực hiện nghiên cứu này xuất phát từ nhu cầu cấp thiết trong việc đảm bảo tính minh bạch và trách nhiệm giải trình trong vũ trụ ảo mở, phù hợp với chiến lược phát triển công nghệ chuỗi khối của Việt Nam. Hơn nữa, việc áp dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến để phát hiện và ngăn chặn

gian lận giao dịch sẽ góp phần nâng cao uy tín và vị thế của Việt Nam trong lĩnh vực công nghệ số trên trường quốc tế.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

2.1. Blockchain giúp cải thiện tính minh bạch và trách nhiệm ESG trong vũ trụ ảo mở

Blockchain đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao tính minh bạch và trách nhiệm ESG trong vũ trụ ảo mở bằng cách đảm bảo rằng mọi giao dịch tài sản số đều được ghi nhận công khai, không thể thay đổi và giúp kiểm toán một cách minh bạch [16, 27, 35, 46, 60]. Công nghệ sổ cái phân tán của blockchain giúp loại bỏ sự phụ thuộc vào bên trung gian, từ đó giảm thiểu nguy cơ thao túng dữ liệu và gian lận tài chính [26, 43]. Theo [14], blockchain cải thiện đáng kể tính minh bạch của giao dịch trong vũ trụ ảo mở thông qua việc ghi nhận mọi thay đổi dữ liệu trên sổ cái bất biến. Các nghiên cứu [57-59] bổ sung rằng hệ thống phi tập trung này giúp các bên liên quan dễ dàng xác minh các giao dịch mà không cần dựa vào tổ chức tập trung, đảm bảo mức độ công khai cao hơn trong quản trị ESG. Bên cạnh đó, các hợp đồng thông minh đóng vai trò quan trọng trong việc tự động hóa quy trình giám sát ESG, giúp thực thi các quy định và đảm bảo rằng các tiêu chí ESG được tuân thủ một cách minh bạch mà không cần sự can thiệp của bên thứ ba [20, 26]. Theo nghiên cứu [35], hợp đồng thông minh được lập trình để theo dõi việc tuân thủ các tiêu chuẩn ESG theo thời gian thực, từ đó nâng cao khả năng kiểm soát và giám sát trách nhiệm ESG trong vũ trụ ảo mở.

Ngoài ra, blockchain còn giúp xác thực dữ liệu ESG, đảm bảo rằng các tổ chức không thể làm giả thông tin về phát thải carbon hoặc tiêu chuẩn ESG của mình. Nghiên cứu [27] nhấn mạnh rằng khả năng truy xuất nguồn gốc dữ liệu trên blockchain giúp ngăn chặn các hành vi khai khống báo cáo ESG, từ đó nâng cao độ tin cậy của các nền tảng vũ trụ ảo. Nghiên cứu [46] cũng đề xuất việc tích hợp blockchain với các công nghệ AI để giám sát và xác thực dữ liệu ESG một cách chính xác hơn, giúp tối ưu hóa quy trình kiểm toán ESG trong hệ sinh thái vũ trụ ảo mở. Đồng thời, các nghiên cứu [4] và [41] nhấn mạnh rằng các nền tảng blockchain tăng cường tính minh bạch bằng cách cung cấp các công cụ giám sát phát thải theo thời gian thực. Tóm lại, blockchain giúp cải thiện tính minh bạch và trách nhiệm ESG trong vũ trụ ảo mở thông qua các cơ chế sổ cái phân tán, hợp đồng thông minh và khả năng xác thực dữ liệu ESG theo thời gian thực. Điều này góp phần

xây dựng một hệ sinh thái tài chính số đáng tin cậy, minh bạch và có khả năng chống gian lận cao [5, 16, 20, 26, 27, 35, 41, 43, 46, 60].

2.2. Đo lường tác động môi trường (E) của blockchain trong vũ trụ ảo mở

Việc đo lường tác động môi trường (E) của blockchain trong vũ trụ ảo mở là một vấn đề quan trọng nhằm hướng đến sự phát triển bền vững. Theo [53], mức tiêu thụ năng lượng của các nền tảng blockchain, đặc biệt là các hệ thống sử dụng cơ chế đồng thuận Proof-of-Work (PoW), gây ra lượng phát thải CO₂ đáng kể, làm gia tăng tác động tiêu cực đến môi trường. Nghiên cứu [30] nhấn mạnh rằng với sự phát triển nhanh chóng của vũ trụ ảo mở, việc đo lường và tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng trở nên cấp thiết để đảm bảo tính bền vững. Các phương pháp đo lường tác động môi trường của blockchain bao gồm việc sử dụng các chỉ số như lượng điện tiêu thụ (kWh) và mức phát thải CO₂ [25]. Nghiên cứu [15] khẳng định rằng việc theo dõi các giao dịch blockchain bằng công cụ giám sát năng lượng giúp xác định mức độ ảnh hưởng đến môi trường theo thời gian thực. Đồng thời, nghiên cứu [35] đề xuất sử dụng cảm biến IoT để theo dõi lượng điện tiêu thụ tại trung tâm dữ liệu, giúp tăng độ chính xác của việc đo lường.

Bên cạnh đó, nghiên cứu [20] nhấn mạnh rằng blockchain tích hợp với AI để phân tích dữ liệu giao dịch, dự đoán mức tiêu thụ năng lượng và đề xuất các phương pháp tối ưu hóa hiệu suất. Điều này hỗ trợ các tổ chức theo dõi mức phát thải carbon một cách minh bạch. Nghiên cứu [47] cho rằng việc sử dụng AI giúp giảm thiểu lượng điện năng tiêu thụ không cần thiết và tăng cường khả năng kiểm soát tác động môi trường của blockchain trong vũ trụ ảo mở. Ngoài ra, nghiên cứu [17] đề xuất áp dụng các mô hình đo lường phát thải như Carbon Footprint Index (CFI) để đánh giá lượng phát thải CO₂ từ các giao dịch blockchain. Điều này giúp các tổ chức theo dõi mức độ phát thải carbon một cách minh bạch hơn. Đồng thời, nghiên cứu [7] cho thấy việc tích hợp năng lượng tái tạo vào hệ thống blockchain góp phần giảm đáng kể tác động môi trường, góp phần vào mục tiêu phát triển bền vững. Nhìn chung, việc đo lường tác động môi trường của blockchain trong vũ trụ ảo mở bao gồm việc sử dụng các chỉ số tiêu thụ điện, phát thải CO₂, tích hợp AI để tối ưu hóa hiệu suất năng lượng, triển khai IoT để giám sát năng lượng theo thời gian thực và áp dụng các mô hình đo lường phát thải như CFI. Những phương pháp này đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo

rằng vũ trụ ảo mở phát triển theo hướng bền vững và tuân thủ các tiêu chuẩn ESG [8, 16, 20, 31, 49, 55].

2.3. Ứng dụng blockchain hỗ trợ vũ trụ ảo mở đạt mục tiêu Net Zero

Blockchain đóng vai trò quan trọng trong việc giúp vũ trụ ảo mở đạt mục tiêu Net Zero bằng cách cung cấp các giải pháp quản lý tín chỉ carbon minh bạch, tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng và đảm bảo độ chính xác trong báo cáo phát thải [13, 56]. Theo [19], NFT được sử dụng để đại diện cho tín chỉ carbon, giúp theo dõi lượng phát thải CO₂ minh bạch và ngăn chặn gian lận trong giao dịch tín chỉ carbon. Bên cạnh đó, các nghiên cứu [36-39] đề xuất việc tích hợp AI và học máy vào blockchain để phân tích dữ liệu giao dịch, phát hiện các mô hình tiêu thụ năng lượng bất thường và tự động điều chỉnh thuật toán nhằm giảm thiểu tác động môi trường. Nghiên cứu [50] khẳng định rằng AI kết hợp với blockchain để giám sát và tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng trong vũ trụ ảo mở, góp phần giảm lượng khí thải nhà kính. Nghiên cứu [43] cũng nhấn mạnh rằng việc sử dụng AI để kiểm soát lượng phát thải giúp cải thiện hiệu suất năng lượng của blockchain trong các giao dịch vũ trụ ảo. Ngoài ra, các nghiên cứu [9-12] nhấn mạnh rằng một số nền tảng blockchain đang thử nghiệm việc kết hợp với năng lượng tái tạo như điện mặt trời và gió để vận hành các node xác thực giao dịch, giúp giảm đáng kể lượng phát thải carbon trong dài hạn. Nghiên cứu [4] đề xuất sử dụng blockchain để theo dõi và xác minh dữ liệu phát thải, giúp các tổ chức chứng minh sự tuân thủ các tiêu chuẩn Net Zero mà không cần phụ thuộc vào hệ thống kiểm toán truyền thống.

Một hướng tiếp cận khác được đề xuất bởi nghiên cứu [21] là ứng dụng DAO để giám sát và thực thi các chính sách ESG liên quan đến Net Zero. DAO đóng vai trò như một cơ chế tự động kiểm soát và quản lý lượng phát thải của các tổ chức hoạt động trong vũ trụ ảo mở, từ đó đảm bảo rằng các công ty không vượt quá giới hạn phát thải cho phép [22]. Nghiên cứu [40] cũng nhấn mạnh rằng DAO cải thiện tính minh bạch trong giám sát dữ liệu phát thải, giúp giảm thiểu gian lận liên quan đến ESG. Các giải pháp dựa trên blockchain, bao gồm sử dụng NFT cho tín chỉ carbon, áp dụng AI để tối ưu hóa năng lượng, tích hợp năng lượng tái tạo và thiết lập DAO giám sát, đều đóng góp đáng kể vào việc giúp vũ trụ ảo mở đạt mục tiêu Net Zero. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức liên quan đến khả năng mở rộng và chi phí triển khai, đòi hỏi các nghiên cứu sâu hơn để tối ưu hóa hiệu quả thực tiễn [5, 13, 23, 38, 41, 43, 51, 56].

3. THÁCH THỨC ESG VÀ CÁCH GIẢI QUYẾT TRONG VŨ TRỤ ẢO MỞ

3.1. Những thách thức ESG đang tồn tại trong vũ trụ ảo mở

Mặc dù blockchain có tiềm năng hỗ trợ ESG trong vũ trụ ảo mở, nhưng vẫn tồn tại nhiều thách thức liên quan đến việc thực thi các tiêu chuẩn ESG trong môi trường phi tập trung này. Theo [27], một trong những rào cản lớn nhất là thiếu một khung pháp lý chung cho ESG trong vũ trụ ảo. Hiện tại, chưa có hệ thống tiêu chuẩn thống nhất để hướng dẫn các nền tảng vũ trụ ảo về cách triển khai các tiêu chí ESG, dẫn đến sự khác biệt trong cách áp dụng giữa các hệ sinh thái [34]. Ngoài ra, nghiên cứu [46] chỉ ra rằng tính phi tập trung của vũ trụ ảo làm giảm hiệu quả giám sát ESG. Việc thiếu một cơ quan kiểm soát tập trung tạo điều kiện cho một số tổ chức thao túng dữ liệu ESG, gây khó khăn cho quá trình kiểm toán và giám sát. Nghiên cứu [20] cũng nhận định rằng dữ liệu ESG không đồng nhất giữa các blockchain khác nhau là một vấn đề lớn. Mỗi nền tảng blockchain có cách lưu trữ và xác minh dữ liệu riêng, khiến việc tạo ra một hệ thống ESG thống nhất trở nên khó khăn.

Bên cạnh đó, nghiên cứu [18] nhấn mạnh rằng tính minh bạch của blockchain không đồng nghĩa với tính xác thực của dữ liệu ESG. Nếu các tổ chức không cung cấp dữ liệu ESG chính xác ngay từ đầu, blockchain sẽ chỉ ghi lại thông tin sai lệch mà không có cơ chế xác minh. Điều này sẽ làm dẫn đến gian lận báo cáo ESG và gây hiểu nhầm cho các nhà đầu tư. Một trong những thách thức lớn nhất đối với ESG trong vũ trụ ảo là vấn đề tiêu hao năng lượng. Theo [54], nhiều blockchain vẫn sử dụng các thuật toán đồng thuận tiêu tốn nhiều năng lượng như Proof-of-Work (PoW), gây ra lượng phát thải CO₂ lớn. Dù một số nền tảng đang chuyển sang Proof-of-Stake (PoS) hoặc tích hợp năng lượng tái tạo, nhưng quá trình này vẫn chưa được áp dụng rộng rãi [34]. Nhìn chung, những thách thức ESG trong vũ trụ ảo mở bao gồm thiếu khung pháp lý chung, dữ liệu ESG không đồng nhất, khó khăn trong kiểm toán, tiêu hao năng lượng và rủi ro gian lận. Để giải quyết những vấn đề này, cần có các nghiên cứu và giải pháp mới như tiêu chuẩn hóa dữ liệu ESG, áp dụng AI để xác thực dữ liệu, cũng như cải tiến các thuật toán đồng thuận để giảm tác động môi trường [18, 20, 46].

3.2. Các hình thức gian lận phổ biến trong giao dịch blockchain của vũ trụ ảo mở

Hệ sinh thái vũ trụ ảo mở đang phát triển mạnh mẽ, kéo theo đó là sự gia tăng của các hành vi gian lận trong

giao dịch blockchain. Theo [24], các hình thức gian lận phổ biến bao gồm wash trading NFT, giả mạo danh tính, khai thác lỗi hợp đồng thông minh và rửa tiền qua tài sản số. Wash trading NFT là một trong những chiến thuật gian lận thường gặp, trong đó một cá nhân hoặc nhóm người tạo nhiều tài khoản để mua bán NFT qua lại nhằm thao túng giá trị của tài sản số [17, 32]. Hành vi này không chỉ làm sai lệch thị trường mà còn khiến các nhà đầu tư dễ bị lừa đảo khi ra quyết định giao dịch. Giả mạo danh tính là một hình thức gian lận khác thường thấy trong vũ trụ ảo mở. Theo [44], nhiều kẻ lừa đảo sử dụng danh tính giả hoặc bị đánh cắp để tham gia vào các giao dịch blockchain, lợi dụng tính ẩn danh của vũ trụ ảo để thực hiện các hoạt động gian lận. Trong nhiều trường hợp, các tài khoản giả mạo này được sử dụng để thao túng thị trường hoặc chiếm đoạt tài sản số của người dùng [7].

Ngoài ra, khai thác lỗi hợp đồng thông minh cũng là một hình thức gian lận phổ biến. Theo nghiên cứu [28], các hacker thường tìm kiếm các lỗ hổng trong hợp đồng thông minh để chiếm đoạt tài sản hoặc thay đổi điều kiện giao dịch nhằm trục lợi. Một số vụ tấn công lớn trên các nền tảng DeFi trong vũ trụ ảo đã khiến hàng triệu USD bị đánh cắp chỉ trong thời gian ngắn [17]. Bên cạnh đó, rửa tiền qua NFT và tài sản số đang trở thành một vấn đề nghiêm trọng. Theo [32], vũ trụ ảo mở đang trở thành một kênh rửa tiền lý tưởng do khả năng giao dịch nhanh chóng, ẩn danh và xuyên biên giới. Các đối tượng phạm tội có thể mua bán NFT với giá cao để hợp thức hóa dòng tiền bất hợp pháp, sau đó chuyển tài sản sang các nền tảng khác mà không bị phát hiện [44]. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến tính minh bạch tài chính trong vũ trụ ảo mà còn làm suy yếu các nỗ lực thực hiện ESG trong hệ sinh thái blockchain [7]. Những hành vi gian lận trong vũ trụ ảo mở, bao gồm wash trading, giả mạo danh tính, khai thác lỗi hợp đồng thông minh và rửa tiền, đều đặt ra thách thức nghiêm trọng đối với tính minh bạch và độ tin cậy của thị trường tài sản số. Việc phát hiện và ngăn chặn các hình thức gian lận này đòi hỏi sự kết hợp giữa công nghệ AI, blockchain và các cơ chế quản lý chặt chẽ hơn [8, 17, 23, 32, 45].

3.3. Ảnh hưởng của các gian lận giao dịch đến tiêu chí ESG trong vũ trụ ảo mở

Gian lận trong giao dịch blockchain của vũ trụ ảo mở không chỉ làm suy giảm lòng tin của các nhà đầu tư mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến các tiêu chí ESG. Theo [29], các hành vi gian lận như wash trading, rửa tiền qua NFT và khai thác lỗi hợp đồng thông minh làm bóp méo

dữ liệu thị trường và làm sai lệch các báo cáo ESG. Điều này khiến các tổ chức gặp khó khăn trong việc đánh giá chính xác tác động môi trường và xã hội của các nền tảng vũ trụ ảo [17]. Nghiên cứu [47] chỉ ra rằng gian lận tài chính và thao túng giao dịch dẫn đến làm sai lệch các số liệu ESG, khiến các công ty báo cáo sai lệch về lượng phát thải carbon hoặc mức độ tuân thủ ESG để thu hút các khoản đầu tư không minh bạch. Khi các giao dịch blockchain không được kiểm soát chặt chẽ, nguy cơ doanh nghiệp sử dụng dữ liệu gian lận để thao túng các báo cáo ESG sẽ ngày càng gia tăng [8]. Theo [45], gian lận trong giao dịch blockchain có nguy cơ làm suy yếu các sáng kiến giảm phát thải và tác động tiêu cực đến tiêu chí “E” trong ESG. Khi các tổ chức che giấu hoặc khai khống dữ liệu phát thải trên blockchain, các chính sách Net Zero trở nên kém hiệu quả và không thể đạt được mục tiêu giảm phát thải toàn cầu.

Bên cạnh đó, nghiên cứu [17] cũng nhấn mạnh rằng việc gian lận trong giao dịch khiến các tổ chức không thể theo dõi chính xác lượng phát thải CO₂ thực tế của mình, gây ra các vấn đề trong việc thực hiện các cam kết về môi trường. Nghiên cứu [8] chỉ ra rằng gian lận trong giao dịch blockchain cũng ảnh hưởng nghiêm trọng đến yếu tố “S” trong ESG. Khi các giao dịch phi pháp diễn ra phổ biến, rủi ro tài chính gia tăng, khiến người dùng dễ bị mất tài sản do lừa đảo hoặc thao túng thị trường. Điều này làm suy yếu lòng tin của công chúng vào hệ thống blockchain và vũ trụ ảo, ảnh hưởng tiêu cực đến tính công bằng và bền vững của nền kinh tế số [49]. Tóm lại, những tác động tiêu cực của gian lận giao dịch đối với ESG trong vũ trụ ảo mở bao gồm bóp méo dữ liệu ESG, làm suy yếu các chính sách Net Zero, gia tăng rủi ro tài chính và giảm hiệu quả quản trị. Để giảm thiểu những ảnh hưởng này, các nền tảng vũ trụ ảo cần áp dụng công nghệ AI để phát hiện gian lận, đồng thời tăng cường các cơ chế kiểm toán phi tập trung để đảm bảo tính minh bạch trong giao dịch blockchain [8, 17, 23, 45, 49].

3.4. Những giải pháp để giảm thiểu gian lận và nâng cao ESG trong vũ trụ ảo mở

Nhiều nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu gian lận và nâng cao ESG trong vũ trụ ảo mở, trong đó tập trung vào việc kết hợp blockchain với AI, tăng cường quản trị phi tập trung và thiết lập các cơ chế giám sát hiệu quả. Theo [23], một trong những cách tiếp cận hiệu quả nhất để phát hiện và ngăn chặn gian lận trong vũ trụ ảo là sử dụng AI và học máy để phân tích dữ liệu giao dịch trên blockchain theo thời gian thực. Bằng cách

nhận diện các mẫu giao dịch bất thường, AI có khả năng phát hiện các hành vi gian lận như wash trading, giả mạo danh tính và rửa tiền [17, 49]. Nghiên cứu [49] đề xuất rằng các tổ chức và nền tảng vũ trụ ảo nên triển khai hệ thống Decentralized Autonomous Organization (DAO) để quản lý ESG. DAO đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát các giao dịch và thực thi quy tắc một cách minh bạch, đảm bảo rằng các hoạt động trong vũ trụ ảo tuân thủ tiêu chuẩn ESG. Khi các giao dịch được xác nhận bởi một cộng đồng phân tán thay vì một cơ quan tập trung, nguy cơ thao túng thị trường và gian lận được giảm thiểu đáng kể [8].

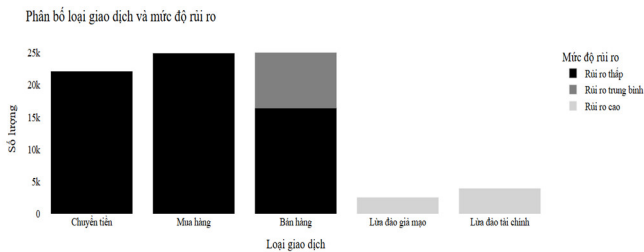
Theo [45], hợp đồng thông minh được lập trình để tự động thực thi các điều kiện liên quan đến ESG, chẳng hạn như hạn chế giao dịch có nguồn gốc không minh bạch hoặc áp dụng cơ chế kiểm soát phát thải carbon. Những hợp đồng này góp phần tạo ra một hệ thống tự động đánh giá ESG theo thời gian thực, từ đó giảm thiểu nguy cơ gian lận dữ liệu ESG và đảm bảo tính chính xác của các báo cáo phát thải [8, 17]. Tóm lại, những giải pháp quan trọng được đề xuất để giảm thiểu gian lận và nâng cao ESG trong vũ trụ ảo mở bao gồm ứng dụng AI vào phát hiện gian lận, triển khai DAO để quản lý giao dịch phi tập trung, sử dụng hợp đồng thông minh để tự động hóa kiểm soát ESG và tăng cường hệ thống giám sát minh bạch. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng việc kết hợp AI, blockchain và DAO sẽ mang lại hiệu quả cao trong việc giảm thiểu gian lận giao dịch và nâng cao tính minh bạch của ESG trong vũ trụ ảo [8, 17, 23, 45, 49].

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nghiên cứu này ứng dụng học máy để dự đoán và phòng ngừa gian lận bảo hiểm trong giao dịch tài chính trên vũ trụ ảo. Môi trường phi tập trung này tạo điều kiện cho giao dịch tự do nhưng cũng gia tăng rủi ro gian lận. Việc tích hợp học máy giúp nhận diện sớm các dấu hiệu bất thường, từ đó tăng cường giám sát và giảm thiểu rủi ro. Phần này trình bày kết quả phân tích, đánh giá hiệu quả mô hình và thảo luận về tiềm năng ứng dụng thực tiễn.

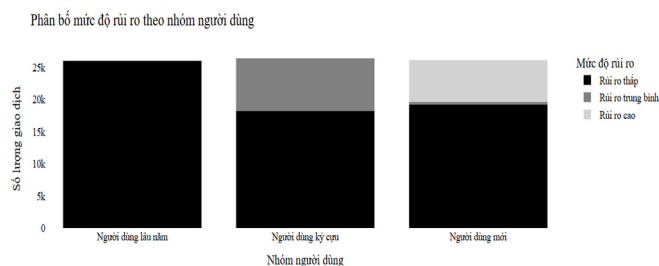
Nghiên cứu này sử dụng bộ dữ liệu giao dịch tài chính lịch sử truy cập tự do (<https://www.kaggle.com/datasets/faizaniftikharjanjua/metaverse-financial-transactions-dataset>), chứa thông tin chi tiết về các giao dịch tài chính trong vũ trụ ảo mở. Bộ dữ liệu này bao gồm các giao dịch hợp lệ và gian lận, giúp xây dựng và huấn luyện mô hình học máy để nhận diện các xu hướng bất thường. Dữ liệu

cung cấp thông tin về giá trị giao dịch, tần suất, thời gian, địa chỉ ví, mô hình chuyển tiền và các chỉ số liên quan đến hoạt động gian lận. Việc khai thác dữ liệu này giúp phân tích mô hình hành vi và phát hiện các xu hướng gian lận tiềm ẩn, từ đó hỗ trợ phát triển hệ thống dự báo và phòng chống rủi ro hiệu quả hơn trong vũ trụ ảo.



Hình 1. Phân bố loại giao dịch và mức độ rủi ro

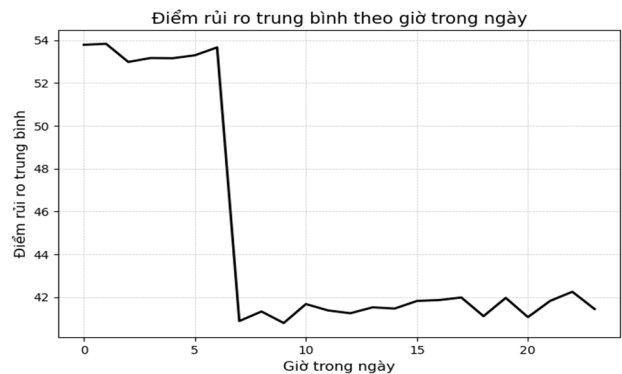
Trong phân tích dữ liệu giao dịch tài chính trên vũ trụ ảo (hình 1), các giao dịch thuộc loại phishing (lừa đảo giả mạo) và scam (lừa đảo tài chính) đều được phân loại vào nhóm rủi ro cao. Điều này phản ánh mức độ nguy hiểm của các giao dịch này, do chúng thường liên quan đến hành vi gian lận nghiêm trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến người dùng và hệ thống tài chính số. Ngoài ra, khoảng 25% giao dịch bán hàng (sales) được đánh giá là có rủi ro trung bình. Điều này cho thấy rằng, mặc dù phần lớn các giao dịch bán hàng là hợp pháp, vẫn tồn tại một tỷ lệ đáng kể có nguy cơ gian lận hoặc bất thường, liên quan đến các hoạt động như thao túng giá, giao dịch đáng ngờ hoặc lợi dụng kẽ hở của hệ thống. Những phát hiện này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc giám sát và phân tích dữ liệu giao dịch để phát hiện sớm các dấu hiệu gian lận, từ đó nâng cao tính minh bạch và an toàn trong hệ sinh thái vũ trụ ảo.



Hình 2. Phân bố mức độ rủi ro theo nhóm người dùng

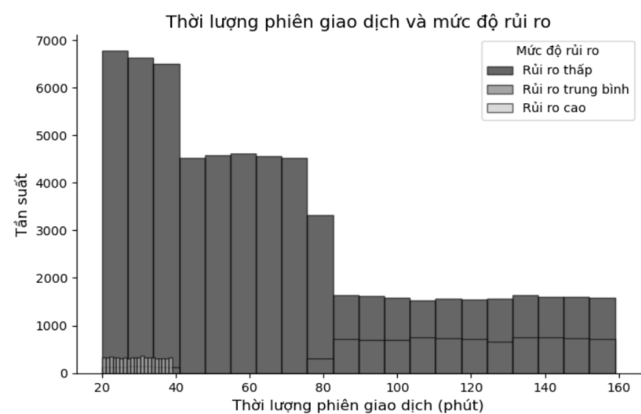
Dữ liệu cho thấy người dùng mới có nguy cơ cao nhất khi thực hiện các giao dịch gian lận, với tỷ lệ rủi ro cao chiếm phần lớn trong nhóm này (hình 2). Điều này là do những người mới tham gia hệ thống chưa có đủ kinh nghiệm, dễ bị các hình thức lừa đảo nhắm đến. Trong khi đó, người dùng kỳ cựu có mức rủi ro trung bình đáng kể, cho thấy một phần trong nhóm này đã tham gia vào các

giao dịch bất thường hoặc dễ bị thao túng. Ngược lại, người dùng lâu năm có mức rủi ro thấp nhất, phản ánh xu hướng ổn định hơn trong hành vi giao dịch của họ.



Hình 3. Điểm rủi ro trung bình theo giờ trong ngày

Dữ liệu cho thấy mức độ rủi ro trung bình cao nhất vào khung giờ từ 12 giờ đêm đến 7 giờ sáng (hình 3). Đây là thời điểm mà các giao dịch gian lận có xu hướng gia tăng, nguyên nhân là do mức độ giám sát thấp hơn hoặc người dùng ít cảnh giác hơn vào ban đêm. Sau 7 giờ sáng, điểm rủi ro giảm đáng kể và duy trì ở mức ổn định trong suốt phần còn lại của ngày. Điều này gợi ý rằng các biện pháp kiểm soát rủi ro và giám sát gian lận nên tập trung vào khoảng thời gian từ nửa đêm đến sáng sớm, nhằm giảm thiểu nguy cơ gian lận trong giao dịch tài chính trên vũ trụ ảo.



Hình 4. Thời lượng session và mức độ rủi ro

Phân tích dữ liệu hình 4 cho thấy rằng: giao dịch có rủi ro cao thường có thời lượng ngắn (20 - 40 phút). Điều này cho thấy những hành vi gian lận có xu hướng diễn ra nhanh chóng để tránh bị phát hiện. Giao dịch có rủi ro trung bình diễn ra trong thời lượng ngắn (20 - 40 phút) hoặc dài (75 - 160 phút). Điều này phản ánh rằng một số giao dịch nghi ngờ gian lận thường kéo dài do sự phức tạp của quy trình hoặc các yếu tố xác thực. Giao dịch có rủi ro thấp có quan hệ nghịch với thời lượng phiên giao

dịch. Khi thời gian giao dịch tăng lên, số lượng giao dịch rủi ro thấp giảm bởi vì các giao dịch hợp pháp thường có quy trình đơn giản và nhanh chóng hơn. Những phát hiện này gợi ý rằng việc giám sát thời lượng phiên giao dịch là một yếu tố quan trọng trong phát hiện gian lận, đặc biệt khi phát hiện những giao dịch bất thường xảy ra trong khoảng thời gian ngắn hoặc dài bất thường.

Bảng 1. Hiệu suất của các thuật toán học máy trên Open Metaverse

Thuật toán triển khai	R ²	Kết quả thu được và giải thích
Feedforward Neural Network (FNN)	0,98	Độ chính xác cao, kiến trúc đơn giản, hiệu quả đối với dữ liệu dạng bảng.
XGBoost with XAI (SHAP & LIME)	0,99	Hiệu suất tốt nhất, có thể diễn giải với các kỹ thuật giải thích.
Graph Neural Network (GNN)	0,85	Nắm bắt mối quan hệ giữa các biến; gặp khó khăn với các đặc trưng phức tạp.
Long Short-Term Memory (LSTM)	0,73	Mô hình tuần tự, không thể vượt trội hơn các mô hình đơn giản do dữ liệu không có tính thời gian.

Bảng 1 trình bày hiệu suất của bốn thuật toán học máy khác nhau trong việc dự đoán gian lận giao dịch trên vũ trụ ảo mở, được đánh giá thông qua hệ số xác định R².

- XGBoost kết hợp với XAI (SHAP & LIME) đạt hiệu suất cao nhất với R² = 0,99, đồng thời diễn giải kết quả dự đoán nhờ các kỹ thuật giải thích. Điều này cho thấy mô hình không chỉ chính xác mà còn cung cấp cái nhìn minh bạch về yếu tố quyết định dự đoán gian lận.

- Mạng nơ-ron truyền thẳng (FNN) cũng có độ chính xác cao (R² = 0,98), với kiến trúc đơn giản và hiệu quả khi xử lý dữ liệu dạng bảng. Tuy nhiên, mô hình này không có khả năng diễn giải mạnh mẽ như XGBoost.

- Mạng nơ-ron đồ thị (GNN) đạt R² = 0,85, cho thấy khả năng nắm bắt mối quan hệ giữa các thực thể trong giao dịch. Tuy nhiên, mô hình gặp khó khăn với các đặc trưng phức tạp vì tính chất không đồng nhất của dữ liệu giao dịch trong vũ trụ ảo.

- Mô hình LSTM có hiệu suất thấp nhất (R² = 0,73), không thể vượt trội so với các mô hình đơn giản hơn do dữ liệu không có tính thời gian rõ ràng. Điều này cho thấy rằng việc áp dụng mô hình chuỗi thời gian như LSTM là không phù hợp trong ngữ cảnh này.

Tóm lại, XGBoost với XAI là lựa chọn tối ưu nhờ độ chính xác cao và khả năng diễn giải tốt, với MSE là 0,083, trong khi GNN có tiềm năng cho các bài toán khai thác quan hệ trong dữ liệu nhưng chưa đạt hiệu suất tốt như mong đợi.

5. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ GIẢI PHÁP

Nghiên cứu đã làm sáng tỏ vai trò của blockchain và trí tuệ nhân tạo (AI) trong việc phát hiện gian lận giao dịch tài chính tại vũ trụ ảo mở từ góc nhìn ESG (Môi trường, Xã hội, và Quản trị). Kết quả cho thấy rằng blockchain là công cụ quan trọng giúp đảm bảo tính minh bạch, trách nhiệm giải trình và khả năng kiểm toán giao dịch tài chính, trong khi AI đóng vai trò nâng cao hiệu quả nhận diện hành vi gian lận theo thời gian thực. Sự kết hợp giữa hai công nghệ này không chỉ giúp phát hiện các giao dịch bất thường một cách chính xác mà còn góp phần xây dựng một hệ sinh thái vũ trụ ảo bền vững và đáng tin cậy. Một số phát hiện quan trọng của nghiên cứu này đã bổ sung và mở rộng những kết quả từ các nghiên cứu trước đó. Cụ thể, nghiên cứu đã chỉ ra rằng các giao dịch có nguy cơ gian lận cao thường diễn ra vào khung giờ từ 12 giờ đêm đến 7 giờ sáng, khi hệ thống giám sát hoạt động kém hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, nhóm người dùng mới có tỷ lệ giao dịch gian lận cao hơn so với những người dùng kỳ cựu, gợi ý rằng việc tăng cường kiểm soát với các tài khoản mới giúp giảm thiểu rủi ro đáng kể. Ngoài ra, nghiên cứu cũng phát hiện thời lượng giao dịch có mối quan hệ mật thiết với mức độ rủi ro, trong đó giao dịch rủi ro cao thường có thời gian rất ngắn (20 - 40 phút), còn giao dịch rủi ro trung bình lại có thời lượng rất ngắn hoặc rất dài. Phát hiện cung cấp một góc nhìn mới trong việc xác định giao dịch đáng ngờ mà các nghiên cứu trước đây chưa đề cập sâu. Kết quả thực nghiệm cũng chỉ ra rằng XGBoost với XAI (SHAP & LIME) là mô hình học máy hiệu quả nhất trong phát hiện gian lận, nhờ khả năng cung cấp dự đoán chính xác và có thể giải thích được. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh ESG, khi các quyết định liên quan đến gian lận cần được minh bạch và có cơ sở để kiểm tra.

Từ góc độ quản trị, nghiên cứu khẳng định các nền tảng vũ trụ ảo cần tích hợp AI và blockchain vào hệ thống giám sát gian lận, đồng thời triển khai các cơ chế tự động hóa việc thực thi các tiêu chuẩn ESG thông qua hợp đồng thông minh và DAO (Tổ chức tự trị phi tập trung). Ngoài ra, việc tăng cường kiểm soát giao dịch trong các khung giờ rủi ro cao, cũng như áp dụng cơ chế giám sát đặc biệt đối với người dùng mới, sẽ giúp giảm thiểu đáng kể nguy cơ gian lận. Về mặt kinh tế, việc xây dựng một hệ thống giám sát giao dịch minh bạch sẽ giúp gia tăng niềm tin của nhà đầu tư, tạo động lực phát triển cho thị trường tài chính số trong vũ trụ ảo mở. Giảm thiểu gian lận cũng giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí trong kiểm toán, tuân

thủ pháp lý và xử lý tranh chấp, từ đó nâng cao hiệu quả hoạt động.

Dựa trên những phát hiện này, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp nhằm tăng cường khả năng kiểm soát gian lận trong vũ trụ ảo mở. Thứ nhất, cần tích hợp AI để giám sát giao dịch theo thời gian thực, đồng thời xây dựng hệ thống cảnh báo sớm để phát hiện các giao dịch bất thường dựa trên mô hình học máy. Thứ hai, việc tăng cường phân tích thời lượng giao dịch giúp xác định các xu hướng gian lận mới, hỗ trợ các tổ chức tài chính trong việc nâng cao khả năng kiểm soát rủi ro. Thứ ba, cần thúc đẩy việc ứng dụng hợp đồng thông minh và các cơ chế giám sát phi tập trung để đảm bảo tính minh bạch trong giao dịch, đồng thời hạn chế sự thao túng của các tổ chức trung gian. Bên cạnh các giải pháp về mặt công nghệ, nghiên cứu này cũng gợi ý một số khía cạnh liên quan đến chính sách quản lý rủi ro trong vũ trụ ảo mở. Các cơ quan quản lý có thể xem xét xây dựng khung pháp lý rõ ràng cho giao dịch tài chính trên nền tảng blockchain, nhằm kiểm soát rủi ro gian lận và bảo vệ lợi ích của nhà đầu tư. Đồng thời, việc khuyến khích doanh nghiệp áp dụng các tiêu chuẩn ESG trong giao dịch tài chính sẽ giúp nâng cao uy tín của hệ sinh thái vũ trụ ảo. Cuối cùng, để đảm bảo tính minh bạch và hiệu quả trong việc phòng chống gian lận, cần có sự phối hợp giữa các tổ chức tài chính, chính phủ và các đơn vị nghiên cứu để xây dựng hệ thống nhận diện gian lận xuyên biên giới, giúp quản lý rủi ro trên phạm vi toàn cầu. Mặc dù vẫn còn một số thách thức cần giải quyết, nhưng kết quả của nghiên cứu này đặt nền tảng vững chắc cho các nghiên cứu tiếp theo, hướng đến việc tối ưu hóa thuật toán phát hiện gian lận, cải thiện độ chính xác của AI, và xây dựng các mô hình kinh tế bền vững dựa trên công nghệ blockchain.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Airlangga G., "Anomaly Detection in Blockchain Transactions: A Machine Learning Approach within the Open Metaverse," *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 308-312, 2024. <https://doi.org/10.37034/infab.v6i2.864>
- [2]. Airlangga G., "Deep learning for anomaly detection and fraud analysis in blockchain transactions of the open metaverse," *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 324-329, 2024. <https://doi.org/10.37034/infab.v6i2.865>
- [3]. Bộ Khoa học và Công nghệ, *Nâng cao nhận thức về Blockchain và AI để giảm thiểu tình trạng lừa đảo trên không gian mạng*, 2024. <https://mic.gov.vn/nang-cao-nhan-thuc-ve-blockchain-va-ai-de-giam-thieu-tinh-trang-lua-dao-tren-khong-gian-mang-197240814165958812.htm>
- [4]. Bai Y., Lei H., Li S., Gao H., Li J., Li L., "Decentralized and Self-Sovereign Identity in the Era of Blockchain: A Survey," In *2022 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, 2022. <https://doi.org/10.1109/blockchain55522.2022.00077>
- [5]. Võ Văn Bản, Nguyễn Văn Thọ, Lê Văn Thẩm, "Ứng dụng công nghệ chuỗi khối trong quản lý chuỗi cung ứng sản phẩm lúa gạo," *Tạp chí khoa học Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng*, 23,117-124, 2023. <https://doi.org/10.59294/hujs.23.2023.348>
- [6]. Báo Điện tử Chính phủ, *Chiến lược quốc gia về ứng dụng và phát triển công nghệ chuỗi khối đến năm 2030*, 2024. <https://baohinhphu.vn/chien-luoc-quoc-gia-ve-ung-dung-va-phat-trien-cong-nghe-chuoi-khoi-den-nam-2030-102241022153513819.htm>
- [7]. Buchdadi A. D., Al-Rawahna A. S. M., "Anomaly Detection in Open Metaverse Blockchain Transactions Using Isolation Forest and Autoencoder Neural Networks," *International Journal Research on Metaverse*, 2(1), 24-51, 2025.
- [8]. Bui V.D., Nguyen H.Q., Vo T.T.D., "The impact of blockchain on accounting information system," *Vietnam Journal of Science and Technology Vietnam*, 63 (10), 24-28, 2021. [https://doi.org/10.31276/vjst.63\(10\).24-28](https://doi.org/10.31276/vjst.63(10).24-28)
- [9]. Chen H., Duan H., Abdallah M., Zhu Y., Wen Y., Saddik A. E., Cai W., "Web3 Metaverse: State-of-the-Art and Vision," *ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications*, 20(4), 1-42, 2023. <https://doi.org/10.1145/3630258>
- [10]. Chen P., Jiang B., Wang C., "Blockchain-based payment collection supervision system using pervasive Bitcoin digital wallet," In *2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, 2017. <https://doi.org/10.1109/wimob.2017.8115844>
- [11]. Chen Z., Gan W., Sun J., Wu J, Yu P. S., "Open Metaverse: Issues, Evolution, and Future," In *Companion Proceedings of the ACM Web Conference*, 1351-1360, 2024. <https://doi.org/10.1145/3589335.3651898>
- [12]. D'Ulizia A., Federico D., Notta A., "The Technological innovation of the metaverse in financial sector: current state, opportunities, and open challenges," *Intelligent Systems in Accounting Finance & Management*, 31(3), e1566, 2024. <https://doi.org/10.1002/isaf.1566>
- [13]. Gao W., Su C., "Analysis on block chain financial transaction under artificial neural network of deep learning," *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 380, 112991, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2020.112991>
- [14]. Ghirmai S., Mebrahtom D., Aloqaily M., Guizani M., Debbah M., "Self-Sovereign Identity for Trust and Interoperability in the Metaverse," in *2022 IEEE Smartworld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Scalable Computing & Communications, Digital Twin, Privacy Computing, Metaverse, Autonomous & Trusted Vehicles (SmartWorld/UIC/ScalCom/DigitalTwin/PriComp/Meta)*, 2468-2475, 2022. <https://doi.org/10.1109/smartworld-uic-atc-scalcom-digitaltwin-pricomp-metaverse56740.2022.0034>
- [15]. Ghosh A., Lavanya N., Hassija V., Chamola V., Saddik A. E., "A Survey on Decentralized Metaverse using Blockchain and Web 3.0 technologies,

Applications, and more," *IEEE Access*, 12, 146915-146948. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3469193>.

[16]. Golding O., Yu G., Lu Q., Xu X., "Carboncoin: Blockchain Tokenization of Carbon Emissions with ESG-based Reputation", in *2022 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)*, 1-5, 2022. <https://doi.org/10.1109/icbc54727.2022.9805516>

[17]. Nguyễn Thị Hải Hà và cộng sự, "Công nghệ Blockchain thành tựu và khả năng ứng dụng tại Việt Nam," *Hình thành và phát triển hệ thống tài chính xanh, những luận cứ khoa học và bài học kinh nghiệm: Hội thảo Khoa học Quốc gia*, Hà Nội, 2020.

[18]. Nguyễn Minh Hằng, Phan Ngọc Bích, "Những vấn đề pháp lý về tính bất biến của hợp đồng thông minh trên nền tảng blockchain và lưu ý đối với Việt Nam," *Tạp chí quản lý và kinh tế quốc tế*, 149, 2-16, 2022. <https://doaj.org/article/5d8d67add3ab48f48549eb91a622b1c8>

[19]. Hassan M. U., Abbas Y., Iqbal W., Chehri A., Iqbal J. "PRIDA-ME: a Privacy-Preserving, Interoperable and Decentralized authentication scheme for metaverse environment", *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 6, 493-515, 2025. <https://doi.org/10.1109/ojcoms.2024.3523518>

[20]. Hoàng Sỹ Tương, Đỗ Quang Trung, Lục Như Quỳnh, "Xây dựng giải pháp đảm bảo tính bí mật và quyền riêng tư dựa trên Blockchain sử dụng công nghệ mật mã," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 65 (3), 1-6, 2023. [https://doi.org/10.31276/vjst.65\(3\).01-06](https://doi.org/10.31276/vjst.65(3).01-06)

[21]. Hong, L., Hales, D. N., "How blockchain manages supply chain risks: evidence from Indian manufacturing companies," *The International Journal of Logistics Management*, 35(5), 1604-1627, 2023. <https://doi.org/10.1108/ijlm-05-2023-0178>

[22]. Huawei H., Qinnan Z., Taotao L., Qinglin Y., Zhaokang, Y., Junhao W., Xiong Z., Jianming Z., Wu J., Zheng Z., "Economic systems in the metaverse: basics, state of the art, and challenges," *ACM Computing Surveys*, 56(4), 1-33, 2023. <https://doi.org/10.1145/362631>

[23]. Nguyễn Hữu Hưng, "Ứng dụng của công nghệ blockchain trong giao dịch thanh toán điện tử tại Việt Nam," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải*, 2021.

[24]. Kumar S., Kumar B., Nagesh Y., Christian F., "Application of blockchain technology as a support tool in economic & financial development," *Manager-The British Journal of Administrative Management*, 58(1), 198-211, 2022.

[25]. Liu L., Ma Z., Zhou Y., Fan M., Han M., "Trust in ESG reporting: The intelligent Veri-Green solution for incentivized verification," *Blockchain Research and Applications*, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2024.100189>

[26]. Liu X., Wu H., Wu W., Fu Y., Huang G.Q., "Blockchain-Enabled ESG Reporting Framework for sustainable supply chain," in *Sustainable design and manufacturing 2020: Proceedings of the 7th international conference on sustainable design and manufacturing (KES-SDM 2020)*, 403-413, 2020. Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8131-1_36

[27]. Liu X., Yang Y., Jiang Y., Fu Y., Zhong R. Y., L. M., Huang G. Q., "Data-driven ESG assessment for blockchain services: A comparative study in textiles and apparel industry," *Resources Conservation and Recycling*, 190, 106837, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106837>

[28]. Mattila V., Pang R., Md Rahman, *Metaverse Dynamics: Economics, Operations, and Investment*. UN1TY Ventures, 2024. Doi: 10.13140/RG.2.2.22996.82567.

[29]. Mitawa A., Bhambu P., "Enhancing Financial Transaction Security with Blockchain Technology," *Educational Administration: Theory and Practice*, 30 (5), 15048-15056, 2024. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.7508>

[30]. Moro-Visconti R., *ESG-compliant Metaverse Ecosystems: Clues for Impact Investing*, 2022. https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Moro-Visconti-2/publication/362179434_ESG-compliant_Metaverse_Ecosystems_A_Multilayer_Network_Interpretation/links/62f6774c52130a3cd717c9ca/ESG-compliant-Metaverse-Ecosystems-A-Multilayer-Network-Interpretation.pdf

[31]. Mulligan C., Morsfield S., Cheikosman E., "Blockchain for sustainability: A systematic literature review for policy impact," *Telecommunications Policy*, 48(2), 102676, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102676>.

[32]. Nabben K., "Building the metaverse: 'Crypto states' and corporates compete, down to the hardware," *SSRN Electronic Journal*, 2021. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3981345>.

[33]. Trung Nam, "Chính phủ chính thức ban hành Chiến lược Blockchain Quốc gia," *Báo Điện tử Dân trí*, 2024. <https://dantri.com.vn/cong-nghe/chinh-phu-chinh-thuc-ban-hanh-chien-luoc-blockchain-quoc-gia-20241022190617978.htm>.

[34]. Naqvi N., "Metaverse for Public Good: Embracing the societal impact of metaverse economies," *The Journal of British Blockchain Association*, 6 (1), 1-17, 2023. [https://doi.org/10.31585/jbba-6-1-\(6\)2023](https://doi.org/10.31585/jbba-6-1-(6)2023)

[35]. Niu Y., Fu Y., Liu X., Harish A. R., Li M., Huang G. Q., "Blockchain-based incentive mechanism for environmental, social, and governance disclosure: A principal-agent perspective," *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(6), 6318-6334, 2024. <https://doi.org/10.1002/csr.2916>.

[36]. Oh J., Shong I., "A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions," *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 335-344, 2017. <https://doi.org/10.1108/apjie-12-2017-038>.

[37]. Patra A., Pandey A., Hassija V., Chamola V., Mishra R. P., "A survey on edge-enabled metaverse: applications, technological innovations, and prospective trajectories within the industry," *IEEE Access*, 12, 125125-125144, 2024. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3452184>.

[38]. Raj A., Kumar A., Sharma V., Rani S., Shanu A. K., "Enhancing Security Feature in Financial Transactions using Multichain Based Blockchain Technology," in *2023 4th International Conference on Intelligent Engineering*

and *Management (ICIEM)*, 2023. <https://doi.org/10.1109/iciem59379.2023.10166589>.

[39]. Stoll C., Gallersdörfer U., Klaaßen L., "Climate impacts of the metaverse," *Joule*, 6(12), 2668-2673, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.10.013>.

[40]. Stoll C., Klaaßen L., Gallersdörfer U., "The carbon footprint of Bitcoin," *Joule*, 3(7), 1647-1661, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.05.012>.

[41]. Đỗ Lý Hoài Tân, "Công nghệ blockchain cho chính phủ điện tử: kinh nghiệm của một số quốc gia trên thế giới và triển vọng áp dụng cho Việt Nam," *Tạp chí Khoa học xã hội Thành phố Hồ Chí Minh*, 9 (289), 6-19, 2022.

[42]. Dương Thanh Bình, "Tác động của công nghệ đến hoạt động kinh doanh ngân hàng - Thực trạng và những vấn đề đặt ra," *Tạp chí Công Thương*, 2025. <https://tapchicongthuong.vn/tac-dong-cua-cong-nghe-den-hoat-dong-kinh-doanh-ngan-hang-thuc-trang-va-nhung-van-de-dat-ra-131812.htm>.

[43]. Văng Nguyễn Phương Thảo, "Tìm hiểu nền tảng Contour và khả năng ứng dụng trong hoạt động tài trợ thương mại của ngân hàng," *Tạp chí Khoa học và Đào tạo Ngân hàng*, 231, 1-13, 2021.

[44]. Bùi Thị Thu, "Triển vọng ứng dụng công nghệ blockchain trong kế toán kiểm toán ở Việt Nam", Hội thảo Nghiên cứu và đào tạo kế toán kiểm toán, Đại học công nghiệp Hà Nội, Việt Nam 2019. https://www.researchgate.net/publication/351361463_Trien_vong_ung_dung_cong_nghe_Blockchain_trong_ke_toan_kiem_toan_o_Viet_Nam_hien_nay

[45]. Lại Thị Thu Thủy, Trần Bình Minh Bình, "Ảnh hưởng của blockchain và trí tuệ nhân tạo đến chất lượng kiểm toán độc lập tại Việt Nam," *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*, 2025. <https://doi.org/10.33301/jed.vi.1979>

[46]. Trần Ngọc Lan Trang, "Một số biện pháp điều tra hoạt động rửa tiền qua không gian mạng và kinh nghiệm cho Việt Nam," *Tạp chí Khoa học Pháp lý Việt Nam*, 2024. <https://doi.org/10.70236/tckhplvn.84>

[47]. Trujillo A., Bacciu C., "Toward Blockchain-based Fashion Wearables in the Metaverse: the Case of Decentraland," in *2023 IEEE International Conference on Metaverse Computing, Networking and Applications (MetaCom)*, 2023. <https://doi.org/10.1109/metacom57706.2023.00115>

[48]. Phan Đức Trung, "Chiến lược Blockchain Quốc gia và "cơ hội chia đều" cho mọi nền kinh tế," *Báo Nhân dân điện tử*, 2024. <https://nhandan.vn/chien-luoc-blockchain-quoc-gia-va-co-hoi-chia-deu-cho-moi-nen-kinh-te-post844245.html>

[49]. Phạm Chí Trung, "Blockchain - Xu thế và sự phát triển ở Việt Nam," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 7, 2018.

[50]. Nguyễn Đức Tuấn, Nguyễn Xuân Dương, "Ứng dụng cây patricia để giảm thiểu thời gian xử lý giao dịch trong hệ thống quản lý chuỗi cung ứng trái cây," *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Mở Hà Nội*, 104, 2023. <https://doi.org/10.59266/houjs.2023.271>

[51]. Vishwakarma P., Khan Z., Jain T., "A brief study on the advantages of Blockchain and distributed ledger on financial transaction processing," *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 7(1), 76-79, 2018.

[52]. VnExpress, "Elon Musk xem xét ứng dụng blockchain trong chính phủ Mỹ". *vnexpress.net*, 2025. <https://vnexpress.net/elon-musk-xem-xet-ung-dung-blockchain-trong-chinh-phu-my-4843676.html>

[53]. Wang H., Ning H., Lin Y., Wang W., Dhelim S., Farha F., Ding J., Daneshmand M., "A survey on the metaverse: the State-of-the-Art, technologies, applications, and challenges," *IEEE Internet of Things Journal*, 10(16), 14671-14688, 2023. <https://doi.org/10.1109/jiot.2023.3278329>

[54]. Wang Y., Su Z., Zhang N., Xing R., Liu D., Luan T. H., Shen X., "A survey on metaverse: fundamentals, security, and privacy," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(1), 319-352, 2022. <https://doi.org/10.1109/comst.2022.3202047>

[55]. Wu W., Fu Y., Wang Z., Liu X., Niu Y., Li B., Huang G. Q., "Consortium blockchain-enabled smart ESG reporting platform with token-based incentives for corporate crowdsensing," *Computers & Industrial Engineering*, 172, 108456, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108456>.

[56]. Xenya M. C., Quist-Aphetsi K., "Decentralized Distributed Blockchain Ledger for Financial Transaction Backup Data," in *2019 International Conference on Cyber Security and Internet of Things (ICSIoT)*, 2019. <https://doi.org/10.1109/icsiot47925.2019.00013>.

[57]. Yang L., Ni S., Wang Y., Yu A., Lee J., Hui P., "Interoperability of the Metaverse: A Digital Ecosystem Perspective Review," *IEEE Engineering Management Review*, 2024. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2403.05205>

[58]. Zalan T., Polyzos E., Toufaily E., "Metaverse Alchemy: Connecting Nfts, Crypto-Tokens, and Social Media in Web3 Platform Multinationals' Success," *Crypto-Tokens, and Social Media in Web3 Platform Multinationals' Success*, 2024. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4720576>

[59]. Zhang Q., Xiong Z., Zhu J., Gao S., Yang W., "A privacy-preserving auction mechanism for learning model as an NFT in blockchain-driven metaverse," *ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications*, 20(7), 1-24, 2024. <https://doi.org/10.1145/3599971>.

[60]. Zhu F., Liu D., "Impact of blockchain technology on the quality of ESG information disclosure," *Procedia Computer Science*, 243, 197-205, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.026>.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Quoc Huy, Doan Gia Bao Ngoc, Nguyen Ho Bao Nghi, Nguyen Thi Phuong Thao, Nguyen Quang Hung

University of Economics and Law, Vietnam National University, HCMC, Vietnam