

Xu thế đầu tư vào các công nghệ IoT, AI, Blockchain, Big data trong lĩnh vực vận tải và logistics tại Việt Nam

Investment trends in IoT, AI, Blockchain, and Big data technologies in Vietnam's transportation and logistics sector

Đình Gia Huy^{1,*}, Vũ Ngọc Hà²

¹Nhóm nghiên cứu Trí tuệ nhân tạo trong giao thông vận tải (AIT), Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

²Hội đồng Khoa học và Đào tạo, Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Từ khóa:

TÓM TẮT

Cách mạng Công nghiệp 4.0
Vận tải
Logistics
IoT
Big Data
AI
Blockchain
Chuyển đổi số

Nghiên cứu này tập trung phân tích xu hướng đầu tư vào bốn công nghệ nền tảng của Cách mạng công nghiệp 4.0 (CMCN 4.0) trong lĩnh vực vận tải và logistics tại Việt Nam, bao gồm: Internet vạn vật (IoT), Dữ liệu lớn (Big Data), Trí tuệ nhân tạo (AI) và Blockchain. Thông qua khảo sát 129 chuyên gia từ các doanh nghiệp vận tải, logistics, cơ quan quản lý nhà nước và đơn vị đào tạo, nghiên cứu cho thấy Big Data là công nghệ được đánh giá có xu hướng đầu tư mạnh nhất với 75,96% ý kiến tích cực, tiếp theo là IoT (68,98%) và AI (64,34%). Blockchain được đánh giá thận trọng hơn, vẫn nhận được 49,61% đánh giá tích cực về tiềm năng ứng dụng. Nghiên cứu phát hiện khác biệt đáng kể trong đánh giá giữa các nhóm đối tượng, với doanh nghiệp logistics thể hiện mức độ sẵn sàng cao nhất trong đầu tư công nghệ. Kết quả nghiên cứu cung cấp cái nhìn tổng quan về xu hướng chuyển đổi số trong ngành, đồng thời, đề xuất các hướng nghiên cứu tiếp theo về rào cản triển khai và mô hình tích hợp đa công nghệ trong môi trường doanh nghiệp Việt Nam.

Keywords:

ABSTRACT

Industry 4.0
Transportation
Logistics
IoT
Big Data
AI
Blockchain
Digital
Transformation

This study analyzes investment trends in four foundational technologies of Industry 4.0 within Vietnam's transportation and logistics sector, including the Internet of Things (IoT), Big Data, Artificial Intelligence (AI), and Blockchain. Through a survey of 129 experts from transportation companies, logistics enterprises, government agencies, and training institutions, the research reveals that Big Data is evaluated as having the strongest investment trend with 75.96% positive responses, followed by IoT (68.98%) and AI (64.34%). While Blockchain received more cautious assessments, it still garnered 49.61% positive evaluations regarding its application potential. The study identifies significant differences in assessments among stakeholder groups, with logistics companies demonstrating the highest readiness level for technology investment. The research findings provide an overview of digital transformation trends in the industry while suggesting further research directions on implementation barriers and multi-technology integration models within Vietnamese enterprises.

* Đình Gia Huy. Nhóm nghiên cứu Trí tuệ nhân tạo trong giao thông vận tải (AIT), Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Email: huy.dinh@ut.edu.vn

[https://www.doi.org/10.55228/JTST.14\(1\).71-83](https://www.doi.org/10.55228/JTST.14(1).71-83)

Ngày nhận bài: 16/12/2024; Ngày nhận bài sửa: 06/01/2025; Ngày chấp nhận đăng: 13/01/2025

Ngày xuất bản trực tuyến: 15/01/2025

pISSN: 1859-4263; eISSN: 3030-4261

1. Giới thiệu

Trong thời đại số hóa hiện nay, ngành logistics và chuỗi cung ứng đang trải qua những thay đổi sâu sắc với sự tương tác phức tạp giữa nhiều bên liên quan, tạo nên một hệ sinh thái đa chiều [1]. Những tiến bộ công nghệ như Blockchain, Internet vạn vật (IoT), Dữ liệu lớn (Big Data) và Trí tuệ nhân tạo (AI) không chỉ mở ra cơ hội mới đối với tối ưu hóa quy trình vận hành còn tạo nên một bước ngoặt quan trọng trong cách thức quản lý và vận hành chuỗi cung ứng toàn cầu.

Trước những hạn chế về tính minh bạch của chuỗi cung ứng truyền thống, các bên liên quan trong ngành logistics đang thể hiện những quan tâm đặc biệt đến ứng dụng và phát triển các công nghệ mới này [2]. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng công nghệ trong các lĩnh vực khác nhau, việc tích hợp Blockchain, Big Data, IoT và AI vào logistics vẫn là một lĩnh vực nghiên cứu mới và cần được định nghĩa rõ ràng hơn [3]. Vấn đề này càng được quan tâm sâu sắc khi xem xét tính phức tạp ngày càng tăng của các chuỗi cung ứng hiện đại, do việc theo dõi, giám sát và tối ưu hóa quy trình đòi hỏi những giải pháp công nghệ tiên tiến. Trong những năm gần đây, các công nghệ này ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu [4], tuy nhiên, việc áp dụng chúng trong logistics thông minh chưa được khai thác đầy đủ trong các tài liệu khoa học hiện có.

Nghiên cứu này tập trung vào việc phân tích và đánh giá một cách có hệ thống vai trò cũng như xu thế đầu tư các công nghệ quan trọng của Cách mạng Công nghiệp 4.0 trong việc nâng cao hiệu quả quản lý logistics và vận tải. Có thể nói, dịch vụ vận tải thuộc các dịch vụ logistics, thế nhưng, khái niệm “dịch vụ logistics” xuất hiện muộn hơn ở Việt Nam, trong khi đó, các doanh nghiệp vận tải truyền thống đã phát triển rất lâu đời và chuyên

nghiệp, vì vậy, bài báo sẽ phân tách các doanh nghiệp vận tải và các doanh nghiệp cung cấp nhiều dịch vụ logistics.

Thông qua việc khảo sát các chuyên gia trong lĩnh vực logistics và vận tải, bài báo hướng đến mục tiêu phác thảo toàn cảnh về xu thế đầu tư của các doanh nghiệp logistics và vận tải ở Việt Nam đối với các công nghệ kể trên. Cụ thể, kết quả bài báo cho thấy rõ tầm quan trọng của những công nghệ mới và sự sẵn sàng đầu tư của các doanh nghiệp trong khai thác dịch vụ logistics và vận tải.

2. Bốn công nghệ mới nền tảng của Cách mạng Công nghệ 4.0

2.1. Blockchain

Thuật ngữ “Blockchain” được hiểu là một chuỗi liên kết các cấu trúc dữ liệu gọi là các khối, hoạt động dựa trên nền tảng công nghệ phi tập trung kết hợp với các công cụ quản lý dữ liệu [5], [6]. Công nghệ này được phát triển bởi S. Nakamoto vào năm 2008, một bút danh được sử dụng bởi nhóm người tiên phong trong lĩnh vực này [7]. Sự ra đời của Blockchain gắn liền với sự xuất hiện của Bitcoin - đồng tiền kỹ thuật số phi tập trung đầu tiên, cho phép thực hiện các giao dịch điện tử nhanh chóng không cần thông qua bất kỳ tổ chức trung gian [8].

Ban đầu, Blockchain được phát triển để ghi lại lịch sử giao dịch Bitcoin, sau đó, đã mở rộng ứng dụng sang nhiều lĩnh vực khác. Với đặc tính cho phép trao đổi tài sản an toàn thông qua mã hóa giữa các bên không quen biết và cách xa về mặt địa lý, công nghệ này đã loại bỏ sự cần thiết của các bên trung gian truyền thống như ngân hàng [9]. Công nghệ này vận hành như một hệ thống cơ sở dữ liệu phân tán được chia sẻ giữa các thành viên trong mạng lưới, nơi thông tin được lưu trữ trong những khối liên kết, tạo thành một chuỗi hồ sơ hoàn chỉnh [10].

Một đặc điểm quan trọng của Blockchain là tính bất biến của dữ liệu - sau khi được ghi lại, thông tin không thể xóa hoặc sửa đổi, vẫn có thể bổ sung thêm các bản ghi mới hoặc truy xuất dữ liệu hiện có [11]. Hệ thống hoạt động trên nền tảng mạng ngang hàng, thay vì, dựa vào một đơn vị điều hành tập trung, với mỗi người tham gia đều đóng vai trò kép - vừa là khách hàng vừa là máy chủ. Khi một thành viên mới tham gia vào mạng lưới, họ tự động nhận được một bản sao đầy đủ của Blockchain hiện tại [10].

2.2. Big Data

Thuật ngữ “Dữ liệu lớn” đánh dấu một bước phát triển quan trọng trong lĩnh vực công nghệ thông tin khi M. Cox và D. Ellsworth lần đầu tiên đề cập đến như một thách thức trong việc trực quan hóa dữ liệu vào cuối thập niên 1990 [12]. Khái niệm này sau đó được phát triển sâu rộng hơn khi F. X. Diebold định nghĩa dữ liệu lớn là hiện tượng “bùng nổ về số lượng và chất lượng của dữ liệu có sẵn cũng như tiềm năng ứng dụng của chúng” [13]. Trong quá trình phát triển, các nghiên cứu dần làm rõ những đặc tính cốt lõi của dữ liệu lớn. Đáng chú ý là công trình nghiên cứu của D. Laney vào năm 2001, đã đặt nền móng cho xác định các đặc điểm chính của dữ liệu lớn. Tiếp nối xu hướng này, Manyika và cộng sự đã bổ sung “giá trị” như một thành phần then chốt [14], trong khi đó, Feldman và cộng sự nhấn mạnh tầm quan trọng “tính xác thực” trong lĩnh vực y tế [15].

Dựa trên sự phát triển này, khái niệm về dữ liệu lớn đã được mở rộng, không chỉ dừng lại ở các đặc điểm cơ bản còn bao gồm khả năng “sử dụng và tái sử dụng, tích lũy giá trị theo thời gian, và tạo ra tri thức đa chiều ở tầm hệ thống” [16]. Trong lĩnh vực logistics, phân tích dữ liệu lớn đóng vai trò quan trọng ở mọi cấp độ quản lý chuỗi cung ứng, tạo điều kiện cho tổng hợp và truyền tải thông tin hiệu quả giữa các cấp độ quản lý [17].

2.3. Internet vạn vật

Internet vạn vật (Internet of things - IoT) đánh dấu một cột mốc đột phá trong lĩnh vực công nghệ thông tin, được định nghĩa như một hệ sinh thái cho phép các đối tượng vật lý kết nối và tương tác thông qua môi trường Internet [18]. Mặc dù khái niệm về kết nối và giao tiếp giữa các thiết bị đã tồn tại từ lâu, IoT đã nâng khả năng này lên một cấp độ mới bằng cách tạo ra một hệ thống trao đổi dữ liệu toàn diện và liền mạch [19], [20].

Nền tảng này được phát triển dựa trên nhiều đột phá công nghệ, trong đó, các tiến bộ về Internet, phần mềm và giao thức truyền thông được tích hợp với hệ thống cảm biến thông minh, cho phép các thiết bị không chỉ thu thập còn xử lý và phản hồi theo thời gian thực với môi trường xung quanh [21]. Nhờ vào khả năng này, một mạng lưới các thiết bị được thiết lập, trong đó, chúng có thể duy trì kết nối liên tục và trao đổi thông tin một cách tự động [22].

Về mặt kiến trúc, IoT được tiếp cận từ hai hướng chính là hướng đối tượng và hướng Internet [23]. Trong đó, hướng đối tượng tập trung vào biến các thực thể vật lý và ảo thành các đối tượng thông minh. Điều này được thực hiện thông qua việc tích hợp các công nghệ tiên tiến như RFID [24], mạng cảm biến và các hệ thống tính toán phân tán, qua đó, tạo ra một hệ thống thông minh có khả năng tương tác và ra quyết định [20].

Trong khi cấu trúc dựa trên Internet chủ yếu được định hình bởi các ứng dụng, phần còn lại được xây dựng từ các thực thể dữ liệu. Khi chuyển trọng tâm sang đối tượng, một “đám mây đối tượng” được hình thành, tạo nên một khuôn khổ tối ưu hóa việc sử dụng cơ sở hạ tầng [25]. Đặc biệt trong lĩnh vực chuỗi cung ứng, IoT đã được ứng dụng để thiết lập các luồng dữ liệu thời gian thực, cho

phép giám sát và quản lý các thành phần hệ thống từ mọi vị trí trên toàn cầu [26].

2.4. Trí tuệ nhân tạo

Trí tuệ nhân tạo (Artificial intelligence – AI) được định nghĩa như một công nghệ cho phép máy móc thể hiện khả năng tư duy và thông minh tương đương với động vật hoặc con người [27]. Thông qua những tiến bộ của AI, nhiều tác vụ phức tạp đã được tự động hóa, bao gồm quản lý gian lận theo thời gian thực, tối ưu hóa vị trí kho hàng, nâng cao hiệu quả năng lượng và giảm thiểu sự can thiệp của con người trong quy trình vận hành. Sự phát triển không ngừng của AI đã tạo ra nhiều nhánh chuyên biệt như trí tuệ dữ liệu lớn, trí tuệ bầy đàn, trí tuệ tự thích ứng và trí tuệ tự chủ [28], qua đó, mở rộng phạm vi ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Học máy, một trong những thành phần cốt lõi của AI, được phát triển dựa trên các mô hình và kỹ thuật thống kê, cho phép hệ thống máy tính thực hiện các nhiệm vụ, không cần lập trình cụ thể [29]. Các thuật toán học máy đã được tích hợp vào nhiều ứng dụng hàng ngày, nơi chúng không ngừng cải thiện thông qua xử lý và học hỏi từ dữ liệu. Với sự bùng nổ của dữ liệu lớn, học máy ngày càng đóng vai trò quan trọng đối với trích xuất thông tin có giá trị, trong khi, các nhà nghiên cứu và lập trình viên tiếp tục phát triển các phương pháp mới để nâng cao hiệu quả xử lý khối lượng dữ liệu khổng lồ [29], [30].

Học sâu, một bước tiến xa hơn của học máy, đã được phát triển bằng cách tích hợp các mô hình phức tạp và đa tầng, cho phép biểu diễn dữ liệu theo nhiều cấp độ trừu tượng [31]. Điểm mạnh của học sâu nằm ở khả năng tự động trích xuất đặc trưng từ dữ liệu thô [32], trong đó, các đặc trưng cấp thấp được tổng hợp để tạo ra các đặc trưng cấp cao hơn. Nhờ vào khả năng xử lý song song mạnh mẽ, các mô hình học sâu có thể giải

quyết những bài toán phức tạp với độ chính xác cao, đặc biệt, khi được huấn luyện trên các tập dữ liệu lớn [33].

Trong lĩnh vực logistics, AI đã chứng minh giá trị của nó thông qua việc tối ưu hóa chuỗi cung ứng. Học máy được ứng dụng để nâng cao hiệu quả chi phí, tối ưu hóa luồng sản phẩm, và cải thiện quản lý quan hệ với nhà cung cấp [34]. Đặc biệt, học sâu đã được tận dụng để xử lý luồng dữ liệu liên tục từ hoạt động logistics, giúp diễn giải thông tin, dự đoán rủi ro, và đưa ra các giải pháp tối ưu cho phân bổ tài nguyên và giảm thiểu chi phí.

Mặc dù, AI mang lại nhiều lợi ích đáng kể như tăng tốc xử lý công việc, giảm thiểu lỗi và nâng cao hiệu quả trong các tình huống phức tạp [35], công nghệ này cũng đặt ra những thách thức đáng quan tâm. Các vấn đề như sự phụ thuộc vào công nghệ, tác động đến công việc của con người, và những hạn chế trong khả năng sáng tạo cần được cân nhắc kỹ lưỡng. Tuy nhiên, với sự phát triển không ngừng của công nghệ, AI vẫn đang được kỳ vọng tiếp tục mang lại những đột phá mới trong việc tối ưu hóa và tự động hóa các quy trình logistics.

3. Thách thức đầu tư công nghệ trong ngành vận tải và logistics

Trong bối cảnh nền kinh tế số, các mô hình kinh doanh truyền thống của nhiều công ty logistics và vận tải đang trải qua một quá trình chuyển đổi sâu rộng, trong đó, thích ứng với những thay đổi trong môi trường bên ngoài được xác định là yếu tố quyết định khả năng tồn tại của doanh nghiệp trên thị trường [36]. Đồng thời, cuộc cách mạng số trong ngành công nghiệp vận tải đã và đang diễn ra mạnh mẽ, thể hiện qua việc chuyển đổi sang quản lý tài liệu điện tử, triển khai các hệ thống vận tải thông minh, và áp dụng cơ chế “một cửa” cùng với logistics kỹ thuật số [37]. Các công nghệ của CMCN 4.0 mang

lại nhiều lợi ích đáng kể cho ngành vận tải nhưng quá trình áp dụng vẫn đối mặt với nhiều thách thức phức tạp, trong đó, nguồn nhân lực có kỹ năng số thiếu hụt trầm trọng, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin còn hạn chế, chi phí đầu tư ban đầu cao, cùng với những mối lo ngại về bảo mật dữ liệu, đây được xác định là những rào cản chính [38]. Điều này được minh chứng qua nghiên cứu áp dụng công nghệ hệ thống quản lý vận tải tại các doanh nghiệp ở Nakhon Pathom, Thái Lan, nơi các doanh nghiệp được đánh giá có hiểu biết tốt về công nghệ và nguồn lực, nhưng bối cảnh kinh doanh đa dạng đã dẫn đến sự khác biệt đáng kể trong triển khai và áp dụng các giải pháp công nghệ [39].

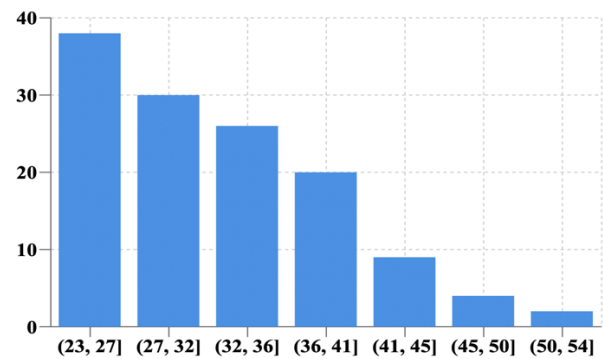
4. Khảo sát xu thế đầu tư công nghệ của doanh nghiệp vận tải và logistics Việt Nam

4.1. Phương pháp khảo sát

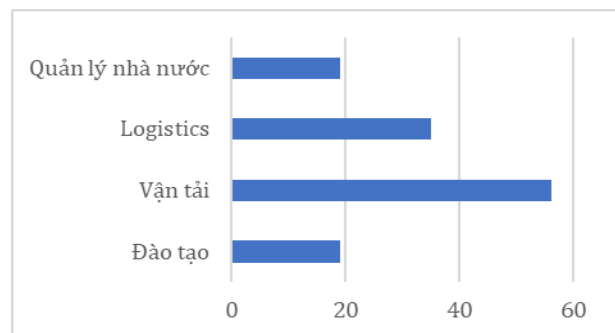
Nghiên cứu này thực hiện khảo sát thông qua bảng hỏi trực tuyến được thiết kế tập trung vào đánh giá xu hướng đầu tư và ứng dụng của bốn công nghệ chủ chốt: Internet vạn vật (IoT), Big Data, Trí tuệ nhân tạo (AI) và Blockchain trong lĩnh vực vận tải và logistics. Các câu hỏi được xây dựng bao gồm phần thông tin cá nhân và bốn câu hỏi chính nhằm đánh giá mức độ ứng dụng cũng như tầm ảnh hưởng của những công nghệ này, với thang đo Likert 5 mức độ được áp dụng. Đối tượng được lựa chọn khảo sát là các chuyên gia trong ngành vận tải và logistics tại Việt Nam, dựa trên các tiêu chí về kinh nghiệm làm việc, vị trí công tác và mức độ am hiểu về các công nghệ được nghiên cứu. Ngoài ra, để có thêm cái nhìn đa chiều, tác giả đề cập thêm hai nhóm đối tượng là đào tạo và quản lý nhà nước có liên quan tới dịch vụ vận tải và logistics cũng được tiến hành khảo sát. Dữ liệu được thu thập từ tháng 10/2023 đến tháng 5/2024, thông qua hình thức trực tuyến, với 165 bản khảo sát được phát ra, thu

về 129 phản hồi hợp lệ. Các phản hồi từ những người có kinh nghiệm dưới 3 năm đã được loại khỏi mẫu nghiên cứu. Đặc điểm nhân khẩu học của người tham gia khảo sát được thể hiện chi tiết qua các biểu đồ từ Hình 1 đến Hình 4.

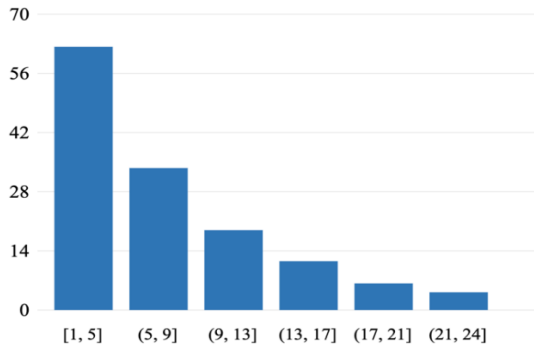
Để đảm bảo tính đại diện của mẫu khảo sát, phương pháp chọn mẫu có mục đích đã được áp dụng, đặc biệt chú trọng đến những người có kinh nghiệm và hiểu biết sâu về việc ứng dụng IoT, Big Data, AI và Blockchain trong ngành. Độ tin cậy của thang đo được kiểm chứng thông qua hệ số Cronbach's Alpha, với kết quả đạt 0,8264 khi sử dụng phần mềm SPSS, đáp ứng yêu cầu đề ra. Phương pháp so sánh chéo cũng được sử dụng để so sánh kết quả giữa các nhóm đối tượng khác nhau. Với quy trình thu thập và xử lý dữ liệu được thực hiện một cách hệ thống, tập trung vào bốn công nghệ cốt lõi, kết quả khảo sát đã tạo nền tảng vững chắc cho việc phân tích xu hướng phát triển và đầu tư các công nghệ này của các doanh nghiệp ngành vận tải và logistics trong tương lai tại Việt Nam.



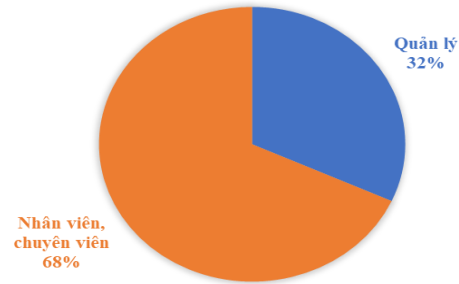
Hình 1. Độ tuổi người tham gia khảo sát.



Hình 2. Số lượng các chuyên gia tham gia khảo sát phân chia theo hoạt động của doanh nghiệp.



Hình 3. Kinh nghiệm người tham gia khảo sát.



Hình 4. Tỷ lệ quản lý – nhân viên, chuyên viên trong số người tham gia khảo sát

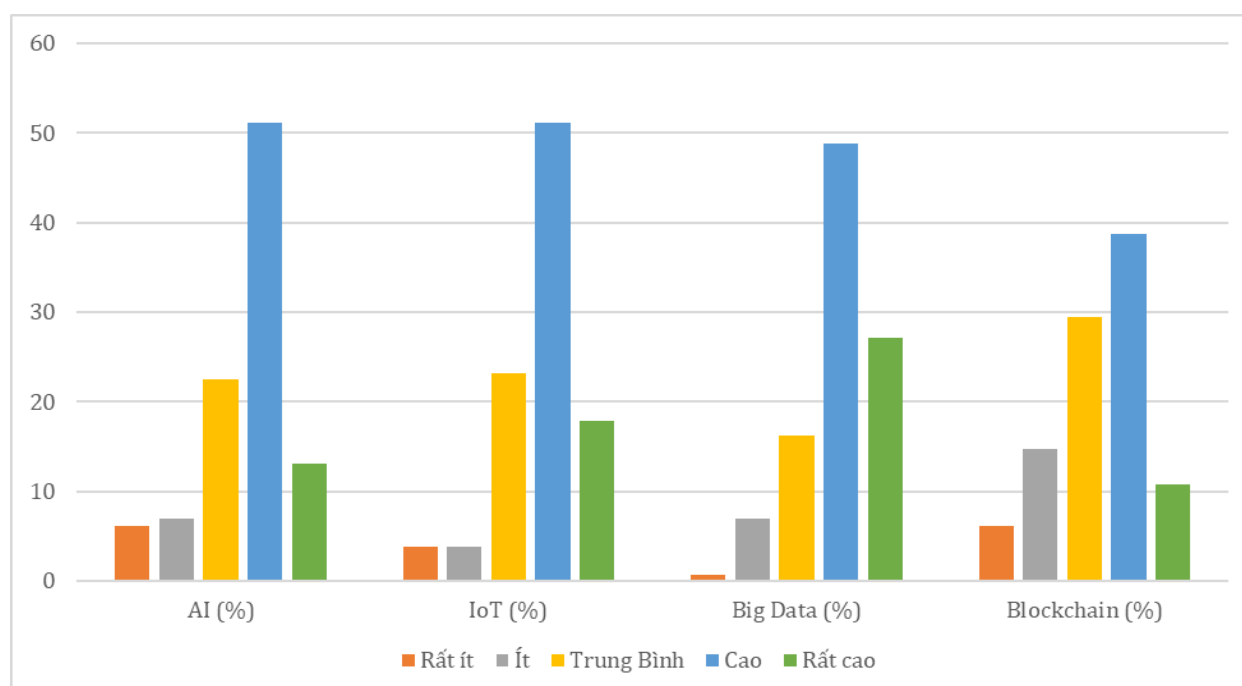
4.2. Đánh giá kết quả tổng hợp

Kết quả khảo sát về xu hướng đầu tư vào bốn công nghệ nền tảng CMCN 4.0 đã phản ánh rõ nét bức tranh chuyển đổi số của ngành. Trong đó, Big Data nổi lên như công nghệ được đánh giá có tiềm năng đầu tư mạnh mẽ nhất với 75,96% ý kiến cho rằng đây là xu hướng đầu tư phổ biến và rất phổ biến. Điều này hoàn toàn hợp lý khi ngành vận tải tạo ra khối lượng dữ liệu khổng lồ từ các hoạt động như theo dõi phương tiện, lưu trình vận chuyển, thông tin đơn hàng và hành vi khách hàng. Đặc biệt, tỷ lệ đánh giá tiêu cực rất thấp (0,78%) đã phản ánh nhận thức rõ ràng về vai trò then chốt của Big Data trong việc tối ưu hóa quy trình và ra quyết định dựa trên dữ liệu. Internet vạn vật nhận được đánh giá tích cực thứ hai với 68,98% ý kiến cho rằng xu hướng đầu tư phổ biến và rất phổ biến, đồng thời, có tỷ lệ đánh giá tiêu cực thấp nhất (7,76%). Điều này phản ánh thực tế IoT đang được ứng dụng rộng rãi trong việc theo dõi phương tiện thời gian thực, giám sát nhiên liệu, bảo trì dự đoán và quản lý kho vận thông minh. Công nghệ này chứng minh được giá trị thực tiễn và khả năng tích hợp cao với hạ tầng vận tải hiện có. Trí tuệ nhân tạo với 64,34% đánh giá tích cực được xem là công nghệ có tiềm năng lớn trong tối ưu hóa tuyến đường, dự báo nhu cầu vận tải, và tự động hóa quy trình ra quyết định. Tuy nhiên, tỷ lệ 13,18% đánh giá thấp,

phản ánh thách thức trong việc triển khai công nghệ này, có thể do yêu cầu cao về nguồn lực, chuyên môn và chi phí đầu tư ban đầu. Điều này cho thấy cần có lộ trình phù hợp cho triển khai AI trong ngành. Blockchain dù có 49,61% đánh giá tích cực, nhưng là công nghệ có tỷ lệ hoài nghi cao nhất với 20,93% đánh giá tiêu cực. Tỷ lệ đánh giá trung bình cao (29,46%) cho thấy nhiều doanh nghiệp vẫn đang quan sát và đánh giá tiềm năng của Blockchain trong minh bạch hóa chuỗi cung ứng và số hóa chứng từ vận tải. Qua đó, phản ánh Blockchain vẫn còn khá mới mẻ trong ngành vận tải Việt Nam. Nhìn từ góc độ phát triển ngành, xu hướng đầu tư đang nghiêng rõ rệt về các công nghệ có khả năng tạo giá trị trực tiếp và dễ tích hợp như Big Data và IoT. Sự kết hợp giữa hai công nghệ này đang tạo nền tảng vững chắc cho hệ sinh thái vận tải thông minh, từ đó, mở đường cho việc ứng dụng AI trong tối ưu hóa và tự động hóa. Để thúc đẩy chuyển đổi số hiệu quả, ngành vận tải cần tập trung phát triển hạ tầng số và năng lực xử lý dữ liệu lớn, đẩy mạnh tích hợp IoT trong quản lý đội xe và kho vận. Đồng thời, từng bước triển khai AI dựa trên nền tảng dữ liệu đã số hóa và thí điểm ứng dụng Blockchain trong các phân khúc có nhu cầu cao về minh bạch và truy xuất nguồn gốc. Chiến lược này giúp ngành vận tải Việt Nam dần tiệm cận với xu hướng chuyển đổi số toàn cầu một cách bền vững và hiệu quả.

Bảng 1. Kết quả tổng hợp bốn câu hỏi về xu hướng đầu tư của bốn công nghệ AI, IoT, Big Data, Blockchain trong lĩnh vực logistics và vận tải Việt Nam.

STT	Mức độ	Xu hướng đầu tư vào bốn công nghệ nền tảng của CMCN 4.0			
		AI (%)	IoT (%)	Big data (%)	Blockchain (%)
1	Rất ít	6,20	3,88	0,78	6,2
2	Ít	6,98	3,88	6,98	14,73
3	Trung bình	22,48	23,26	16,28	29,46
4	Phổ biến	51,16	51,16	48,84	38,76
5	Rất phổ biến	13,18	17,82	27,12	10,85

**Hình 5.** Biểu đồ tổng hợp kết quả khảo sát.

4.3. Đánh giá kết quả qua các nhóm đối tượng

Bài báo xem xét đến sự khác nhau trong câu trả lời của các nhóm đối tượng được khảo sát, **Bảng 2** và **Hình 6** dưới đây thể hiện rõ kết quả. Nhóm doanh nghiệp Logistics thể hiện đánh giá lạc quan nhất về xu hướng đầu tư công nghệ, với điểm số cao nhất trong cả AI (3,9429), IoT (4,0286) và gần như cao nhất với Big Data (4,0571). Điều này có thể giải thích bởi đặc thù của ngành logistics đòi hỏi sự tích hợp cao giữa các quy trình, từ quản lý kho bãi đến theo dõi hàng hóa và tối ưu chuỗi cung ứng. Bên cạnh đó, các doanh nghiệp logistics thường có quy mô lớn, nguồn lực mạnh và chịu áp lực cạnh tranh

trực tiếp từ thị trường quốc tế, vì vậy, cần đầu tư sâu vào công nghệ để duy trì khả năng cạnh tranh.

Nhóm doanh nghiệp Vận tải có xu hướng đánh giá thận trọng hơn so với nhóm Logistics, đặc biệt trong AI (3,5536) và IoT (3,7857). Sự khác biệt này có thể xuất phát từ cấu trúc ngành vận tải Việt Nam, nơi có nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ với nguồn lực hạn chế. Thêm vào đó, hoạt động vận tải thường tập trung vào việc di chuyển hàng hóa đơn thuần, không đòi hỏi sự phức tạp trong quy trình như logistics.

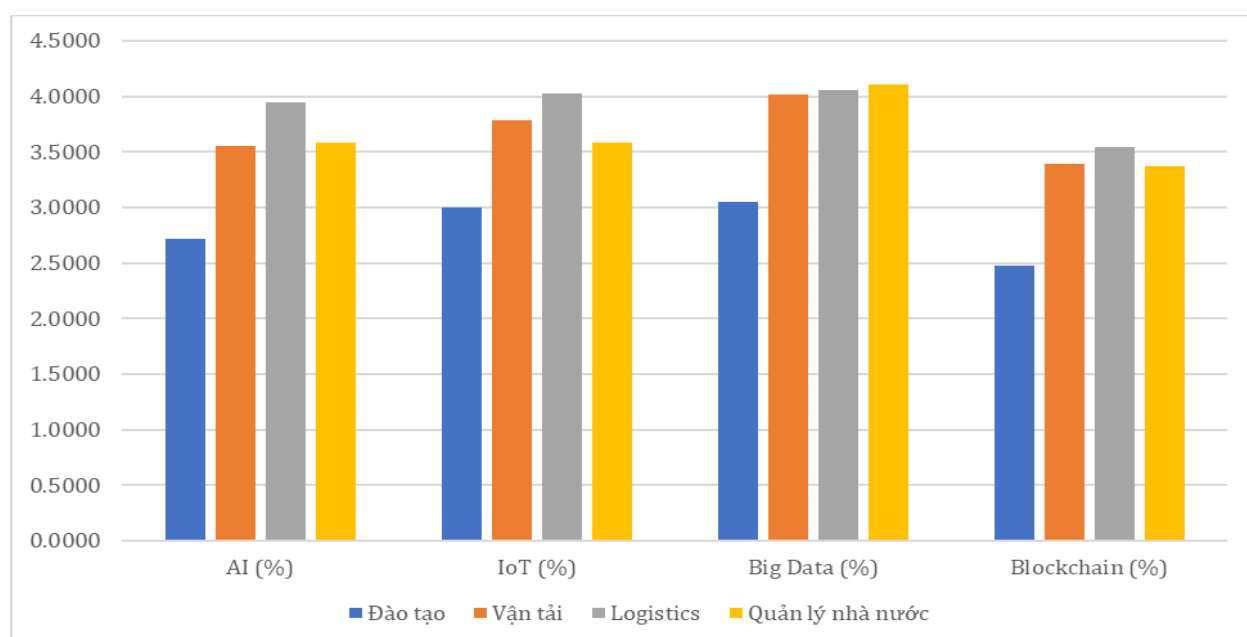
Nhóm Quản lý nhà nước thể hiện sự quan tâm đặc biệt đến Big Data (4,1053 - cao nhất trong tất cả các nhóm) nhưng khá thận trọng với AI (3,5789) và IoT (3,5789). Điều này phản ánh nhu cầu của cơ quan quản lý trong việc thu thập và phân tích dữ liệu để hoạch định chính sách và giám sát thị trường. Tuy nhiên, sự thận trọng với AI và IoT có thể do những lo ngại về an ninh mạng và tính bảo mật dữ liệu khi triển khai các công nghệ này ở quy mô quốc gia.

Nhóm Đào tạo có đánh giá thấp nhất trong tất cả các công nghệ (từ 2,4762 đến 3,0476). Khoảng cách đáng kể này so với các nhóm khác (gần 1 điểm) có thể do nhiều nguyên

nhân như hạ tầng công nghệ và nguồn lực hạn chế trong các cơ sở đào tạo. Phải chăng lĩnh vực đào tạo không quá cần thiết đến các công nghệ trên khi truyền tải kiến thức. Các công nghệ có thể hỗ trợ rất tốt trong các quy trình quản lý, sản xuất, nhưng với đào tạo, đầu tư công nghệ không phải là chiến lược sống còn. Có thể với các công nghệ nền tảng của CMCN 4.0, nhóm Đào tạo quan tâm nhất là Thực tế ảo (VR) và Thực tế ảo tăng cường (AR) nhưng các công nghệ này không đề cập trong nghiên cứu này. Trong lĩnh vực vận tải và logistics áp dụng công nghệ này có thể mô phỏng môi trường của kho hàng, cảng, thực hiện các nghiệp vụ vận tải ảo,... hiện nay đang được áp dụng rất rộng rãi.

Bảng 2. Kết quả tổng hợp bốn câu hỏi về xu hướng đầu tư của bốn công nghệ AI, IoT, Big Data, Blockchain trong lĩnh vực logistics và vận tải Việt Nam.

Nhóm đối tượng khảo sát	Xu thế đầu tư vào công nghệ trong tương lai			
	AI (điểm)	IoT (điểm)	Big Data (điểm)	Blockchain (điểm)
Đào tạo	2,7143	3,0000	3,0476	2,4762
Doanh nghiệp Vận tải	3,5536	3,7857	4,0179	3,3929
Doanh nghiệp Logistics	3,9429	4,0286	4,0571	3,5429
Quản lý nhà nước	3,5789	3,5789	4,1053	3,3684



Hình 6. Biểu đồ so sánh điểm đánh giá xu thế đầu tư công nghệ theo các nhóm đối tượng.

4.4. Đánh giá kết quả qua nhóm cấp bậc trong doanh nghiệp vận tải và logistics

Đối với doanh nghiệp vận tải, xu hướng đánh giá giữa quản lý và nhân viên khá tương đồng, tuy nhiên, có một số khác biệt. Nhân viên có xu hướng đánh giá cao hơn về tiềm năng của Big Data (4,0513 điểm so với 3,9412 của quản lý) và Blockchain (3,4103 so với 3,3529). Sự chênh lệch này có thể xuất phát từ việc nhân viên là người trực tiếp tương tác với dữ liệu và quy trình hàng ngày, do đó, họ có thể nhìn thấy rõ hơn tiềm năng của việc số hóa và tự động hóa trong công việc. Trong khi đó, đội ngũ quản lý có thể thận trọng hơn do phải cân nhắc các yếu tố về chi phí đầu tư và rủi ro triển khai.

Trong lĩnh vực logistics, sự khác biệt giữa đánh giá của quản lý và nhân viên thể hiện rõ rệt hơn. Đội ngũ quản lý thể hiện đánh giá lạc quan hơn về AI (3,8571 so với 3,5641 của nhân viên) và đặc biệt là Blockchain (3,8571 so với 3,4103). Điều này có thể được giải thích bởi vị trí quản lý trong doanh nghiệp logistics thường có tầm nhìn chiến lược rộng hơn về tiềm năng chuyển đổi số và khả năng tích hợp công nghệ vào chuỗi cung ứng. Nhà quản lý thường xuyên tiếp xúc với đối tác quốc tế và có cơ hội tham khảo các mô hình ứng dụng công nghệ tiên tiến trên thế giới.

Một điểm đáng chú ý là cả quản lý và nhân viên trong doanh nghiệp logistics đều đánh giá cao vai trò của Big Data (đồng đều ở mức

4,0 điểm trở lên). Điều này phản ánh nhận thức chung về tầm quan trọng của dữ liệu trong tối ưu hóa quy trình logistics, từ dự báo nhu cầu đến quản lý kho bãi và lập kế hoạch vận chuyển.

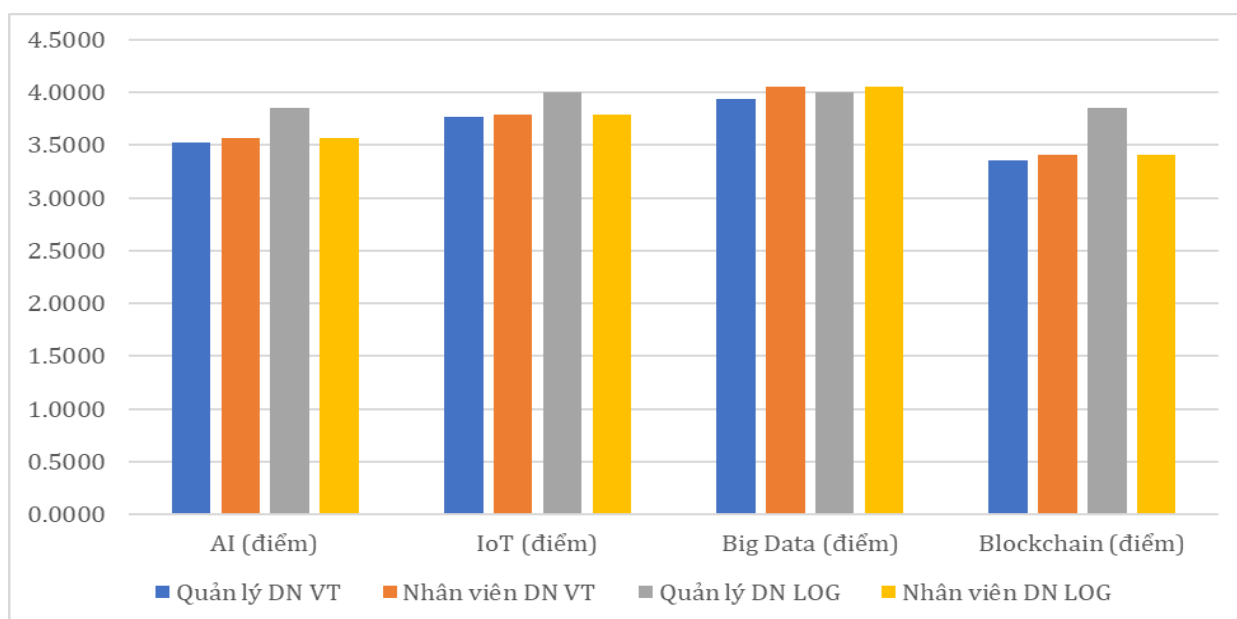
So sánh giữa hai ngành, logistics nhìn chung có xu hướng đánh giá cao hơn về tiềm năng của các công nghệ so với ngành vận tải. Điều này phản ánh đặc thù của ngành logistics đòi hỏi sự tích hợp phức tạp hơn giữa các công nghệ và quy trình, cũng như áp lực cạnh tranh cao hơn trong môi trường kinh doanh quốc tế.

IoT nhận được đánh giá khá đồng đều giữa các nhóm (dao động từ 3,7647 đến 4,0000), cho thấy sự đồng thuận về vai trò của công nghệ này trong việc kết nối và theo dõi thời gian thực các hoạt động vận tải và logistics. Tuy nhiên, nhóm quản lý logistics đánh giá cao nhất (4,0), phản ánh tiềm năng ứng dụng rộng rãi hơn của IoT trong quản lý chuỗi cung ứng tích hợp.

Blockchain là công nghệ có sự chênh lệch đánh giá lớn nhất giữa các nhóm, đặc biệt trong lĩnh vực logistics (3,8571 từ quản lý so với 3,4103 từ nhân viên). Nguyên nhân có thể xuất phát từ Blockchain là một công nghệ còn khá mới mẻ và phức tạp, đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về tiềm năng ứng dụng, đội ngũ quản lý thường có nhiều cơ hội tiếp cận và nghiên cứu sâu hơn nhân viên.

Bảng 3. So sánh kết quả đánh giá xu hướng đầu tư công nghệ trong tương lai với cấp quản lý và nhân viên.

Nhóm đối tượng khảo sát		AI (điểm)	IoT (điểm)	Big Data (điểm)	Blockchain (điểm)
Doanh nghiệp vận tải	Quản lý	3,5294	3,7647	3,9412	3,3529
	Nhân viên	3,5641	3,7949	4,0513	3,4103
Doanh nghiệp Logistics	Quản lý	3,8571	4,0000	4,0000	3,8571
	Nhân viên	3,5641	3,7949	4,0513	3,4103



Hình 7. Biểu đồ so sánh điểm đánh giá xu thế đầu tư công nghệ giữa nhóm quản lý và nhân viên.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đạt được một số kết quả quan trọng về xu hướng đầu tư công nghệ trong lĩnh vực vận tải và logistics tại Việt Nam thông qua khảo sát 129 chuyên gia từ bốn nhóm đối tượng: doanh nghiệp vận tải, doanh nghiệp logistics, cơ quan quản lý nhà nước và đơn vị đào tạo. Kết quả chính của nghiên cứu cho thấy Big Data đang dẫn đầu xu hướng đầu tư với 75,96% đánh giá tích cực, theo sau là IoT (68,98%) và AI (64,34%). Blockchain dù còn nhiều thách thức trong triển khai, vẫn nhận được 49,61% đánh giá tích cực, cho thấy tiềm năng phát triển trong tương lai. Đặc biệt, nghiên cứu đã phát hiện sự khác biệt đáng kể trong đánh giá giữa các nhóm đối tượng, trong đó doanh nghiệp logistics thể hiện mức độ sẵn sàng cao nhất trong đầu tư công nghệ, trong khi, nhóm đào tạo có đánh giá thận trọng hơn về tiềm năng ứng dụng của các công nghệ này.

Phân tích theo cấp bậc trong tổ chức cũng cho thấy nhiều khác biệt, với đội ngũ quản lý trong các doanh nghiệp logistics có xu hướng đánh giá cao hơn về tiềm năng của AI (3,8571) và Blockchain (3,8571) so với nhân viên (3,5641 và 3,4103 tương ứng). Điều này

phản ánh khoảng cách trong nhận thức về công nghệ giữa các cấp của tổ chức. Từ kết quả đạt được, nghiên cứu đề xuất một số hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Nghiên cứu chuyên sâu về các rào cản và yếu tố thúc đẩy triển khai từng công nghệ cụ thể trong môi trường doanh nghiệp Việt Nam;
- Phát triển khung đánh giá mức độ sẵn sàng trong ứng dụng công nghệ cho doanh nghiệp vận tải và logistics;
- Nghiên cứu về mô hình tích hợp đồng thời nhiều công nghệ và tác động của chúng đến hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp;
- Đánh giá chi tiết về nhu cầu đào tạo và phát triển nguồn nhân lực cho chuyển đổi số trong ngành;
- Xây dựng những nghiên cứu trường hợp về triển khai thành công các công nghệ này tại các doanh nghiệp tiên phong.

Những nghiên cứu này góp phần hoàn thiện cơ sở lý luận và thực tiễn cho quá trình chuyển đổi số trong ngành vận tải và logistics Việt Nam, qua đó, cung cấp những định hướng cụ thể cho doanh nghiệp trong việc xây dựng chiến lược đầu tư công nghệ.

Đóng góp của các tác giả trong bài báo

Đinh Gia Huy: Phương pháp, Quản lý dữ liệu, Phân tích chính thức, Điều tra, Xác thực, Trực quan hóa, Phản hồi ý kiến phản biện, Viết – bản thảo gốc. **Vũ Ngọc Hà:** Biên soạn dữ liệu, Phân tích dữ liệu, Điều tra.

Tuyên bố không xung đột lợi ích và cam kết bản quyền

Các tác giả tuyên bố về sự không xuất hiện những xung đột tiềm ẩn từ nghiên cứu này, và cam kết bài báo chưa từng được công bố trước đây.

Chia sẻ dữ liệu theo yêu cầu

Dữ liệu sẽ không được cung cấp theo yêu cầu.

Gia Huy Đinh. *Artificial Intelligent in Transportation Research Group (AIT), University of Transport Ho Chi Minh City*

Ngoc Ha Vu. *Scientific and Training Council, University of Transport Ho Chi Minh City*

*Corresponding author: huy.dinh@ut.edu.vn

Tài liệu tham khảo

- [1] P. F. Campos, P. Trucco and L. H. Huatucó, "Managing structural and dynamic complexity in supply chains: insights from four case studies," *Production Planning & Control*, vol. 30, no. 8, pp. 611-623, 2019, doi: [10.1080/09537287.2018.1545952](https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1545952).
- [2] E. Tijan, S. Aksentijević, K. Ivanić and M. Jardas, "Blockchain technology implementation in logistics," *Sustainability*, vol. 11, no. 4, 2019, Art. no. 1185, doi: [10.3390/su11041185](https://doi.org/10.3390/su11041185).
- [3] G. Mirabelli and V. Solina, "Blockchain and agricultural supply chains traceability: Research trends and future challenges," *Procedia Manufacturing*, vol. 42, pp. 414-421, 2020, doi: [10.1016/j.promfg.2020.02.054](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.054).
- [4] N. Wirth, "Hello marketing, what can artificial intelligence help you with?," *International Journal of Market Research*, vol. 60, no. 5, pp. 435-438, 2018, doi: [10.1177/1470785318776841](https://doi.org/10.1177/1470785318776841).
- [5] J. Taskinsoy, "Blockchain: A Misunderstood Digital Revolution. Things You Need to Know about Blockchain," *Things You Need to Know about Blockchain*, 2019, doi: [10.2139/ssrn.3466480](https://doi.org/10.2139/ssrn.3466480).
- [6] S. Haber and W. S. Stornetta, "How to Time-stamp A Digital Document," in *Advances in Cryptology-CRYPTO' 90*, 1991, pp. 437-455, doi: [10.1007/3-540-38424-3_32](https://doi.org/10.1007/3-540-38424-3_32).
- [7] M. Crosby, Nachiappan, P. Pattanayak, S. Verma, and V. Kalyanaraman (Fairchild Semiconductor), "Blockchain technology: Beyond bitcoin," Sutardja Center for Entrepreneurship Technology, Berkeley, California, Issue No. 2, Jun. 2016. Accessed: Nov. 15, 2024. [Online]. Available: <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- [8] L. P. Perera and K. Czachorowski, "Decentralized System Intelligence in Data Driven Networks for Shipping Industrial Applications: Digital Models to Blockchain Technologies," in *OCEANS 2019*, WA, USA, 2019, doi: [10.1109/OCEANSE.2019.8867045](https://doi.org/10.1109/OCEANSE.2019.8867045).
- [9] V. L. Lemieux, "Blockchain and Recordkeeping: Editorial," *Computers*, vol. 10, no. 11, 2021, Art. no. 135, doi: [10.3390/computers10110135](https://doi.org/10.3390/computers10110135).
- [10] H. Li, D. Han and M. Tang, "Logisticschain: a blockchain-based secure storage scheme for logistics data," *Mobile Information Systems*, vol. 2021, 2021, Art. no. 840399, doi: [10.1155/2021/8840399](https://doi.org/10.1155/2021/8840399).
- [11] T.-T. Kuo, R. A. Gabriel and L. Ohno-Machado, "Fair compute loads enabled by blockchain: sharing models by alternating client and server roles," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 26, no. 5, pp. 392-403, 2019, doi: [10.1093/jamia/ocy180](https://doi.org/10.1093/jamia/ocy180).
- [12] M. Cox and D. Ellsworth, "Managing big data for scientific visualization," in *Proceedings of the 8th Conference on Visualization'97*, 1997, pp. 5-17. [Online]. Available: https://www.reseaqarchgate.net/publication/238704525_Managing_big_data_for_scientific_visualization
- [13] F. X. Diebold, "On the Origin(s) and Development of the Term 'big data,'" Penn Institute for Economic Research, PIER Working Paper No. 12-037, 2012, doi: [10.2139/ssrn.2152421](https://doi.org/10.2139/ssrn.2152421).
- [14] J. Manyika et al., "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity," McKinsey Global Institute, McKinsey & Company, Chicago, IL, USA, Accessed: Nov. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>

- [15] S. Feldman and L. Shaw, "The epistemological and ethical challenges of archiving and sharing qualitative data," *American Behavioral Scientist*, vol. 63, no. 6, pp. 699-721, 2019, doi: [10.1177/0002764218796084](https://doi.org/10.1177/0002764218796084).
- [16] S. B. Scruggs et al., "Harnessing the heart of big data," *Circ. Res.*, vol. 116, no. 7, pp. 1115-1119, 2015, doi: [10.1161/CIRCRESAHA.115.306013](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.115.306013).
- [17] N. Mehta and A. Pandit, "Concurrence of big data analytics and healthcare: A systematic review," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 114, pp. 57-65, 2018, doi: [10.1016/j.ijmedinf.2018.03.013](https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.03.013).
- [18] A. S. Abdul-Qawy, P. Pramod, E. Magesh, and T. Srinivasulu, "The internet of things (iot): an overview," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 5, no. 12, pp. 71-82, 2015. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/323834996_The_Internet_of_Things_IoT_An_Overview
- [19] J. M. Tien, "Internet of things, real-time decision making, and artificial intelligence," *Ann. Data Sci.*, vol. 4, pp. 149-178, 2017, doi: [10.1007/s40745-017-0112-5](https://doi.org/10.1007/s40745-017-0112-5).
- [20] J. Chen, S. Xu, S. Liu, X. Yao, and H. Luo, "Intelligent transportation logistics optimal warehouse location method based on internet of things and blockchain technology," *Sensors*, vol. 22, no. 4, 2022, Art. no. 1544, doi: [10.3390/s22041544](https://doi.org/10.3390/s22041544).
- [21] M. Hrouga, A. Sbihi, and M. Chavallard, "The potentials of combining blockchain technology and internet of things for digital reverse supply chain: a case study," *Journal of Cleaner Production*, vol. 337, 2022, Art. no. 130609, doi: [10.1016/j.jclepro.2022.130609](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130609).
- [22] M. Khan, S. Imtiaz, G. S. Parvaiz, A. Hussain, and J. Bae, "Integration of internet-of-things with blockchain technology to enhance humanitarian logistics performance," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 25422-25436, 2021, doi: [10.1109/ACCESS.2021.3054771](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3054771).
- [23] C. -H. Wu, Y. -P. Tsang, C. K. -M. Lee, and W. -K. Ching, "A blockchain-iot platform for the smart pallet pooling management," *Sensors*, vol. 21, no. 18, 2021, Art. no. 6310, doi: [10.3390/s21186310](https://doi.org/10.3390/s21186310).
- [24] H. Watanabe et al., "Proof of Authenticity of Logistics Information with Passive RFID Tags and Blockchain," in *2021 International Conference on Electronic Communications, Internet of Things and Big Data (ICEIB)*, Yilan County, Taiwan, pp. 213-216, doi: [10.1109/ICEIB53692.2021.9686409](https://doi.org/10.1109/ICEIB53692.2021.9686409).
- [25] A. Koohang, C. S. Sargent, J. H. Nord, and J. Paliszkiwicz, "Internet of things (iot): from awareness to continued use," *International Journal of Information Management*, vol. 62, Feb. 2022, Art. no. 102442, doi: [10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442).
- [26] N. Rozman, R. Vrabic, M. Corn, T. Pozrl, and J. Diaci, "Distributed logistics platform based on blockchain and IoT," *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 826-831, 2019, doi: [10.1016/j.procir.2019.03.207](https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.207).
- [27] C. H. Hoffmann, "Is ai intelligent? an assessment of artificial intelligence, 70 years after turing," *Technology in Society*, vol. 68, Feb. 2022, Art. no. 101893, doi: [10.1016/j.techsoc.2022.101893](https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101893).
- [28] J. Hernandez-Orallo, "Evaluation in artificial intelligence: from task-oriented to ability-oriented measurement," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 48, pp. 397-447, 2017, doi: [10.1007/s10462-016-9505-7](https://doi.org/10.1007/s10462-016-9505-7).
- [29] B. Mahesh, "Machine learning algorithms - a review," *International Journal of Science and Research*, vol. 9, no. 1, pp. 381-386, Jan. 2020, doi: [10.21275/art20203995](https://doi.org/10.21275/art20203995).
- [30] G. -B. Huang et al., "Artificial Intelligence without Restriction Surpassing Human Intelligence with Probability One: Theoretical Insight into Secrets of the Brain with AI Twins of the Brain," *Neurocomputing*, vol. 619, 2025, Art. no. 129053, doi: [10.1016/j.neucom.2024.129053](https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.129053).
- [31] L. Zhang, L. Zhang, and B. Du, "Deep learning for remote sensing data: a technical tutorial on the state of the art," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 4, no. 2, pp. 22-40, Jun. 2016, doi: [10.1109/MGRS.2015.2510098](https://doi.org/10.1109/MGRS.2015.2510098).
- [32] S. Razavi, "Deep learning, explained: Fundamentals, explainability, and bridgeability to process-based modelling," *Environmental Modelling & Software*, vol. 144, Oct. 2021, Art. no. 105159, doi: [10.1016/j.envsoft.2021.105159](https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105159).
- [33] G. Chen and Z. Han, "The Rise of Deep Learning: AI and Engineering Applications under the Spotlight of the 2024 Nobel Prize," *Intelligent Geoengineering*, 2025, doi: [10.1016/j.jige.2025.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jige.2025.03.002).
- [34] J. Popper et al., "Artificial intelligence across industries - IEC whitepaper," International Electrotechnical Commission (IEC), Market Strategy Board, Geneva, Switzerland, White Paper, 2018. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/329191549_Artificial_intelligence_across_industries_-_IEC_Whitepaper#fullTextFileContent

- [35] N. Duggal, "Advantages and Disadvantages of AI." simplilearn.com. Accessed: Nov. 15, 2024 [Online]. Available: <https://www.simplilearn.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-article>
- [36] E. Palkina, "Transformation of business models of logistics and transportation companies in digital economy," *Transportation Research Procedia*, vol. 63, pp. 2130-2137, 2022, doi: [10.1016/j.trpro.2022.06.239](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.239).
- [37] P. Kartsan and S. Mavrin, "The digital revolution of the transportation industry," *Transportation Research Procedia*, vol. 68, pp. 116-119, 2023, doi: [10.1016/j.trpro.2023.02.014](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.014).
- [38] C. Chauhan, A. Singh, and S. Luthra, "Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy," *Journal of Cleaner Production*, vol. 285, 2021, Art. no. 124809, doi: [10.1016/j.jclepro.2020.12.4809](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.12.4809).
- [39] M. Sattayathamrongthian and Y. Vanpetch, "Business's Transportation Management System Technology Adoption in Nakhon Pathom, Thailand," *Transportation Research Procedia*, vol. 63, pp. 2449-2457, 2022, doi: [10.1016/j.trpro.2022.06.281](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.281).