JDI JOURNAL OF DEVELOPMENT AND INTEGRATION

TẠP CHÍ PHÁT TRIỂN VÀ HỘI NHẬP

Số 86 (2026) 54-65 | jdi.uef.edu.vn

Cách mạng Công nghiệp 5.0: Một nghiên cứu trắc lượng thư mục

Nguyễn Thị Anh Vân*, Trần Hoàng Khang, Trần Thị Kim Yến, Võ Thị Mỹ Diệu, Phạm Mỹ Liên

Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

TỪ KHÓA

Công nghiệp 5.0, phân tích đồng trích dẫn, phân tích từ khóa, phân tích trắc lượng thư mục, cách mạng công nghiệp.

TÓM TẮT

Cuộc Cách mạng Công nghiệp 5.0 ra đời nhấn mạnh vào con người, tính bền vững và khả năng thích ứng từ việc mở rộng các nguyên tắc của Công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, nghiên cứu về lĩnh vực này vẫn còn phân tán, đòi hỏi một bức tranh tổng thể để nhận diện xu hướng phát triển. Do đó, nghiên cứu này áp dụng phân tích Bibliometric trên dữ liệu từ SCOPUS (2018–2024) nhằm hệ thống hóa tài liệu học thuật, xác định các chủ đề nghiên cứu chính và đề xuất định hướng tương lai. Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm VOSviewer với các kỹ thuật như phân tích đồng trích dẫn và phân tích từ khóa. Kết quả cho thấy nghiên cứu về Công nghiệp 5.0 đang gia tăng mạnh mẽ, tập trung vào hệ thống kết hợp giữa AI và con người, chuỗi cung ứng linh hoạt và sản xuất xanh. Nghiên cứu cũng đề xuất mở rộng phân tích tác động thực tiễn của Công nghiệp 5.0 để hiểu rõ hơn lợi ích và thách thức trong quá trình triển khai.

1. Giới thiệu

Cách mạng Công nghiệp 5.0 (Industry 5.0) được Ủy ban Châu Âu (EC - EC) chính thức giới thiệu vào năm 2021, đánh dấu một giai đoạn phát triển mới của nền công nghiệp hiện đại. Khác với Công nghiệp 4.0 vốn tập trung vào tự động hóa, trí tuệ nhân tạo (AI) và kết nối vạn vật (IoT) để tối ưu hóa sản xuất, Công nghiệp 5.0 nhấn mạnh vào tính nhân văn, bền vững và khả năng thích ứng trong hệ thống sản xuất (EC, 2021). Điều này đồng nghĩa với việc công nghệ không chỉ phục vụ mục tiêu tăng trưởng kinh tế mà còn hướng đến việc tạo ra một môi trường làm việc thân thiện với con người, giảm thiểu tác động môi trường và đảm bảo tính linh hoạt trước những biến động toàn cầu (EC, 2021, 2022; Ghobakhloo & cộng sự, 2023).

Mặc dù khái niệm Công nghiệp 5.0 đã thu hút sự quan tâm rộng rãi, các nghiên cứu về chủ đề này vẫn còn phân tán và thiếu một bức tranh tổng thể về sự phát triển và xu hướng nghiên cứu (Valette & cộng sự, 2023). Cụ thể, các công trình nghiên cứu trước đây về Công nghiệp 5.0 chủ yếu đi theo ba hướng chính: (i) xây dựng nền tảng khái niệm và phân tích đặc điểm của mô hình công nghiệp mới (EC, 2021; Romero & Stahre, 2021), (ii) khảo sát ứng dụng công nghệ tiên tiến như AI, Cobots, IoT và blockchain trong sản xuất thông minh (Ghobakhloo & cộng sự, 2023; Leng & cộng sự, 2023), và (iii) nghiên cứu các yếu tố xã hội, nhân lực và tính nhân văn trong hệ sinh thái công nghiệp (Leon, 2023; Coronado & cộng sự, 2022). Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu mang tính rời rạc, thiếu sự kết nối liên ngành, thiếu hệ thống. Do đó, việc áp dụng phương pháp phân tích Bibliometric là cần thiết để hệ thống hóa các tài liệu khoa học, xác định các chủ

*Tác giả liên hệ. Email: *anhvan@hcmute.edu.vn*

https://doi.org/10.61602/jdi.2026.86.07

Ngày nộp bài: 02/3/2025; Ngày chỉnh sửa: 01/5/2025; Ngày duyệt đăng: 22/5/2025; Ngày online: 25/11/2025

ISSN (print): 1859-428X, ISSN (online): 2815-6234

đề nghiên cứu trọng tâm cũng như xu hướng phát triển trong lĩnh vực này. Bằng cách sử dụng dữ liệu từ cơ sở Scopus, nghiên cứu này phân tích sự phát triển của Công nghiệp 5.0 thông qua thống kê mô tả, đồng trích dẫn và phân tích đồng xuất hiện từ khóa, nhằm cung cấp một cái nhìn toàn diện về tình hình nghiên cứu trong giai đoạn 2018–2024.

Nghiên cứu này mang lại ba đóng góp chính. Thứ nhất, nó cung cấp một bức tranh tổng quan về các nghiên cứu liên quan đến Công nghiệp 5.0, giúp hệ thống hóa tri thức và xác định những chủ đề quan trọng trong lĩnh vực này. Thứ hai, thông qua phương pháp phân tích Bibliometric, nghiên cứu giúp nhận diện các tác giả, tài liệu và xu hướng nghiên cứu có ảnh hưởng lớn, hỗ trợ các nhà nghiên cứu trong việc tiếp cận những nguồn tài liệu quan trọng. Cuối cùng, dựa trên kết quả phân tích, nghiên cứu đề xuất các xu hướng nghiên cứu tương lai, hướng đến việc tối ưu hóa sự kết hợp giữa con người và công nghệ, phát triển sản xuất bền vững và nâng cao khả năng thích ứng của hệ thống công nghiệp. Kết quả nghiên cứu không chỉ có ý nghĩa học thuật mà còn cung cấp cơ sở tham khảo hữu ích cho doanh nghiệp và nhà hoạch định chính sách trong việc theo dõi xu hướng toàn cầu về Công nghiệp 5.0.

2. Cơ sở lý luận

2.1. Khái niệm về cách mạng công nghiệp 5.0 (Industry 5.0)

Theo Ủy ban Châu Âu (EC), Công nghiệp 5.0 là một mô hình công nghiệp mới, vượt ra khỏi khuôn khổ của Công nghiệp 4.0, với trọng tâm là con người, tính bền vững và khả năng thích ứng. Theo các tài liệu của EC, Công nghiệp 5.0 không chỉ nhấn mạnh vào tự động hóa và số hóa như Công nghiệp 4.0 mà còn hướng tới mục tiêu tạo ra một hệ thống sản xuất bền vững, có trách nhiệm xã hội và có khả năng thích ứng cao với những biến đổi toàn cầu (EC, 2021; EC, 2022). Cách mạng Công nghiệp 5.0 là tầm nhìn về một ngành công nghiệp vượt qua hiệu quả và năng suất, đồng thời nâng cao vai trò của công nghiệp trong xã hội. Là nơi đặt phúc lợi của người lao động lên hàng đầu trong quá trình sản xuất và sử dụng các công nghệ mới để đồng thời mang lại sự thịnh vượng nhưng vẫn không quên tôn trọng các giới hạn năng suất của trái đất. Nó bổ sung cho cách tiếp cận Công nghiệp 4.0 bằng cách đặc biệt đưa nghiên cứu và đổi mới vào phục vụ quá trình chuyển đổi sang một ngành công nghiệp bền vững, lấy con người làm trung tâm và có khả năng phục hồi, đáp ứng các thách thức của thời đại như biến đổi khí hậu, số hóa, và khủng hoảng xã hội (EC, 2022; Ghobakhloo & cộng sự, 2023; Leng & cộng sự, 2023; Leon, 2023).

Công nghiệp 5.0 là sự kế thừa các công nghệ hiện đại của Công nghiệp 4.0 và bổ sung các đặc điểm khác như: Lấy con người làm trung tâm (Human-centricity), Bền vững (Sustainability), Khả năng phục hồi (Resilience) (EC, 2022; Leng & cộng sự, 2023; Leon, 2023; Valette & cộng sự, 2023). Công nghiệp 5.0 đặt con người vào vị trí trung tâm của quá trình sản xuất. Thay vì chỉ tập trung vào tối ưu hóa hiệu suất của máy móc, Công nghiệp 5.0 hướng tới việc sử dụng công nghệ để hỗ trợ con người, giúp họ làm việc hiệu quả hơn, an toàn hơn và có chất lượng cuộc sống tốt hơn trong môi trường công nghiệp (Coronado & cộng sự, 2022). Công nghiệp 5.0 nhấn mạnh vào tính tuần hoàn của nền kinh tế, giảm thiểu lãng phí tài nguyên, phát triển các mô hình sản xuất sử dụng năng lượng tái tạo, đồng thời khuyến khích doanh nghiệp áp dụng các phương pháp sản xuất thân thiện với môi trường (Romero & Stahre, 2021). Mô hình này tập trung vào việc xây dựng các chuỗi cung ứng linh hoạt hơn, giúp doanh nghiệp có thể thích ứng với các cú sốc kinh tế, khủng hoảng môi trường và thay đổi xã hội. Đặc biệt, đại dịch COVID-19 đã làm rõ sự cần thiết của một hệ thống sản xuất có khả năng chịu đựng và phục hồi nhanh chóng trước những biến động (EC, 2022; Leng & cộng sự, 2023; Valette & cộng sự, 2023).

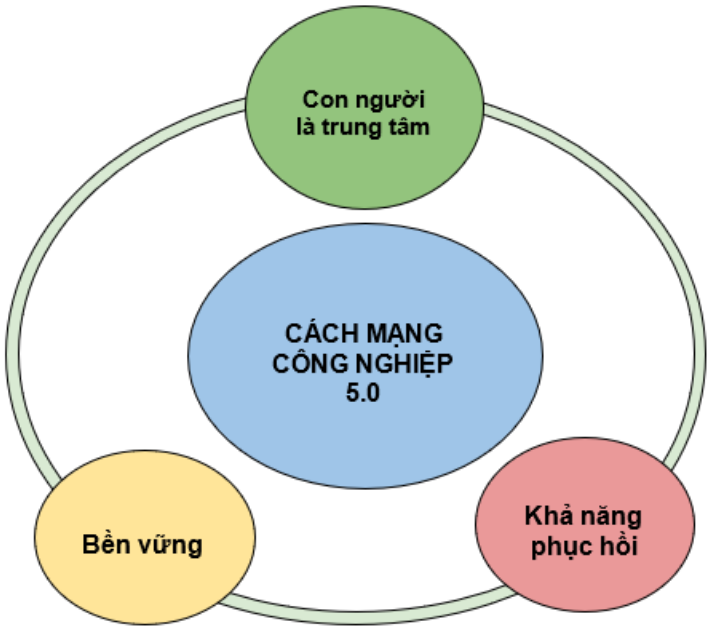
Như vậy, Công nghiệp 5.0 không phải là một sự thay thế cho Công nghiệp 4.0 mà là một sự mở rộng, trong đó công nghệ không chỉ phục vụ lợi ích kinh tế mà còn đóng góp vào các giá trị xã hội và môi trường.

2.2. Các đặc điểm của cách mạng công nghiệp 5.0 (Industry 5.0)

Công nghiệp 5.0 đại diện cho một sự chuyển đổi mang tính chiến lược trong mô hình công nghiệp hiện đại, tập trung vào ba trụ cột chính: lấy con người làm trung tâm (human-centricity), tính bền vững (sustainability) và khả năng thích ứng (resilience). Khác với Công nghiệp 4.0 vốn tập trung vào tự động hóa và hiệu suất sản xuất, Công nghiệp 5.0 tích hợp các giá trị nhân văn, bảo vệ môi trường và đảm bảo hệ thống sản xuất linh hoạt hơn trước những thách thức toàn cầu (EC, 2021, 2022; Leon, 2023; Valette & cộng sự, 2023).

2.2.1. Lấy con người làm trung tâm (human-centricity)

Công nghiệp 5.0 đặt con người vào vị trí trung tâm của quá trình sản xuất, nhấn mạnh vào sự hợp tác giữa con người và công nghệ thay vì thay thế lao động thủ công bằng tự động hóa hoàn toàn. Theo Khan và cộng sự (2023), Công nghiệp 4.0 chủ yếu dựa vào trí tuệ nhân tạo (AI) và các hệ thống tự động để đưa ra quyết định, trong khi Công nghiệp 5.0 tập trung vào việc tăng cường vai trò của con người thông qua công nghệ hỗ trợ. Điều này bao gồm việc sử dụng robot cộng tác (Cobots), trợ lý ảo thông minh và các hệ thống thực tế ảo (VR) nhằm nâng cao hiệu suất làm việc mà vẫn đảm bảo được sức khỏe và sự an toàn cho những người lao động (EC, 2021; Valette & cộng sự, 2023).



Hình 1. Các đặc điểm của cách mạng công nghiệp 5.0

Một trong những ứng dụng nổi bật của Công nghiệp 5.0 là tích hợp dữ liệu sinh học và hành vi của con người vào hệ thống sản xuất. Theo Iyengar và cộng sự (2022), các cảm biến sinh học có thể theo dõi tình trạng sức khỏe của công nhân trong thời gian thực, giúp giảm thiểu nguy cơ tai nạn lao động và tăng cường hiệu suất làm việc. Ngoài ra, các hệ thống AI tiên tiến không chỉ hỗ trợ tự động hóa mà còn tùy chỉnh quy trình sản xuất theo nhu cầu của từng cá nhân, từ đó giúp tối ưu hóa trải nghiệm làm việc và nâng cao chất lượng sản phẩm (Ghobakhloo & cộng sự, 2023). Sự thay đổi này không chỉ giúp nâng cao chất lượng công việc mà còn tạo ra một môi trường làm việc linh hoạt hơn, nơi công nghệ đóng vai trò hỗ trợ con người thay vì thay thế họ. Đây là một bước tiến quan trọng trong việc cân bằng giữa hiệu suất công nghiệp và chất lượng cuộc sống của người lao động, đồng thời thúc đẩy các mô hình sản xuất có đạo đức và công bằng hơn (EC, 2021, 2022; Ghobakhloo & cộng sự, 2023; Valette & cộng sự, 2023).

2.2.2. Tính bền vững (Sustainability)

Một trong những đặc điểm cốt lõi của Công nghiệp 5.0 là tích hợp các nguyên tắc bền vững vào sản xuất, hướng tới nền kinh tế tuần hoàn và giảm thiểu tác động môi trường (EC, 2022; Leon, 2023). Trong khi Công nghiệp 4.0 đã góp phần vào việc tối ưu hóa năng lượng và tài nguyên, thì Công nghiệp 5.0 mở rộng phạm vi này bằng cách đưa ra các giải pháp nhằm tạo ra hệ sinh thái sản xuất có trách nhiệm với môi trường. Theo Ghobakhloo và cộng sự (2023), các công nghệ như vật liệu thông minh và quản lý chuỗi cung ứng bền vững đang được áp dụng để giảm lượng khí thải carbon và hạn chế chất thải công nghiệp.

Một trong những ứng dụng quan trọng của Công nghiệp 5.0 trong lĩnh vực này là tích hợp năng lượng tái tạo vào quy trình sản xuất (EC, 2021; 2022). Các nhà máy thông minh không chỉ tự động điều chỉnh mức tiêu thụ năng lượng mà còn tận dụng các nguồn năng lượng sạch như điện mặt trời, điện gió và pin hydro để vận hành hệ thống sản xuất (Valette & cộng sự, 2023). Bên cạnh đó, các chiến lược đổi mới mở vì sự bền vững cũng được khuyến khích, trong đó các doanh nghiệp hợp tác để phát triển vật liệu tái chế và công nghệ lưu trữ năng lượng tiên tiến (Ghobakhloo & cộng sự, 2023). Không chỉ giới hạn ở các yếu tố kỹ thuật, Công nghiệp 5.0 còn hướng đến việc xây dựng một nền sản xuất có trách nhiệm với xã hội, đảm bảo rằng các sản phẩm và quy trình sản xuất không chỉ có lợi ích kinh tế mà còn góp phần vào sự phát triển bền vững của cộng đồng. Điều này phù hợp với các mục tiêu phát triển bền vững toàn cầu (SDGs), đặc biệt là trong bối cảnh các doanh nghiệp đang chịu áp lực lớn từ chính phủ và người tiêu dùng trong việc giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường (Ghobakhloo & cộng sự, 2023).

2.2.3. Khả năng thích ứng và phục hồi (Resilience)

Công nghiệp 5.0 không chỉ tập trung vào hiệu suất mà còn nhấn mạnh vào khả năng thích ứng của hệ thống sản xuất trước những biến động toàn cầu như đại dịch, khủng hoảng kinh tế và biến đổi khí hậu (EC, 2021, 2022). Theo Khan và cộng sự (2023), Công nghiệp 4.0 đã tạo ra các hệ thống sản xuất linh hoạt hơn nhưng vẫn còn phụ thuộc vào các chuỗi cung ứng dễ bị tổn thương. Trong khi đó, Công nghiệp 5.0 tập trung

vào việc xây dựng các chuỗi cung ứng thông minh, có khả năng tự động điều chỉnh và thích nghi nhanh chóng với điều kiện thị trường thay đổi.

Một trong những yếu tố giúp Công nghiệp 5.0 tăng cường khả năng thích ứng là sản xuất siêu cá nhân hóa (Hyper-Customisation). Nhờ vào AI và phân tích dữ liệu lớn, các hệ thống sản xuất có thể nhanh chóng điều chỉnh dây chuyền để đáp ứng nhu cầu thị trường mà không làm gián đoạn quy trình. Điều này giúp doanh nghiệp không chỉ tồn tại mà còn phát triển trong bối cảnh thị trường không ổn định (Ghobakhloo & cộng sự, 2023). Ngoài ra, các công nghệ như Blockchain và IoT cũng đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quản lý chuỗi cung ứng và cải thiện tính minh bạch trong sản xuất (Nguyen & cộng sự, 2025; Valette & cộng sự, 2023). Công nghiệp 5.0 cũng tích hợp hệ thống phân tích dữ liệu tiên tiến để dự báo rủi ro và tối ưu hóa quy trình sản xuất. Theo Ghobakhloo và cộng sự (2023), việc sử dụng mô hình Digital Twin (bản sao kỹ thuật số) cho phép các doanh nghiệp mô phỏng và đánh giá các kịch bản khác nhau, từ đó đưa ra quyết định chính xác hơn để giảm thiểu rủi ro. Sự kết hợp giữa công nghệ tiên tiến và chiến lược thích ứng giúp Công nghiệp 5.0 không chỉ duy trì sự ổn định mà còn đảm bảo sự phát triển dài hạn của các doanh nghiệp trong môi trường đầy biến động.

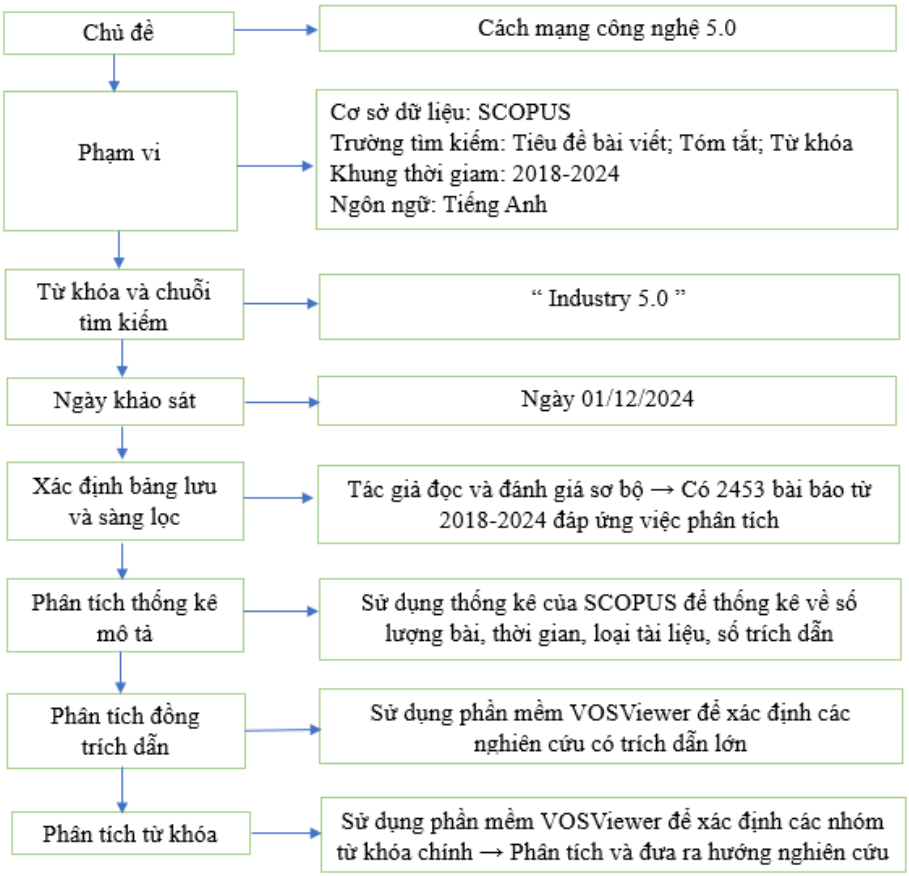
3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp phân tích trắc lượng thư mục (bibliometric analysis) để hệ thống hóa các công trình khoa học liên quan đến Cách mạng Công nghiệp 5.0. Phương pháp này được lựa chọn vì phù hợp với mục tiêu nghiên cứu là tổng hợp, phân loại và xác định các xu hướng học thuật nổi bật trong một lĩnh vực nghiên cứu còn mới và đang phát triển nhanh nhưng thiếu tính hệ thống. Phân tích thư mục cho phép sử dụng dữ liệu từ các cơ sở dữ liệu khoa học để khám phá cấu trúc tri thức, xác định các cụm chủ đề, tác giả ảnh hưởng, từ khóa nổi bật và hướng phát triển theo thời gian.

Cụ thể, quy trình thực hiện gồm các bước chính sau:

Bước 1: Xác định phạm vi nghiên cứu: Thu thập dữ liệu từ SCOPUS, tìm kiếm theo tiêu đề, tóm tắt, từ khóa trong khung thời gian 2018–2024, với ngôn ngữ tiếng Anh. Cụ thể, năm 2018 đánh dấu sự xuất hiện ban đầu của các nghiên cứu có liên quan đến Công nghiệp 5.0 dưới dạng mở rộng khái niệm từ Công nghiệp 4.0.

Bước 2: Xác định từ khóa và thời điểm khảo sát: Sử dụng từ khóa "Industry 5.0" và tiến hành khảo sát dữ liệu vào ngày 01/12/2024. Từ khóa chính được sử dụng trong quá trình tìm kiếm là "Industry 5.0", vì đây



Hình 2. Quy trình nghiên cứu

là thuật ngữ phổ biến, được sử dụng chính thức trong hầu hết các tài liệu học thuật liên quan đến Cách mạng Công nghiệp 5.0. Việc giới hạn từ khóa nhằm đảm bảo độ chính xác của dữ liệu trích xuất, tránh các trường hợp nhiễu từ các ngữ cảnh không liên quan. Chuỗi truy vấn cụ thể được thực hiện trên cơ sở dữ liệu SCOPUS như sau: TITLE-ABS-KEY("Industry 5.0") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English")). Truy vấn này tìm kiếm các tài liệu có chứa cụm từ "Industry 5.0" trong tiêu đề (TITLE), tóm tắt (ABSTRACT) hoặc từ khóa (KEY), giới hạn trong khoảng thời gian từ năm 2018 đến 2024, và chỉ chọn các tài liệu tiếng Anh để đảm bảo tính đồng nhất trong phân tích.

Bước 3: Sàng lọc và xác định bảng lưu trữ: Đánh giá sơ bộ các bài báo và chọn lọc 2.453 bài phù hợp với tiêu chí nghiên cứu, bao gồm: (i) bài viết bằng tiếng Anh; (ii) có chứa từ khóa "Industry 5.0" trong tiêu đề, tóm tắt hoặc từ khóa; (iii) được công bố trong giai đoạn 2018–2024; (iv) là tài liệu học thuật có thẩm định (journal articles, conference papers, book chapters); và (v) có dữ liệu đầy đủ phục vụ phân tích trắc lượng.

Bước 4: Phân tích thống kê mô tả: phân tích số lượng bài báo, thời gian công bố, loại tài liệu và số lần trích dẫn.

Bước 5: Phân tích đồng trích dẫn: Sử dụng phần mềm VOSViewer để xác định các nghiên cứu có ảnh hưởng lớn thông qua phân tích mạng lưới trích dẫn.

Bước 6: Phân tích đồng xuất hiện từ khóa (Keyword co-occurrence) và xu hướng nghiên cứu: sử dụng VOSViewer để nhận diện các nhóm từ khóa chính và đề xuất hướng nghiên cứu trong lĩnh vực Công nghiệp 5.0. Các chỉ số liên kết (link strength) và tổng độ mạnh liên kết (total link strength) được sử dụng làm trọng số trong phân tích mạng từ khóa, phản ánh mức độ và tần suất các từ khóa xuất hiện cùng nhau trong các tài liệu.

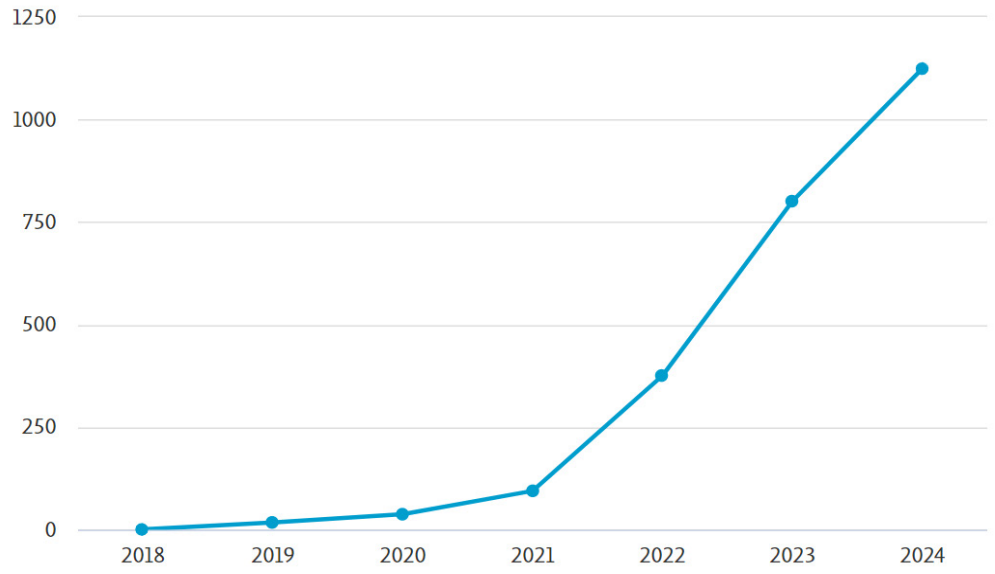
Toàn bộ quá trình phân tích được thực hiện bằng phần mềm VOSviewer. Phần mềm này hỗ trợ phân tích các chỉ số như độ mạnh liên kết (link strength) và tổng độ mạnh liên kết (total link strength), giúp xác định mức độ kết nối giữa các yếu tố trong mạng nghiên cứu. Thông qua cách tiếp cận định lượng này, nghiên cứu không chỉ cung cấp một cái nhìn hệ thống về tiến trình học thuật của Công nghiệp 5.0, mà còn góp phần xác định các tác giả có ảnh hưởng, chủ đề nghiên cứu chính, và các xu hướng đang nổi bật trong lĩnh vực. Kết quả phân tích là cơ sở để đưa ra các gợi ý định hướng cho nghiên cứu tiếp theo, cũng như tạo nguồn tham khảo hữu ích cho cộng đồng học thuật và thực tiễn.

4. Kết quả

4.1. Thống kê mô tả

4.1.1. Số lượng bài báo

Hình 3 minh họa xu hướng gia tăng số lượng bài báo về Công nghiệp 5.0 trong giai đoạn 2018–2024. Cụ thể, năm 2018 chỉ có 01 bài viết, thể hiện giai đoạn khởi đầu của khái niệm. Năm 2019 tăng lên 18 bài, năm 2020 đạt 38 bài, và năm 2021 là 95 bài. Sự quan tâm tăng mạnh từ năm 2022 với 376 bài, tiếp tục tăng lên 801 bài vào năm 2023, và đạt đỉnh ở năm 2024 với 1.124 bài được ghi nhận (tính đến thời điểm khảo sát tháng 12/2024). Diễn biến này cho thấy mức độ quan tâm học thuật ngày càng cao đối với lĩnh vực Công nghiệp 5.0, đặc biệt sau khi khái niệm này được Ủy ban Châu Âu chính thức hóa vào năm 2021.



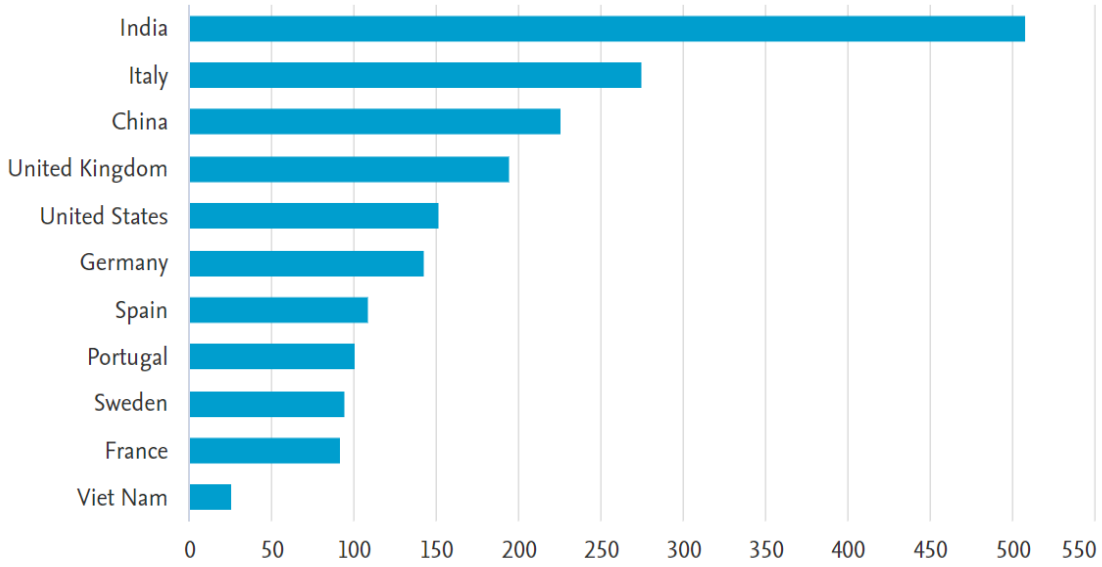
Hình 3. Số lượng nghiên cứu theo thời gian

4.1.2. Về quốc gia

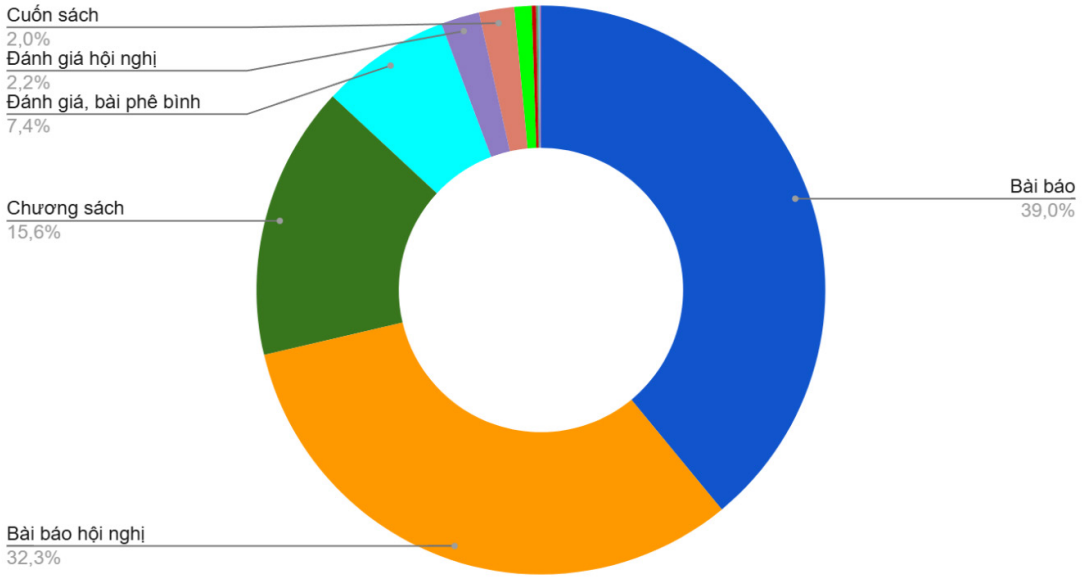
Dựa vào biểu đồ trên ta có thể thấy rằng số lượng các bài báo liên quan về nghiên cứu này có lượng phân bố không đồng đều từ các khu vực. Hình 4 trình bày phân bố số lượng nghiên cứu theo quốc gia. Dẫn đầu là Ấn Độ với 507 bài báo, cho thấy mức độ quan tâm và tham gia tích cực từ cộng đồng học thuật nước này. Tiếp theo là Ý (Italy) với 274 bài, và Trung Quốc với 225 bài. Việt Nam đứng 40 với 25 bài báo được ghi nhận. Tổng cộng, các nghiên cứu đến từ 103 quốc gia, phản ánh mức độ phổ biến toàn cầu của chủ đề.

4.1.3. Về loại tài liệu

Hình 5 phân tích tỷ lệ các loại tài liệu được sử dụng trong nghiên cứu. Bài báo khoa học (journal articles) chiếm tỷ lệ lớn nhất với 39%, theo sau là bài báo hội thảo (conference papers) chiếm 32,3%. Chương sách chiếm 15,6%, trong khi các loại tài liệu khác như ghi chú, thư, bài bình luận chiếm tỷ lệ nhỏ hơn, dao động từ 0,08% đến 7,38%. Sự đa dạng này cho thấy chủ đề Công nghiệp 5.0 đang được khai thác trên nhiều loại hình công bố học thuật.



Hình 4. Số lượng nghiên cứu theo quốc gia



Hình 5. Số lượng nghiên cứu theo thời gian

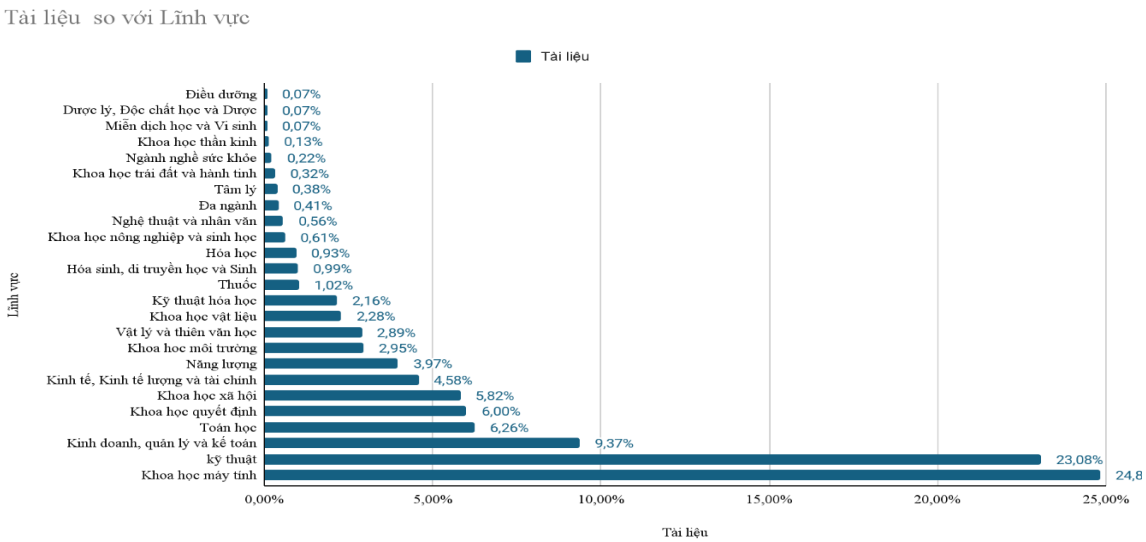
4.1.4. Về lĩnh vực nghiên cứu

Hình 6 thể hiện các lĩnh vực học thuật liên quan đến Công nghiệp 5.0. Trong đó, Khoa học máy tính (Computer Science) chiếm tỷ trọng cao nhất với 24,84%, theo sau là Kỹ thuật (Engineering) với 23,08%, và Kinh doanh - Quản lý - Kế toán với 9,37%. Các lĩnh vực còn lại như Khoa học xã hội, Môi trường, và Khoa học sức khỏe cũng có sự tham gia nhưng chiếm tỷ lệ thấp hơn. Điều này cho thấy Công nghiệp 5.0 là một chủ đề mang tính liên ngành cao, với sự giao thoa giữa công nghệ, con người và quản trị.

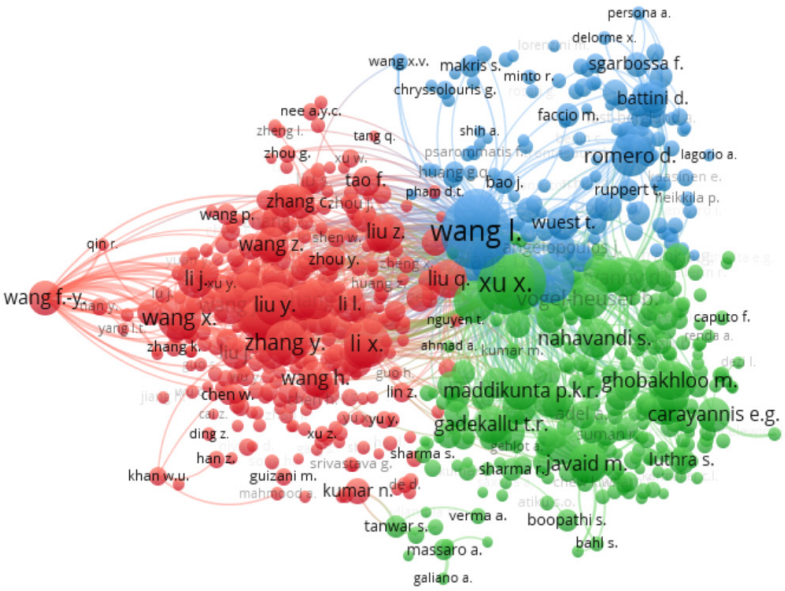
4.2. Phân tích đồng trích dẫn

Phần mềm VOSviewer đã được sử dụng để phân tích và trực quan hóa mạng đồng trích dẫn của các tài liệu nghiên cứu về Công nghiệp 5.0. Kết quả phân tích cho thấy tổng cộng 735 tác giả được trích dẫn trong 2453 bài báo, được phân thành ba cụm chính dựa trên mức độ liên kết trong trích dẫn.

Cụm màu đỏ tập trung vào các nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo (AI) và tự động hóa, với những tác giả tiêu biểu như Wang F-Y., Zhang Y., Liu Y., Li J. và Tao F.. Nhóm nghiên cứu này chủ yếu đến từ khu vực châu Á,



Hình 6. Số lượng nghiên cứu theo lĩnh vực



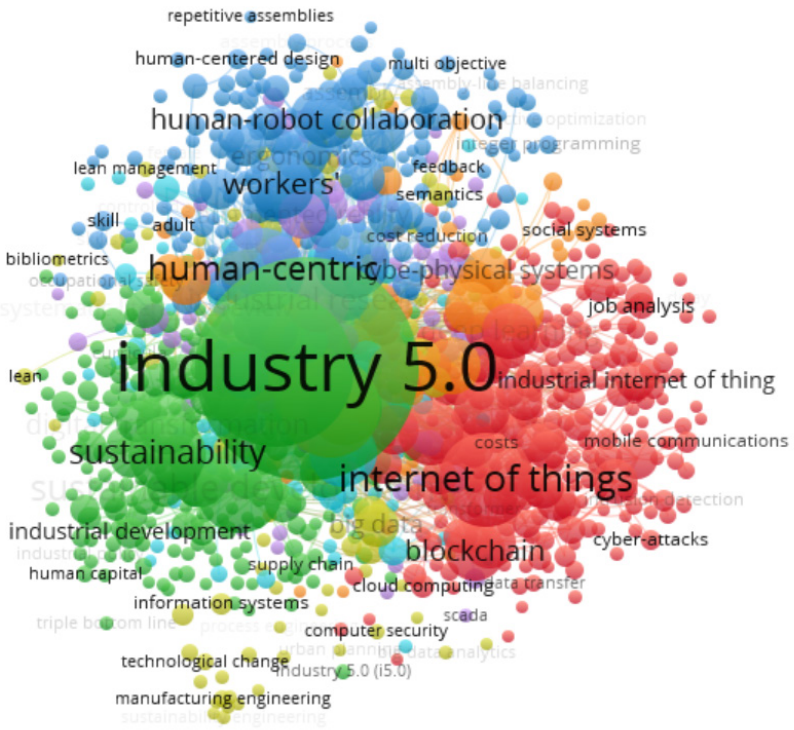
Hình 7. Phân tích theo đồng trích dẫn

nhấn mạnh vào ứng dụng dữ liệu lớn, phân tích thông minh và tối ưu hóa sản xuất trong bối cảnh Công nghiệp 5.0. Trong khi đó, cụm màu xanh dương đại diện cho các nghiên cứu về quản lý chuỗi cung ứng và logistics thông minh, với các tác giả nổi bật như Romero D., Sgarbossa F., Battini D., Wuest T. và Faccio M.. Nhóm nghiên cứu này có sự tập trung mạnh mẽ vào quản lý sản xuất bền vững, tối ưu hóa quy trình vận hành và tích hợp công nghệ vào quản lý chuỗi cung ứng. Bên cạnh đó, cụm màu xanh lá phản ánh các nghiên cứu về sự hợp tác giữa con người và công nghệ, trong đó các tác giả nổi bật gồm Maddikunta P.K.R., Gadekallu T.R., Nahavandi S., Ghobakhloo M. và Carayannis E.G.. Nhóm này tập trung vào robot cộng tác (cobots), tự động hóa thông minh và tương tác giữa con người với hệ thống máy móc trong sản xuất. Kết quả trực quan hóa của VOSviewer giúp xác định rõ những xu hướng nghiên cứu chính trong Công nghiệp 5.0, đồng thời làm nổi bật những tác giả có ảnh hưởng lớn trong lĩnh vực này. Bản đồ mạng đồng trích dẫn cung cấp cái nhìn tổng thể về sự phát triển của Công nghiệp 5.0, giúp định hướng cho các nghiên cứu tương lai và thúc đẩy hợp tác khoa học trong lĩnh vực này.

4.3. Phân tích đồng xuất hiện từ khóa (Keyword co-occurrence)

Phần mềm VOSviewer được sử dụng để phân tích hệ thống từ khóa do các tác giả đề xuất trong 2453 bài báo được truy xuất từ cơ sở dữ liệu Scopus. Để đảm bảo tính chọn lọc và độ tin cậy của dữ liệu, nghiên cứu chỉ xem xét các từ khóa có tần suất xuất hiện tối thiểu năm lần. Trong mô hình trực quan hóa, kích thước của các nút biểu thị tần suất xuất hiện của từng từ khóa, trong khi độ dày của các liên kết giữa hai từ khóa phản ánh mức độ đồng xuất hiện của chúng trong các bài báo khoa học.

Kết quả phân tích cho thấy có 969 từ khóa đáp ứng tiêu chí nghiên cứu, được phân cụm thông qua thuật toán của VOSviewer nhằm xác định các chủ đề nghiên cứu chính và xu hướng nổi bật trong lĩnh vực Công nghiệp 5.0. Hình ảnh trực quan hóa cho thấy "Industry 5.0" là từ khóa trung tâm, với mạng lưới liên kết chặt chẽ đến các chủ đề quan trọng khác. Cụ thể, các từ khóa được nhóm thành bốn cụm chính: (1) Phát triển bền vững (sustainability, human capital, supply chain), (2) Internet vạn vật (IoT) và bảo mật dữ liệu (internet of things, blockchain, cyber-attacks), (3) Hợp tác giữa con người và robot (human-robot collaboration, human-centered design, workers), và (4) Hệ thống vật lý - con người (human-centric physical systems, social systems, job analysis). Việc phân cụm này cho phép nhận diện sự giao thoa giữa các lĩnh vực công nghệ, con người và tính bền vững trong bối cảnh Công nghiệp 5.0, đồng thời cung cấp cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm khai thác sâu hơn các mối quan hệ giữa các yếu tố này.



Hình 8. Phân tích theo từ khóa

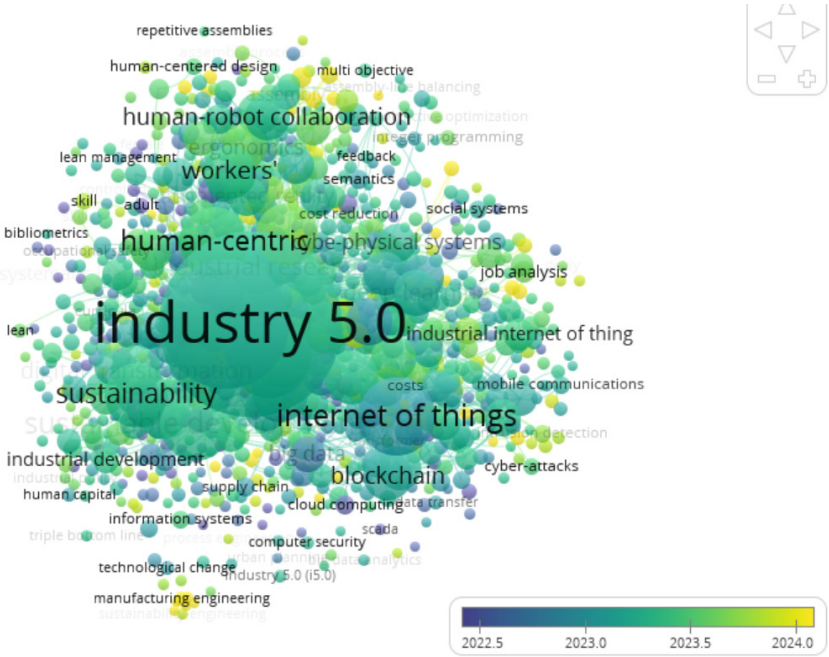
4.4. Phân tích các chủ đề mới

Hình ảnh trực quan hóa từ khóa trong lĩnh vực Công nghiệp 5.0, được tạo bằng phần mềm VOSviewer, phản ánh mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu chính dựa trên phân tích 2453 bài báo từ cơ sở dữ liệu Scopus. Các từ khóa được mã hóa theo thời gian xuất hiện, thể hiện thông qua thanh màu ở góc dưới cùng với khoảng thời gian từ 2022 đến 2024. Theo đó, màu xanh lam và tím đại diện cho các từ khóa xuất hiện sớm (2022 - 2023), trong khi màu xanh lá và vàng thể hiện các chủ đề nghiên cứu mới nổi (2023 - 2024).

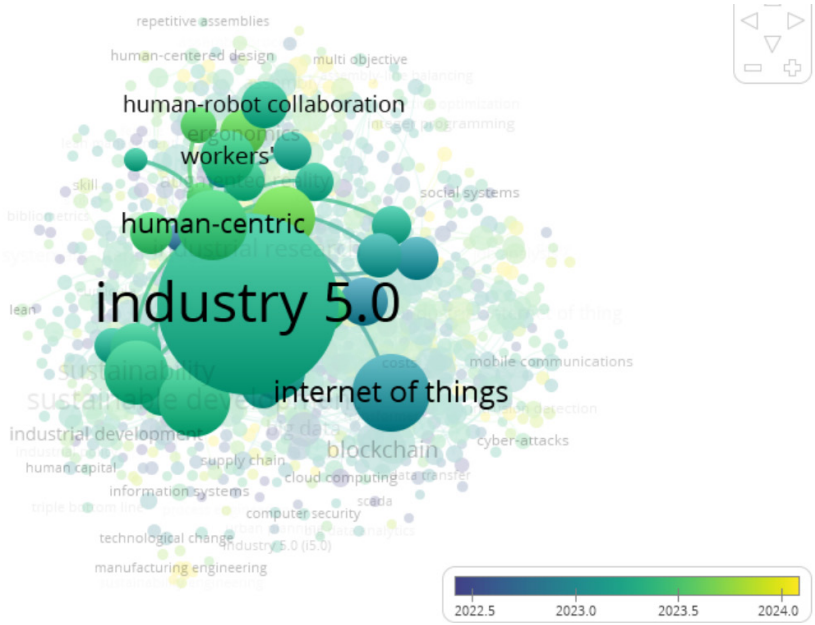
Khác với phân tích toàn kỳ (2018–2024) ở mục 4.3, phân tích trong mục này chỉ tập trung vào giai đoạn 2022–2024 nhằm khám phá những hướng nghiên cứu mới xuất hiện gần đây. Do giới hạn phạm vi dữ liệu, kết quả hình thành ba nhóm từ khóa chính, phản ánh sự dịch chuyển trọng tâm nghiên cứu trong giai đoạn hiện tại. Các từ khóa được phân thành ba nhóm chính: (1) Nhóm công nghệ, bao gồm Internet of Things, blockchain, cloud computing và cybersecurity, phản ánh vai trò của dữ liệu lớn, bảo mật và tự động hóa trong Công nghiệp 5.0; (2) Nhóm liên quan đến con người và hệ thống vật lý - con người, với các từ khóa như human-robot collaboration, ergonomics và human-centric physical systems, nhấn mạnh sự tích hợp giữa công nghệ và yếu tố con người trong sản xuất thông minh; (3) Nhóm về phát triển bền vững, gồm sustainability, industrial development và supply chain, phản ánh xu hướng nghiên cứu về sản xuất xanh, quản lý chuỗi cung ứng và tối ưu hóa tài nguyên. Việc trực quan hóa này không chỉ giúp xác định các xu hướng nghiên cứu trọng điểm mà còn cung cấp thông tin về sự phát triển theo thời gian của các chủ đề trong Công nghiệp 5.0, từ đó định hướng cho các nghiên cứu trong tương lai, đặc biệt trong lĩnh vực tích hợp công nghệ, tự động hóa thông minh và phát triển bền vững.

Các chủ đề nghiên cứu mới nổi trong lĩnh vực Công nghiệp 5.0 trong giai đoạn 2023 - 2024 phản ánh sự dịch chuyển từ tự động hóa thuần túy sang tích hợp con người - công nghệ và phát triển bền vững. Nổi bật trong số đó là các nghiên cứu về hệ thống vật lý - con người (human-centric physical systems), nhấn mạnh vào thiết kế lấy con người làm trung tâm, tối ưu hóa trải nghiệm lao động và cải thiện sự tương tác giữa con người và máy móc. Đồng thời, lĩnh vực an ninh mạng và bảo mật dữ liệu đang trở thành trọng tâm nghiên cứu, với sự xuất hiện của các từ khóa như cyber-attacks, blockchain và computer security, cho thấy nhu cầu cấp thiết trong việc bảo vệ dữ liệu và tăng cường tính an toàn của hệ thống sản xuất số hóa. Ngoài ra, xu hướng phát triển bền vững và quản lý chuỗi cung ứng thông minh cũng đang thu hút sự quan tâm đáng kể, với các nghiên cứu về sustainability, industrial development và technological change, phản ánh nỗ lực hướng đến một nền công nghiệp linh hoạt, hiệu quả và thân thiện với môi trường hơn. Sự xuất hiện của các từ khóa này cho thấy những định hướng mới trong nghiên cứu khoa học, tập trung vào sự cân bằng giữa công nghệ, con người và môi trường trong bối cảnh Công nghiệp 5.0.

Trong bối cảnh chuyển đổi từ Công nghiệp 4.0 sang Công nghiệp 5.0, các chủ đề nghiên cứu không chỉ tiếp tục phát triển các công nghệ cốt lõi như Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) mà còn mở rộng sang những



Hình 9. Phân tích đồng xuất hiện từ khóa (Keyword co-occurrence) theo thời gian



Hình 10. Phân tích đồng xuất hiện từ khóa mới

khía cạnh mới, đặc biệt là hệ thống lấy con người làm trung tâm (Human-Centric Systems) và hợp tác giữa con người và robot (Human-Robot Collaboration). Nếu Công nghiệp 4.0 nhấn mạnh vào tự động hóa, kết nối số hóa và trí tuệ nhân tạo, thì Công nghiệp 5.0 tập trung vào tối ưu hóa sự tương tác giữa con người và công nghệ, tạo ra một môi trường sản xuất thông minh, linh hoạt và bền vững hơn.

Sự kết hợp giữa IoT và yếu tố con người trong Công nghiệp 5.0 đang mở ra nhiều hướng nghiên cứu mới. Các hệ thống Human-Centric không chỉ giúp công nghệ thích ứng với nhu cầu của con người mà còn nâng cao trải nghiệm lao động, an toàn và hiệu suất làm việc. Trong khi đó, Human-Robot Collaboration cho phép máy móc và con người làm việc cùng nhau một cách linh hoạt, thay vì thay thế con người như trong mô hình tự động hóa trước đây. Điều này giúp cải thiện tính cá nhân hóa trong sản xuất, khả năng sáng tạo của con người và hiệu quả vận hành của hệ thống robot. Như vậy, sự chuyển đổi từ Công nghiệp 4.0 sang Công nghiệp 5.0 không chỉ đơn thuần là nâng cấp công nghệ, mà còn là một bước tiến quan trọng trong việc tạo ra một hệ sinh thái sản xuất nơi con người và công nghệ cùng tồn tại, công nghệ hỗ trợ con người làm việc tối ưu hơn.

5. Kết luận

5.1. Kết luận

Cách mạng Công nghiệp 5.0 đánh dấu một bước chuyển mình quan trọng trong sự phát triển công nghiệp, mở rộng các nguyên tắc của Công nghiệp 4.0 bằng cách nhấn mạnh vào con người, tính bền vững và khả năng thích ứng. Thay vì chỉ tập trung vào tự động hóa và hiệu suất sản xuất, Công nghiệp 5.0 hướng đến một mô hình phát triển toàn diện hơn, trong đó công nghệ không chỉ tối ưu hóa quy trình mà còn hỗ trợ con người phát triển, bảo vệ môi trường và tăng cường khả năng thích ứng trước những thay đổi toàn cầu.

Kết quả nghiên cứu này đã cung cấp một bức tranh tổng quan về sự phát triển của Công nghiệp 5.0, thông qua phân tích Bibliometric các nghiên cứu từ cơ sở dữ liệu SCOPUS trong giai đoạn 2018–2024. Nghiên cứu đã xác định các xu hướng chính, các tác giả có ảnh hưởng lớn và những chủ đề nghiên cứu trọng tâm trong lĩnh vực này. Qua đó, nghiên cứu không chỉ giúp hệ thống hóa tri thức mà còn hỗ trợ các nhà nghiên cứu trong việc tiếp cận tài liệu quan trọng và định hướng nghiên cứu trong tương lai.

Dựa trên kết quả phân tích, nghiên cứu cũng đưa ra một số đề xuất cho các hướng nghiên cứu tiếp theo, bao gồm việc phát triển các hệ thống sản xuất lấy con người làm trung tâm, mở rộng ứng dụng công nghệ AI và robot công tác (Cobots), tối ưu hóa chuỗi cung ứng linh hoạt và thúc đẩy các mô hình sản xuất bền vững. Những định hướng này không chỉ có giá trị đối với giới học thuật mà còn mang lại lợi ích thực tiễn cho doanh nghiệp và các nhà hoạch định chính sách trong việc xây dựng một nền công nghiệp hiện đại, linh hoạt và có trách nhiệm hơn.

Tóm lại, Công nghiệp 5.0 không chỉ là một bước tiến về mặt công nghệ mà còn là một sự thay đổi về tư duy trong cách thức tổ chức sản xuất và phát triển kinh tế. Việc nghiên cứu sâu hơn về các khía cạnh công nghệ, kinh tế và xã hội của Công nghiệp 5.0 sẽ tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong việc hiện thực hóa một mô hình công nghiệp bền vững, nhân văn và thích ứng hơn với tương lai.

5.2. Hạn chế, đề xuất cho nghiên cứu trong tương lai

5.2.1. Hạn chế của nghiên cứu

Nghiên cứu này có một số hạn chế cần được xem xét trong các nghiên cứu tiếp theo. Thứ nhất, dữ liệu được thu thập chỉ từ cơ sở SCOPUS, trong khi các nguồn khác như Web of Science, IEEE Xplore hoặc Google Scholar có thể cung cấp cái nhìn toàn diện hơn về Công nghiệp 5.0. Thứ hai, phương pháp phân tích Bibliometric chủ yếu dựa trên số lượng trích dẫn và từ khóa mà chưa đánh giá sâu về nội dung và chất lượng của các nghiên cứu, do đó, việc kết hợp với phương pháp phân tích định tính hoặc phân tích tổng hợp (meta-analysis) sẽ giúp cung cấp cái nhìn chi tiết hơn. Thứ ba, nghiên cứu chủ yếu tập trung vào các tài liệu học thuật mà chưa tích hợp các báo cáo từ doanh nghiệp hoặc chính sách chính phủ, điều này có thể hạn chế khả năng ứng dụng thực tiễn của kết quả nghiên cứu. Cuối cùng, nghiên cứu chưa đánh giá cụ thể tác động của Công nghiệp 5.0 đối với các lĩnh vực kinh tế, môi trường và xã hội, do đó cần có những nghiên cứu định lượng để đo lường và phân tích sâu hơn về những ảnh hưởng này.

5.2.2. Đề xuất cho nghiên cứu trong tương lai

Các nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng theo nhiều hướng nhằm nâng cao hiểu biết về Công nghiệp 5.0. Trước hết, việc kết hợp nhiều cơ sở dữ liệu khác nhau và áp dụng các phương pháp phân tích nâng cao như học máy (Machine Learning) hoặc phân tích nội dung định tính sẽ giúp xác định xu hướng nghiên cứu một cách chính xác hơn. Bên cạnh đó, cần có các nghiên cứu thực nghiệm để đánh giá tác động của Công nghiệp 5.0 đối với nền kinh tế, lao động và môi trường, đặc biệt là khả năng thúc đẩy phát triển bền vững. Ngoài ra, việc tích hợp góc nhìn từ doanh nghiệp và chính sách công sẽ giúp làm rõ các yếu tố thúc đẩy và rào cản trong quá trình triển khai Công nghiệp 5.0, từ đó đề xuất các chiến lược phù hợp để ứng dụng mô hình này hiệu quả hơn. Cuối cùng, nghiên cứu có thể tập trung vào mối quan hệ giữa Công nghiệp 5.0 và các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs), nhằm xác định những giải pháp tối ưu giúp công nghiệp hiện đại không chỉ tăng trưởng mạnh mẽ mà còn đảm bảo trách nhiệm xã hội và bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Coronado, E., Kiyokawa, T., Ricardez, G. A. G., Ramirez-Alpizar, I. G., Venture, G., & Yamanobe, N. (2022). Evaluating quality in human-robot interaction: A systematic search and classification of performance and human-centered factors, measures and metrics towards an industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 63, 392–410. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.04.007.

European Commission. (2021). *Industry 5.0 Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. DOI: https://doi.org/10.2777/308407.

European Commission. (2022). *Industry 5.0, A Transformative Vision for Europe, Governing Systemic Transformations towards a Sustainable Industry*. DOI: https://doi.org/10.2777/17322.

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Babaee Tirkolaee, E., Asadi, S., & Amran, A. (2023). Industry 5.0 implications for inclusive sustainable manufacturing: An evidence-knowledge-based strategic roadmap. *Journal of Cleaner Production*, 417, 138023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138023.

Iyengar, K. P., Zaw Pe, E., Jalli, J., Shashidhara, M. K., Jain, V. K., Vaish, A., & Vaishya, R. (2022). Industry 5.0 technology capabilities in Trauma and Orthopaedics. *Journal of Orthopaedics*, 32, 125–132. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.06.001.

Khan, M., Haleem, A., & Javaid, M. (2023). Changes and improvements in Industry 5.0: A strategic approach to overcome the challenges of Industry 4.0. *Green Technologies and Sustainability*, 1(2), 100020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100020.

Leng, J., Zhong, Y., Lin, Z., Xu, K., Mourtzis, D., Zhou, X., ... & Shen, W. (2023). Towards resilience in Industry 5.0: A decentralized autonomous manufacturing paradigm. *Journal of Manufacturing Systems*, 71, 95-114.

Leon, R. D. (2023). Employees' reskilling and upskilling for industry 5.0: Selecting the best professional development programmes. *Technology in Society*, 75, 102393. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102393.

Nguyen, K. H., Van Nguyen, T. A., Dang, T. T. H., & Hoang, S. D. (2025). Circular economy practices, green innovation and financial performance: The moderating role of big data analytics. *E&M Economics and Management,* 28(3), 1–16. DOI: https://doi.org/10.15240/tul/001/2025-5-014.

Romero, D., & Stahre, J. (2021). Towards the Resilient Operator 5.0: The Future of Work in Smart Resilient Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, 104, 1089–1094. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.183.

Valette, E., Bril El-Haouzi, H., & Demesure, G. (2023). Industry 5.0 and its technologies: A systematic literature review upon the human place into IoT- and CPS-based industrial systems. *Computers and Industrial Engineering*, 184, *109426*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109426.

Industry 5.0: Bibliometric analysis

Nguyen Thi Anh Van, Tran Hoang Khang, Tran Thi Kim Yen,
Vo Thi My Dieu, Pham My Lien
Ho Chi Minh City University of Technology and Engineering, Vietnam

Abstract

The Fifth Industrial Revolution (Industry 5.0) emphasizes human-centricity, sustainability, and resilience, expanding on the principles of Industry 4.0. However, research in this field remains fragmented, necessitating a comprehensive overview to identify development trends. Therefore, this study applies bibliometric analysis using data from SCOPUS (2018–2024) to systematize academic literature, identify key research topics, and propose future directions. The data is analyzed using VOSviewer software, employing techniques such as co-citation analysis and keyword analysis. The results indicate that research on Industry 5.0 is growing rapidly, focusing on human-AI collaboration, flexible supply chains, and green production. The study also suggests expanding the analysis of the practical impacts of Industry 5.0 to gain a deeper understanding of its benefits and challenges during implementation.

Keywords: Industry 5.0, co-citation analysis, keyword analysis, bibliometric analysis, Industrial Revolution.