



Hành vi áp dụng công nghệ 4.0 của doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam: Tác động của bối cảnh công nghệ, tổ chức và môi trường hoạt động

NGÔ HOÀNG THẢO TRANG ^{a,*}, PHẠM KHÁNH NAM ^a, TRẦN THANH TRÚC ^a

^a Trường Đại học Kinh tế TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 21/04/2023 Ngày nhận lại: 10/07/2023 Duyệt đăng: 17/07/2023 Mã phân loại JEL: D22; D24. Từ khóa: Công nghệ 4.0; Doanh nghiệp; Đông Nam Bộ; Việt Nam. Keywords: Technology 4.0; Enterprise; Southeast region; Vietnam.	Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ 4.0, các doanh nghiệp Việt Nam đang cân nhắc chuyển đổi sử dụng các giải pháp kỹ thuật số để nâng cao năng suất, hiệu quả và khả năng cạnh tranh. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ 4.0 tại Việt Nam đang gặp phải nhiều thách thức, bao gồm các vấn đề liên quan đến công nghệ hiện tại của doanh nghiệp, đặc điểm tổ chức và môi trường bên ngoài. Nghiên cứu này phân tích hiện trạng áp dụng công nghệ 4.0 và các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định áp dụng công nghệ 4.0 của các doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ. Kết quả phân tích mô hình hành vi đầu tư của 2.734 doanh nghiệp, vùng Đông Nam Bộ cho thấy chỉ có 24,18% doanh nghiệp áp dụng công nghệ 4.0; trong đó, thể chế, năng lực ứng dụng công nghệ thông tin, trình độ lao động trong doanh nghiệp là nhóm các yếu tố chính tác động đến quyết định ứng dụng công nghệ 4.0 của doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ. Abstract With the rapid development of 4.0 technologies such as the Internet of Things, artificial intelligence, and big data, Vietnamese enterprises are swiftly transforming the use of digital solutions to improve productivity, efficiency, and competitiveness. However, the adoption of technology 4.0 in Vietnam is facing many challenges including issues related to information infrastructure, organization characteristics, and external environment. This study analyzes the current status of 4.0

* Tác giả liên hệ.

Email: trangnht@ueh.edu.vn (Ngô Hoàng Thảo Trang), khanhnam@ueh.edu.vn (Phạm Khánh Nam), tructran.ncs2019011@st.ueh.edu.vn (Trần Thanh Trúc).

Trích dẫn bài viết: Ngô Hoàng Thảo Trang, Phạm Khánh Nam, & Trần Thanh Trúc. (2023). Hành vi áp dụng công nghệ 4.0 của doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam: Tác động của bối cảnh công nghệ, tổ chức và môi trường hoạt động. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 34(7), 67–84.

technology application and factors affecting the decision to apply 4.0 technology to 2,734 enterprises in the Southeast region. The results of the analysis of investment behavior models of enterprises show that only 24.18 percent of enterprises applied 4.0 technologies. The adoption of 4.0 technologies faces several key barriers and challenges, including the institutional environment, the capacity for information technology application, and the skill levels of the workforce in enterprises.

1. Giới thiệu

Công nghệ 4.0 (CN 4.0), thuật ngữ bắt nguồn từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (CMCN 4.0), là một xu hướng phát triển công nghệ mới và đột phá tạo ra những cách thức mới để thu thập, xử lý, và sử dụng thông tin và dữ liệu. CN 4.0 tập trung vào tương tác và tích hợp giữa các công nghệ tiên tiến như: Trí tuệ nhân tạo (AI), Internet kết nối vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ tích hợp (Integrated Intelligence), tự động hóa (Automation), và nhiều công nghệ khác như công nghệ điện toán đám mây, robot tiên tiến hay công nghệ in 3D. CN 4.0 làm cho nền kinh tế hiệu quả hơn trong quá trình tạo ra giá trị gia tăng (Reddy & Reinartz, 2017), hỗ trợ doanh nghiệp ra quyết định; và do đó góp phần đáng kể vào việc tăng năng suất của doanh nghiệp (Saucedo-Martínez và cộng sự, 2017). Do đó, các công ty ngày càng quan tâm đến việc áp dụng công nghệ mới để đảm bảo khả năng cạnh tranh lâu dài và cho phép họ thích ứng với các điều kiện môi trường thay đổi năng động như rút ngắn vòng đời sản phẩm, tăng sự đa dạng và thay đổi kỳ vọng của người tiêu dùng (Adolph và cộng sự, 2014).

Mặc dù việc áp dụng CN 4.0 đem lại nhiều lợi ích cho doanh nghiệp, thế nhưng, các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy còn nhiều rào cản, thách thức và các doanh nghiệp sản xuất do dự trong việc chuyển đổi hoạt động kinh doanh bằng kỹ thuật số (Horváth & Szabó, 2019; Khin & Kee, 2022). Ở cấp độ quốc tế, một nghiên cứu trên 1.155 doanh nghiệp ở 26 quốc gia của Geissbauer và cộng sự (2018) cho thấy chỉ 31% doanh nghiệp bắt đầu ứng dụng CN 4.0. Khảo sát của Deloitte Insights (2018) cho biết doanh nghiệp chưa sẵn sàng khai thác những thay đổi liên quan đến CN 4.0 vì không chắc chắn về phương thức hành động để hưởng lợi từ những thay đổi đó. Sự thiếu sẵn sàng khiến doanh nghiệp miễn cưỡng thay đổi chiến lược hiện tại và thay vào đó có xu hướng tiếp tục tập trung vào các hoạt động kinh doanh truyền thống. Nghiên cứu tổng quan của Mohamed (2018), dựa trên việc phân tích 45 bài báo khoa học cùng chủ đề được đăng trên các tạp chí uy tín, cũng kết luận rằng rào cản chủ yếu khiến doanh nghiệp do dự khi bắt đầu quy trình chuyển đổi số là sự thiếu chắc chắn về lợi ích tài chính và thiếu kiến thức chuyên môn để áp dụng công nghệ mới.

Năm 2022, Bộ Chính trị và Chính phủ đã ban hành Nghị quyết 24-NQ/TW và Nghị quyết 154/NQ-CP¹ đặt mục tiêu và tầm nhìn của vùng Đông Nam Bộ là phấn đấu đến năm 2030, Đông Nam Bộ trở thành vùng phát triển năng động, có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao, động lực tăng trưởng lớn nhất cả

¹ Nghị quyết số 154/NQ-CP của Chính phủ: Ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 24-NQ/TW ngày 07 tháng 10 năm 2022 của Bộ Chính trị về phát triển kinh tế - xã hội và bảo đảm quốc phòng, an ninh vùng Đông Nam Bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (chinhphu.vn)

nước, trung tâm khoa học - công nghệ và đổi mới sáng tạo, công nghiệp công nghệ cao, logistics và trung tâm tài chính quốc tế có tính cạnh tranh cao trong khu vực. Vùng Đông Nam Bộ đi đầu trong đổi mới mô hình tăng trưởng, chuyển đổi số, xây dựng “chính quyền số”, “kinh tế số”, và “xã hội số”. Tuy nhiên, hiện nay việc áp dụng CN 4.0 của doanh nghiệp Việt Nam nói chung và doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ nói riêng còn ở mức khiêm tốn. Theo số liệu điều tra doanh nghiệp năm 2020 (Tổng cục Thống kê, 2020) thì tỷ lệ doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ có áp dụng CN 4.0 là 24,18%. Kết quả này thấp hơn so với nghiên cứu của Geissbauer và cộng sự (2018) về tỷ lệ áp dụng CN 4.0 trung bình của các doanh nghiệp tại 26 quốc gia (31%). Mặt khác, kết quả thống kê mô tả từ bộ dữ liệu doanh nghiệp Việt Nam năm 2020 cho thấy các doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ có áp dụng CN 4.0 thì năng suất doanh nghiệp cao hơn so với doanh nghiệp không áp dụng CN 4.0 là 2,8 lần. Câu hỏi đặt ra là tại sao việc áp dụng CN 4.0 đem lại năng suất cao hơn nhưng tỷ lệ áp dụng CN 4.0 của các doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ lại khiêm tốn? Do vậy, nghiên cứu định lượng phân tích rào cản, thách thức và các yếu tố tác động đến quyết định áp dụng CN 4.0 của các doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ là cần thiết. Kết quả nghiên cứu này có ý nghĩa thiết thực đối với các doanh nghiệp, nhà hoạch định chính sách và các bên liên quan khác trong việc thúc đẩy ứng dụng CN 4.0 tại vùng Đông Nam Bộ.

Nghiên cứu này cung cấp một số điểm khác biệt nổi bật so với các nghiên cứu trước đây:

- *Thứ nhất*, chủ đề nghiên cứu hành vi ứng dụng CN 4.0 cho một vùng ở một quốc gia đang phát triển bằng cách tiếp cận định lượng là mới và khá ít do tính không sẵn có của bộ dữ liệu.

- *Thứ hai*, nghiên cứu đã bổ sung thêm các yếu tố nền tảng công nghệ thông tin của doanh nghiệp và yếu tố đo lường khả năng nhạy cảm đối với công nghệ mới của tổ chức theo khung phân tích TOE (Technology-Organisation-Environment). Đây là điểm khác biệt so với các nghiên cứu thực nghiệm ở nước ngoài trước đây, khi các nghiên cứu này thường phân tích ảnh hưởng của đặc điểm của doanh nghiệp như quy mô và tài sản lên quyết định áp dụng CN 4.0.

- *Thứ ba*, nghiên cứu này là một trong số ít nghiên cứu phân tích định lượng về mức độ áp dụng từng loại hình CN 4.0 tiên tiến như công nghệ điện toán đám mây, robot tiên tiến, in 3D, công nghệ thực tế tăng cường, công nghệ mô hình hóa, Internet kết nối vạn vật, công nghệ thông tin mạng và dữ liệu lớn.

Cấu trúc của bài nghiên cứu gồm: (1) Giới thiệu; (2) Cơ sở lý thuyết; (3) Dữ liệu; (4) Mô hình nghiên cứu; (5) Kết quả nghiên cứu; và (6) Kết luận và hàm ý chính sách.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Khung phân tích Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (Technology - Organization - Environment) cho quyết định áp dụng công nghệ 4.0

Nghiên cứu sử dụng khung phân tích Technology – Organisation - Environment (TOE) của Tornatzky và cộng sự (1990) làm cơ sở lý thuyết để giải thích hành vi áp dụng CN 4.0 tại các doanh nghiệp thuộc vùng Đông Nam Bộ. Theo khung TOE, có ba nhóm yếu tố chính tác động đồng thời đến quyết định áp dụng CN 4.0 của một doanh nghiệp gồm: (1) nhóm yếu tố liên quan công nghệ; (2) nhóm yếu tố liên quan đến tổ chức; và (3) nhóm yếu tố liên quan đến môi trường bên ngoài.

2.1.1. Nhóm yếu tố liên quan đến công nghệ

Roberts và cộng sự (2012) cho rằng trong các loại công nghệ hiện hữu tại doanh nghiệp thì công nghệ thông tin là nền tảng quan trọng để doanh nghiệp có thể áp dụng các loại hình công nghệ số tiên tiến. Theo Wade và Hulland (2004), khi các doanh nghiệp xem công nghệ thông tin là một nguồn lực mang tính chiến lược thì họ sẽ kết hợp các đầu tư liên quan đến công nghệ thông tin với các loại tài sản bổ sung khác nhằm tạo ra năng lực số cho doanh nghiệp. Năng lực số nâng cao năng lực hấp thu của doanh nghiệp thông qua quá trình vừa học vừa làm và giúp doanh nghiệp hiểu và phản ứng nhanh trước những biến đổi của CN 4.0 có liên quan đến doanh nghiệp (Roberts và cộng sự, 2012; Sambamurthy và cộng sự, 2003). Joshi và cộng sự (2010) cho rằng đầu tư công nghệ gắn với hệ thống thông tin sẽ giúp doanh nghiệp hiểu, tổng hợp và sử dụng kiến thức kỹ thuật phức tạp khác.

Nghiên cứu này sử dụng 2 biến đo lường mức độ ứng dụng công nghệ thông tin của doanh nghiệp, gồm biến doanh nghiệp có ứng dụng công nghệ để chia sẻ thông tin trong các bộ phận và biến doanh nghiệp có sử dụng phần mềm công nghệ thông tin trong hệ thống sản xuất hay không. Hai biến liên quan đến nền tảng công nghệ thông tin nhằm đo lường mức độ sẵn sàng áp dụng các loại hình CN 4.0 tiêu biểu. Từ đó, nghiên cứu đưa ra giả thuyết H₁ và H₂ như sau:

- H₁: *Áp dụng công nghệ thông tin chia sẻ thông tin nội bộ tác động đồng biến lên xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.*

- H₂: *Áp dụng công nghệ thông tin trong hoạt động sản xuất tác động đồng biến lên xác suất doanh nghiệp ứng dụng CN 4.0.*

2.1.2. Nhóm yếu tố liên quan đến tổ chức

các yếu tố về nguồn lực của doanh nghiệp có ảnh hưởng đến quyết định áp dụng CN 4.0. Các yếu tố liên quan đến đặc điểm tổ chức giúp doanh nghiệp tạo nên lợi thế cạnh tranh khác biệt, và điều này dẫn đến năng lực hấp thu công nghệ của các doanh nghiệp khác nhau. Theo Cohen và Levinthal (1990), năng lực hấp thu được định nghĩa là khả năng doanh nghiệp nhận ra giá trị của thông tin mới có giá trị bên ngoài tổ chức, sau đó tiến hành quá trình đồng hóa và sau đó áp dụng nó cho tổ chức. Cohen và Levinthal (1990) cho rằng chi phí học các công nghệ mới bị ảnh hưởng bởi mức độ công nghệ mới liên quan đến cơ sở tri thức có sẵn hoặc khả năng hấp thu của doanh nghiệp. Do vậy, khi có năng lực hấp thu cao hơn thì khả năng doanh nghiệp áp dụng các CN 4.0 cao hơn (Agostini & Nosella, 2020).

Nghiên cứu này tập trung phân tích các yếu tố liên quan đến đặc điểm tổ chức có khả năng tạo ra sự khác biệt giữa các doanh nghiệp, dẫn đến sự khác biệt trong khả năng hấp thu và cuối cùng là ảnh hưởng đến quyết định áp dụng các loại hình công nghệ tiên tiến. Các yếu tố bao gồm khả năng nhạy cảm với công nghệ của chủ doanh nghiệp, nguồn nhân lực trong doanh nghiệp và quy mô doanh nghiệp.

Theo Srinivasan và cộng sự (2002), khả năng nhạy cảm với công nghệ là khả năng của một doanh nghiệp có kiến thức và hiểu được sự phát triển công nghệ mới phát triển bên trong hoặc bên ngoài doanh nghiệp của mình. Một doanh nghiệp có khả năng nhạy cảm với thay đổi công nghệ sẽ thường xuyên cập nhật thông tin về cơ hội và mối đe dọa về sự xuất hiện của công nghệ mới (Daft & Weick, 1984). Theo đó, khi nhận thức được lợi ích và tầm quan trọng của CN 4.0 đến hoạt động sản xuất kinh doanh, chủ doanh nghiệp có khả năng phân bổ nguồn tài nguyên cần thiết để nâng cao năng lực

hấp thụ của doanh nghiệp và tác động đến thành viên của tổ chức để thúc đẩy triển khai áp dụng công nghệ mới trong doanh nghiệp của mình (Oliveira và cộng sự, 2014; Srinivasan và cộng sự, 2002).

Trong nghiên cứu này, khả năng nhạy cảm công nghệ của tổ chức được đo bằng nhận thức về tác động ngắn hạn và dài hạn của CN 4.0 đến cạnh tranh, lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp. Khi thấy được tác động ngắn hạn và dài hạn của công nghệ lên cạnh tranh, lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh thì chủ doanh nghiệp sẽ có chiến lược cụ thể để áp dụng CN 4.0; phân bổ nguồn lực hợp lý trong doanh nghiệp nâng cao khả năng hấp thụ để có thể áp dụng CN 4.0 một cách hiệu quả nhất trong doanh nghiệp của mình. Từ đó, nhóm tác giả đưa ra giả thuyết H₃, H₄, H₅ như sau:

- H₃: Nhận thức về ảnh hưởng của CMCN 4.0 lên cạnh tranh tác động tích cực đến xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.

- H₄: Nhận thức về ảnh hưởng của CMCN 4.0 lên lợi nhuận tác động tích cực đến xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.

- H₅: Nhận thức về ảnh hưởng của CMCN 4.0 lên mô hình sản xuất kinh doanh tác động tích cực đến xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.

Nguồn nhân lực là một trong các yếu tố sẵn có của tổ chức có tác động đến quyết định áp dụng CN 4.0 của doanh nghiệp. Các nghiên cứu của Cirillo (2023), Cohen và Levinthal (1990), Zahra và George (2002) đã chỉ ra rằng nguồn nhân lực được đào tạo bài bản, có kiến thức, kỹ năng chuyên môn, kinh nghiệm không những giúp nhận diện những giá trị của công nghệ tiên tiến mà còn giúp doanh nghiệp đáp ứng yêu cầu triển khai công nghệ mới và có khả năng sử dụng hiệu quả CN 4.0 đó vào trong thực tế. Cirillo (2018) cho rằng doanh nghiệp nhận thức được rằng chỉ có thể đạt được lợi ích từ việc áp dụng CN 4.0 khi nguồn nhân lực có thể sử dụng hiệu quả các công nghệ mới. Theo Agolla (2018), để có thể áp dụng CN 4.0 thì nguồn nhân lực cần có giáo dục, kiến thức, kỹ năng và kinh nghiệm, và nguồn vốn nhân lực này được sử dụng để tạo ra giá trị thành công cho tổ chức. Trong nghiên cứu này, vốn nhân lực của doanh nghiệp đo lường khối lượng kiến thức mà người lao động có được thông qua giáo dục chính quy – đây cũng là thước đo được sử dụng trong nghiên cứu của Colombo và cộng sự (2005), Parrotta và cộng sự (2014). Theo đó, doanh nghiệp có tỷ lệ số lao động có trình độ giáo dục cao hơn thì sẽ có khối lượng vốn kiến thức tốt hơn và làm gia tăng xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0. Giả thuyết H₆ của nghiên cứu này được phát biểu như sau:

H₆: Nguồn nhân lực trình độ cao của doanh nghiệp tác động tích cực lên xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.

Quy mô doanh nghiệp là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến quyết định áp dụng công nghệ mới vì các doanh nghiệp lớn hơn có nhiều ưu đãi, nguồn lực, kỹ năng, kinh nghiệm và thậm chí là thái độ chấp nhận rủi ro tích cực hơn để áp dụng công nghệ mới (Sun và cộng sự, 2016). Sun và cộng sự (2016) khẳng định quy mô doanh nghiệp là một trong những nhân tố dự đoán việc áp dụng điện toán đám mây. Nghiên cứu điển giải rằng các công ty lớn hơn sẽ có nguồn lực để trang trải chi phí và rủi ro đầu tư của một công nghệ mới. Ngược lại, các công ty nhỏ hơn thường thiếu các nguồn lực cần thiết để xây dựng kiến thức, triển khai và thử nghiệm công nghệ mới. Tuy nhiên, nghiên cứu cho các công ty có quy mô nhỏ tại Đức nhận thấy quy mô công ty không phải là yếu tố dự báo quan trọng về việc áp dụng CN 4.0 (Arnold và cộng sự, 2018). Nhóm tác giả tiếp tục đưa ra giả thuyết H₇ như sau:

H₇: Quy mô của doanh nghiệp tác động đồng biến lên xác suất áp dụng CN 4.0.

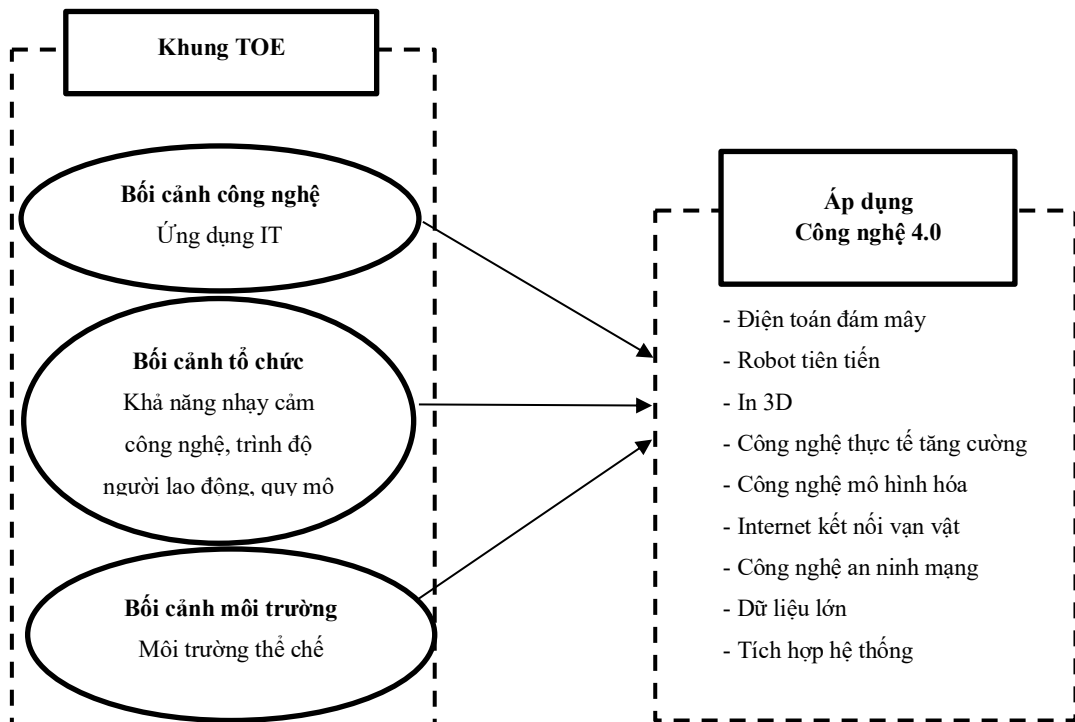
2.1.3. Nhóm yếu tố liên quan đến môi trường bên ngoài

Nhóm nhân tố môi trường liên quan đến yếu tố bên ngoài có thể ảnh hưởng đến việc áp dụng công nghệ của doanh nghiệp. Áp lực cạnh tranh từ các công ty trong ngành có thể thúc đẩy quá trình đổi mới công nghệ của doanh nghiệp. Tương tự, các quy định pháp lý có thể là nhân tố cản trở hay thúc đẩy doanh nghiệp áp dụng công nghệ mới (Pillai và cộng sự, 2022; Arnold và cộng sự, 2018; Lin và cộng sự, 2018; Sun và cộng sự, 2016; Oliveira và cộng sự, 2014). Nghiên cứu sử dụng biến đo lường năng lực cạnh tranh cấp tỉnh làm đại diện cho môi trường kinh tế vĩ mô, cụ thể là môi trường thể chế, để phân tích tác động đến quyết định áp dụng CN 4.0 của doanh nghiệp. Aron (2000) lập luận rằng thể chế tốt khuyến khích các doanh nghiệp sản xuất với quy mô lớn hơn, đầu tư công nghệ tốt hơn và giúp doanh nghiệp có tính cạnh tranh hơn. Cụ thể, theo Fredriksson và Svensson (2003), thể chế xấu tạo cho doanh nghiệp động cơ để hấp thu công nghệ không hiệu quả thay vì hấp thu công nghệ hiện đại cho sản xuất. Giả thuyết H_8 liên quan đến môi trường thể chế được phát biểu như sau:

H₈: Thể chế tốt tác động đồng biến lên xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0.

2.2. Khung phân tích đề xuất

Dựa vào khung phân tích TOE, tác giả đề xuất khung phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc doanh nghiệp quyết định áp dụng CN 4.0 tiêu biểu như điện toán đám mây, robot tiên tiến, in 3D, công nghệ thực tế tăng cường, công nghệ mô hình hóa, Internet kết nối vạn vật, công nghệ an ninh mạng, dữ liệu lớn dựa trên ba nhóm yếu tố là yếu tố liên quan đến công nghệ; nhóm yếu tố liên quan tổ chức doanh nghiệp và nhóm yếu tố liên quan môi trường bên ngoài (Hình 1).



Hình 1. Khung phân tích đề xuất

3. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng 2 bộ dữ liệu thứ cấp là bộ dữ liệu điều tra doanh nghiệp năm 2020 của Tổng cục thống kê (2020) và Bộ dữ liệu điều tra năng lực cạnh tranh cấp tỉnh năm 2020² (Provincial Competitiveness Index – PCI) do Liên đoàn Thương mại và Công nghiệp Việt Nam (VCCI) thực hiện với sự hỗ trợ của Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tại Việt Nam.

4. Mô hình nghiên cứu thực nghiệm

Mô hình hồi quy Logistic được sử dụng để phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định áp dụng CN 4.0 nói chung và từng loại CN 4.0 cụ thể:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 X_{1i} + \widehat{\beta}_2 X_{2i} + \widehat{\beta}_3 X_{3i} + \widehat{\beta}_4 X_{4i} + e_i$$

Trong đó:

p_i : Xác suất doanh nghiệp doanh nghiệp i áp dụng CN 4.0;

$X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, X_{4i}$: Nhóm 4 vector biến độc lập ảnh hưởng đến quyết định doanh nghiệp i áp dụng CN 4.0;

$\widehat{\beta}_0$: Hệ số chặn;

$\widehat{\beta}_1; \widehat{\beta}_2; \widehat{\beta}_3; \widehat{\beta}_4$ là các hệ số ước lượng trong mô hình hồi quy;

e_i : Sai số

Trong mô hình nghiên cứu thực nghiệm, biến phụ thuộc là biến mang giá trị nhị phân. Theo đó, doanh nghiệp áp dụng một trong các loại hình liên quan đến CN 4.0 sẽ nhận giá trị là 1 và doanh nghiệp nhận giá trị là 0 nếu không áp dụng bất kỳ CN 4.0 nào.

Các biến độc lập trong mô hình thực nghiệm được phân thành 4 nhóm biến chính.

(1) *Nhóm 1 (X_{1i})* là nhóm biến bối cảnh công nghệ liên quan đến đặc điểm công nghệ hiện tại của doanh nghiệp, bao gồm hai biến chính là doanh nghiệp sử dụng phần mềm IT trong sản xuất và ứng dụng IT chia sẻ thông tin nội bộ doanh nghiệp. Doanh nghiệp có áp dụng IT trong hệ thống sản xuất, doanh nghiệp có ứng dụng IT để chia sẻ thông tin trong nội bộ doanh nghiệp sẽ mang giá trị 1; ngược lại sẽ nhận giá trị 0.

(2) *Nhóm 2 (X_{2i})* là nhóm biến bối cảnh tổ chức liên quan đến yếu tố thuộc về đặc điểm của doanh nghiệp được đại diện các biến, như: nhận thức của chủ doanh nghiệp về cạnh tranh, lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh, lao động, quy mô của doanh nghiệp.

- Các biến liên quan đến nhận thức của chủ doanh nghiệp về CMCN 4.0 được đại diện bằng 3 biến, tương ứng với 3 loại nhận thức của chủ doanh nghiệp: (1) chủ doanh nghiệp nhận thức CN 4.0 sẽ tác động đến cạnh tranh; (2) chủ DN nhận thức CN 4.0 sẽ tác động đến lợi nhuận; và (3) chủ DN nhận thức CN 4.0 sẽ tác động đến mô hình sản xuất kinh Các biến giả này nhận giá trị là 1 nếu chủ

² Tham khảo thêm tại đường dẫn: <https://pcivietnam.vn/du-lieu-pci>

doanh nghiệp có nhận thức CN 4.0 có tác động lên cạnh tranh, lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh; ngược lại sẽ nhận giá trị 0.

- Nhóm biến liên quan đến nguồn nhân lực được đại diện bằng 3 biến, tương ứng với tổng số lao động của doanh nghiệp khi được phân thành 3 loại lao động: (1) lao động chưa qua đào tạo; (2) lao động có trình độ sơ cấp, trung cấp, cao đẳng; và (3) lao động có trình độ đại học và trên đại học. Trong đó, 3 biến liên quan đến lao động được tính theo logarit tự nhiên.

- Quy mô doanh nghiệp được chia thành 4 loại, gồm: (1) quy mô siêu nhỏ, (2) quy mô nhỏ, (3) quy mô vừa, và (4) quy mô lớn. Quy mô doanh nghiệp được mã hóa thành ba biến giả và biến quy mô siêu nhỏ là biến cơ sở so sánh.

(3) *Nhóm 3 (X_{3i})* là nhóm biến bối cảnh môi trường bên ngoài được đo bằng chỉ số năng lực cạnh tranh cấp tỉnh (PCI). Chỉ số này được đo lường dựa trên 10 chỉ số thành phần với tổng thang điểm là 100. Theo đó, tỉnh thành nào có điểm số PCI càng cao thì chất lượng thể chế càng tốt.

(4) *Nhóm 4 (X_{4i})* là các biến kiểm soát khác đưa vào mô hình bao gồm tổng tài sản của doanh nghiệp, hình thức sở hữu, phân loại ngành.

- Tổng tài sản của doanh nghiệp là biến định lượng, được đo lường bằng tổng tài sản bình quân của doanh nghiệp tính theo logarit tự nhiên.

- Hình thức sở hữu doanh nghiệp được phân loại thành doanh nghiệp nhà nước, doanh nghiệp có vốn nước ngoài, doanh nghiệp 100% vốn nước ngoài, doanh nghiệp liên doanh. Các biến này được mã hóa thành các biến giả và doanh nghiệp tư nhân là biến cơ sở so sánh.

- Phân loại ngành được phân theo hệ thống mã ngành cấp 2 theo hệ thống phân loại ngành tiêu chuẩn của Việt Nam (Vietnam Standard Industrial Classification – VSIC).

5. Kết quả nghiên cứu

5.1. Thống kê mô tả các biến trong mô hình nghiên cứu

Bảng 1 mô tả các biến phụ thuộc được sử dụng trong mô hình nghiên cứu, bao gồm tỷ lệ doanh nghiệp có áp dụng CN 4.0 và các CN 4.0 tiêu biểu. Theo đó, tỷ lệ doanh nghiệp vùng ĐNB có áp dụng CN 4.0 là 24,2%. Các loại hình CN 4.0 mà có tỷ lệ áp dụng cao là Internet kết nối vạn vật, công nghệ an ninh mạng và điện toán đám mây. Trong khi các công nghệ khác như robot tiên tiến, in 3D, công nghệ thực tế tăng cường và công nghệ mô hình hóa thì tỷ lệ doanh nghiệp áp dụng rất khiêm tốn.

Bảng 1.

Thống kê mô tả các biến phụ thuộc

Biến định tính	Tổng quan sát	Tần suất xuất hiện	Tỷ lệ (%)
Doanh nghiệp có áp dụng CN 4.0	2.734	661	24,20
Điện toán đám mây	2.734	254	9,30
Robot tiên tiến	2.734	36	1,30
In 3D	2.734	54	2,00

Biến định tính	Tổng quan sát	Tần suất xuất hiện	Tỷ lệ (%)
Công nghệ thực tế tăng cường	2.734	23	0,80
Công nghệ mô hình hóa	2.734	37	1,40
Internet kết nối vạn vật	2.734	356	13,02
Công nghệ an ninh mạng	2.734	400	14,63
Ứng dụng dữ liệu lớn	2.734	169	6,20
Tích hợp hệ thống	2.734	164	6,00

Nguồn: Tổng cục Thống kê (2020).

Tỷ lệ doanh nghiệp sử dụng phần mềm IT trong sản xuất và tỷ lệ doanh nghiệp ứng dụng IT để chia sẻ thông tin trong nội bộ doanh nghiệp lần lượt là 28% và 36%. Tỷ lệ chủ doanh nghiệp nhận thức rằng CMCN 4.0 ảnh hưởng đến cạnh tranh, lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh lần lượt là 38%, 35% và 29% (Bảng 2).

Bảng 2.

Thống kê các biến độc lập định tính trong mô hình

Biến định tính	Tổng quan sát	Tần suất xuất hiện	Tỷ lệ
Sử dụng phần mềm IT trong sản xuất	2.734	761	28%
Ứng dụng IT chia sẻ thông tin nội bộ doanh nghiệp	2.734	985	36%
Nhận thức của chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến cạnh tranh	2.734	1.052	38%
Nhận thức của chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến lợi nhuận	2.734	969	35%
Nhận thức của chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến mô hình sản xuất kinh doanh	2.734	790	29%
Quy mô doanh nghiệp siêu nhỏ	2.734	1.111	41%
Quy mô doanh nghiệp nhỏ	2.734	1.086	40%
Quy mô doanh nghiệp vừa	2.734	196	7%
Quy mô Doanh nghiệp lớn	2.734	341	12%
Doanh nghiệp 100% vốn nhà nước	2.734	41	1%
Doanh nghiệp có vốn nhà nước	2.734	1.538	56%
Doanh nghiệp tư nhân	2.734	498	18%
Doanh nghiệp nước ngoài	2.734	597	22%
Doanh nghiệp liên doanh	2.734	60	2%

Nguồn: Tổng cục Thống kê (2020).

Đối với các biến định lượng khác, thống kê mô tả trên Bảng 3 cho thấy rằng điểm chỉ số năng lực cạnh tranh cấp tỉnh trung bình trong mẫu là 67,59 điểm trên thang điểm 100. Tổng tài sản bình quân doanh nghiệp trong mẫu là 113.393,2 triệu đồng. Số lao động chưa qua đào tạo trung bình của doanh nghiệp là 41 người; số lao động lao động đạt trình độ sơ cấp/trung cấp/cao cấp trung bình là 27 người và số lao động đạt trình độ đại học và trên đại học là 25 người (Bảng 3).

Bảng 3.

Thống kê mô tả các biến độc lập định lượng trong mô hình

Biến định lượng	Số quan sát	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Tối thiểu	Tối đa
Thể chế	2.734	67,59	2,16	63,89	71,42
Tổng tài sản bình quân của doanh nghiệp (triệu đồng)	2.734	113.393,2	631.325,7	0	2.59E+07
Số lao động chưa qua đào tạo (người)	2.734	41	150	0	2.738
Số lao động trình độ sơ cấp/Trung cấp/cao đẳng (người)	2.734	27	88	0	1.501
Số lao động đạt trình độ đại học và trên đại học (người)	2.734	25	93	0	2.450

Nguồn: Tổng cục Thống kê (2020).

5.2. Kết quả mô hình hồi quy và thảo luận

Bảng 4 trình bày kết quả về mô hình phân tích các yếu tố tác động đến quyết định áp dụng CN 4.0 của các doanh nghiệp vùng ĐNB.

Bảng 4.

Kết quả mô hình phân tích tác động biên của các hệ số hồi quy trong mô hình Logistic

	Tác động biên						
	Mô hình 1 (1)	Mô hình 2 (2)	Mô hình 3 (3)	Mô hình 4 (4)	Mô hình 5 (5)	Mô hình 6 (6)	Mô hình 7 (7)
Biến	CN 4.0	Điện toán đám mây	Internet kết nối vạn vật	An ninh mạng	Dữ liệu lớn	Tích hợp hệ thống	Robot, In 3D, Thực tế tăng cường
<i>Yếu tố liên quan bối cảnh công nghệ của doanh nghiệp</i>							
Ứng dụng IT trong sản xuất	0,175*** (0,015)	0,075*** (0,011)	0,071*** (0,015)	0,144*** (0,014)	0,069*** (0,010)	0,063** (0,010)	0,035*** (0,008)
Ứng dụng IT chia sẻ thông tin nội bộ doanh nghiệp	0,107*** (0,017)	0,063*** (0,012)	0,069*** (0,016)	0,054*** (0,015)	0,054*** (0,011)	0,053** (0,011)	0,071*** (0,013)
<i>Yếu tố liên quan đến bối cảnh tổ chức của doanh nghiệp</i>							
Nhận thức chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến cạnh tranh	0,079*** (0,022)	0,003*** (0,015)	0,075*** (0,019)	0,003* (0,018)	0,029** (0,013)	0,024 (0,013)	0,007 (0,013)
Nhận thức chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến lợi nhuận	−0,011 (0,027)	0,001 (0,016)	−0,019 (0,022)	0,000 (0,020)	0,051 (0,013)	0,020 (0,013)	0,009 (0,014)
Nhận thức chủ doanh nghiệp về tác động CMCN 4.0 đến mô hình sản xuất kinh doanh	−0,023 (0,024)	0,005 (0,015)	−0,024 (0,019)	−0,007 (0,018)	−0,004 (0,012)	−0,006 (0,012)	−0,003 (0,013)
Quy mô nhỏ	−0,011 (0,024)	−0,008 (0,016)	−0,021 (0,021)	0,002 (0,020)	−0,025 (0,014)	0,008 (0,014)	−0,016 (0,014)
Quy mô vừa	−0,013 (0,039)	−0,007 (0,025)	−0,023 (0,033)	0,030 (0,030)	−0,024 (0,021)	0,012 (0,020)	−0,038* (0,021)
Quy mô lớn	−0,010 (0,040)	0,012 (0,025)	−0,025 (0,035)	0,033 (0,031)	−0,009 (0,021)	0,030 (0,021)	−0,038 (0,021)

Biến	Tác động biên						
	Mô hình 1	Mô hình 2	Mô hình 3	Mô hình 4	Mô hình 5	Mô hình 6	Mô hình 7
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CN 4.0	Điện toán đám mây	Internet kết nối vạn vật	An ninh mạng	Dữ liệu lớn	Tích hợp hệ thống	Robot, In 3D, Thực tế tăng cường
ln (số lao động chưa đào tạo)	−0,001 (0,005)	−0,004 (0,003)	0,004 (0,004)	0,001 (0,004)	−0,003 (0,002)	−0,006* (0,002)	0,004* (0,002)
ln (số lao động có trình độ sơ cấp/trung cấp/cao đẳng)	−0,009 (0,007)	−0,006 (0,003)	−0,004 (0,005)	−0,0063 (0,005)	−0,001 (0,003)	−0,001 (0,003)	−0,001 (0,0030)
ln (số lao động có trình độ Đại học và trên đại học)	0,022*** (0,007)	0,018*** (0,005)	0,015* (0,006)	0,008 (0,006)	0,010** (0,004)	0,010* (0,004)	0,003 (0,004)
<i>Yếu tố liên quan đến môi trường bên ngoài</i>							
Thẻ chế (PCI)	0,012*** (0,003)	0,012*** (0,002)	0,004* (0,002)	0,001 (0,002)	−0,001 (0,001)	0,003 (0,001)	0,002 (0,001)
<i>Các biến kiểm soát khác trong mô hình</i>							
ln(Tổng tài sản bình quân)	0,008 (0,005)	−0,000 (0,003)	−0,004 (0,004)	0,009** (0,004)	0,003 (0,003)	0,001 (0,003)	0,006 (0,003)
Doanh nghiệp nhà nước	0,071 (0,062)	0,004 (0,049)	−0,028 (0,059)	0,067 (0,043)	0,007 (0,047)	0,007 (0,027)	0,012 (0,026)
Doanh nghiệp có vốn nước ngoài	0,014 (0,021)	0,019 (0,015)	−0,001 (0,018)	0,012 (0,018)	−0,007 (0,012)	−0,016 (0,012)	0,003 (0,012)
Doanh nghiệp nước ngoài	0,090*** (0,024)	0,045*** (0,017)	0,0281 (0,021)	0,068*** (0,020)	0,022* (0,013)	0,011 (0,012)	0,007 (0,012)
Doanh nghiệp liên doanh	0,036 (0,044)	0,069*** (0,027)	0,005 (0,042)	0,060* (0,035)	0,017 (0,023)	0,012 (0,023)	−0,031 (0,031)

	Tác động biến						
	Mô hình 1 (1)	Mô hình 2 (2)	Mô hình 3 (3)	Mô hình 4 (4)	Mô hình 5 (5)	Mô hình 6 (6)	Mô hình 7 (7)
Biến	CN 4.0	Điện toán đám mây	Internet kết nối vạn vật	An ninh mạng	Dữ liệu lớn	Tích hợp hệ thống	Robot, In 3D, Thực tế tăng cường
Kiểm định phương sai thay đổi							
<i>Hệ số VIF trung bình</i>	2,05						
Kiểm định Goodness-of-fit	$\chi^2(2694)$	$\chi^2(2694)$	$\chi^2(2680)$	$\chi^2(2694)$	$\chi^2(2639)$	$\chi^2(2666)$	$\chi^2(2450)$
<i>Kiểm định Hosmer & Lemeshow</i>	= 2647,29	= 2638,61	= 2634,66	= 2567,44	= 2361,53	= 2546,69	= 2439,50
(p-value>0,05: mô hình phù hợp tốt với dữ liệu)	p-value = 0,736	p-value = 0,774	p-value = 0,730	p-value = 0,95	p-value = 0,99	p-value = 0,95	p-value = 0,555
Kiểm định sự phân loại chính xác mô hình							
<i>Tỷ lệ dự đoán chính xác mô hình</i>	78,75%	90,84%	86,92%	85,75%	93,9%	93,89%	95,64%

Ghi chú: Tổng số quan sát 2.734 quan sát. Mô hình đã có đưa các biến kiểm soát liên quan đến ngành.

*, **, ***, lần lượt tương ứng với các mức ý nghĩa thống kê 10%, 5% và 1%.

Tùy chọn *robust* đã được thêm vào mô hình để khắc phục hiện tượng phương sai thay đổi

Đối với nhóm biến liên quan bối cảnh về công nghệ của doanh nghiệp, kết quả mô hình 1 cho thấy tại các giá trị trung bình của biến giải thích, nếu doanh nghiệp có ứng dụng IT trong hoạt động sản xuất thì xác suất doanh nghiệp ứng dụng CN 4.0 cao hơn 17,5 điểm phần trăm so với doanh nghiệp không ứng dụng IT trong sản xuất. Tương tự, nếu doanh nghiệp ứng dụng IT để chia sẻ thông tin trong nội bộ thì xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0 cao hơn 10,7 điểm phần trăm so với doanh nghiệp không ứng dụng IT chia sẻ thông tin trong nội bộ. Đối với từng loại hình công nghệ cụ thể, kết quả từ mô hình 2 đến mô hình 7 cho thấy nền tảng IT đóng vai trò quan trọng thúc đẩy doanh nghiệp ứng dụng các loại hình công nghệ như điện toán đám mây, Internet kết nối vạn vật, an ninh mạng, dữ liệu lớn, tích hợp hệ thống, robot, in 3D, thực tế tăng cường và mô hình hóa. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả từ các nghiên cứu của Liu và cộng sự (2018), Roberts và cộng sự (2012), Sambamurthy và cộng sự (2003), Joshi và cộng sự (2010), cho rằng nền tảng công nghệ thông tin đóng vai trò then chốt trong quyết định áp dụng CN 4.0 bởi nền tảng công nghệ thông tin giúp doanh nghiệp xây dựng năng lực số cho bản thân và năng lực số sẽ nâng cao năng lực hấp thụ của doanh nghiệp thông qua quá trình vừa học vừa làm, giúp doanh nghiệp hiểu và phản ứng nhanh trước những thay đổi công nghệ mới và làm tăng xác suất doanh nghiệp áp dụng công nghệ tiên tiến.

Đối với nhóm biến liên quan đến bối cảnh tổ chức của doanh nghiệp, kết quả nghiên cứu cho thấy nhận thức của chủ doanh nghiệp về tác động của CMCN 4.0 đến cạnh tranh có ảnh hưởng tích cực lên quyết định áp dụng CN 4.0. Nếu chủ doanh nghiệp cho rằng CMCN 4.0 có tác động đến mức độ cạnh tranh của doanh nghiệp trong hiện tại thì xác suất doanh nghiệp vùng ĐNB áp dụng CN 4.0 tăng 7,9 điểm phần trăm so với chủ doanh nghiệp cho rằng CMCN 4.0 không tác động đến cạnh tranh của doanh nghiệp trong hiện tại. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu lại cho thấy rằng nhận thức của chủ doanh nghiệp về tác động của CMCN 4.0 lên lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh không tác động lên xác suất doanh nghiệp quyết định áp dụng CN 4.0. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả từ nghiên cứu của Oliveira và cộng sự (2014), Srinivasan và cộng sự (2002). Các nghiên cứu này cho rằng khả năng nhạy cảm công nghệ của tổ chức, đặc biệt là nhận thức tác động của công nghệ đối với cạnh tranh đóng vai trò quan trọng trong quyết định áp dụng CN 4.0. Nếu doanh nghiệp nhận thấy CN 4.0 tác động lên cạnh tranh thì họ sẽ có xu hướng áp dụng CN 4.0 vì cạnh tranh ảnh hưởng trực tiếp đến quyết định gia nhập hay rời ngành của doanh nghiệp.

Tại Việt Nam, các doanh nghiệp chưa nhận thức được tầm ảnh hưởng dài hạn của CN 4.0. Đối với doanh nghiệp Việt Nam, nhận thức của chủ doanh nghiệp lên lợi nhuận và mô hình sản xuất kinh doanh không ảnh hưởng đến quyết định áp dụng CN 4.0. Nguyên nhân có thể là doanh nghiệp chưa nhận thức hết tầm quan trọng của CN 4.0 trong dài hạn ảnh hưởng đến lợi nhuận và mô hình doanh nghiệp nên chưa xây dựng được chiến lược áp dụng CN 4.0. Điều này cũng thấy rõ trong số liệu thống kê doanh nghiệp (2020) cho thấy tỷ lệ doanh nghiệp ở Việt Nam đang thực hiện chiến lược liên quan đến CN 4.0 chỉ có 4,28% trong khi có tới 34,86% doanh nghiệp vùng ĐNB chưa hiểu về CMCN 4.0 và có 52,45% doanh nghiệp đã hiểu về CMCN 4.0 nhưng chưa có ý tưởng về chiến lược cho CMCN 4.0.

Đối với yếu tố liên quan đến trình độ nguồn nhân lực, số lượng lao động không có trình độ và trình độ sơ trung cấp không có tác động có ý nghĩa về mặt thống kê lên quyết định áp dụng CN 4.0. Tuy nhiên, doanh nghiệp có tỷ lệ lao động trình độ cao có ảnh hưởng tích cực lên quyết định áp dụng CN 4.0 của doanh nghiệp. Cirillo (2023), Agolla (2018), Cohen và Levinthal (1990), Zahra và George (2002) cũng cho thấy kết quả tương tự. Chất lượng nguồn nhân lực đóng vai trò quan trọng đối với quyết định áp dụng CN 4.0 và đòi hỏi nguồn nhân lực phải trình độ nhất định để nhận ra lợi ích của

công nghệ và sử dụng CN 4.0 một cách có hiệu quả. Trong khi đó, theo Tổng cục Thống kê (2020) thì có đến 39,5% doanh nghiệp cho rằng lý do chính mà doanh nghiệp vùng ĐNB không áp dụng CN 4.0 là do hạn chế về mặt năng lực.

Bên cạnh đó, kết quả hồi quy cũng chỉ ra rằng quy mô doanh nghiệp không tác động lên quyết định áp dụng CN 4.0 nói chung và từng loại hình CN 4.0 cụ thể nói riêng ở mức ý nghĩa thống kê 5%. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Arnold và cộng sự (2018) khi cho rằng quy mô của công ty không phải là yếu tố quan trọng quyết định đến việc áp dụng công nghệ. Lý do khiến cho quy mô doanh nghiệp không có ảnh hưởng lên quyết định áp dụng CN 4.0 bắt nguồn từ việc đa số doanh nghiệp chưa có chiến lược cụ thể liên quan đến CN 4.0.

Đối với nhóm yếu tố bên ngoài, biến thể chế có tác động tích cực lên việc doanh nghiệp áp dụng CN 4.0. Cụ thể trong mô hình 1, biến số PCI tăng thêm 1 điểm thì xác suất doanh nghiệp áp dụng CN 4.0 tăng lên 1,2 điểm phần trăm. Đối với từng loại hình công nghệ cụ thể, khi PCI tăng thêm 1 điểm làm xác suất doanh nghiệp áp dụng công nghệ điện toán đám mây tăng và Internet kết nối vạn vật tăng lần lượt là 1,24 điểm phần trăm (Mô hình 2) và 0,045 điểm phần trăm (Mô hình 3). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả của Aron (2000) và Fredriksson và Svensson (2003) khi khẳng định một lần nữa về vai trò của thể chế ảnh hưởng đến quyết định áp dụng CN 4.0 của doanh nghiệp. Thể chế tốt sẽ khuyến khích doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ và chuyển giao công nghệ.

6. Kết luận và hàm ý chính sách

Kết quả phân tích mô hình hồi quy Logistic cho thấy các yếu tố tác động đến quyết định áp dụng CN 4.0 của các doanh nghiệp vùng ĐNB gồm: thể chế, năng lực ứng dụng công nghệ thông tin, trình độ lao động. Nghiên cứu này đề xuất các hàm ý chính sách liên quan đến hai đối tượng chính: (1) Chính phủ, chính quyền các tỉnh thuộc vùng Đông Nam Bộ; và (2) các doanh nghiệp vùng Đông Nam Bộ.

Chính sách mà Chính phủ và chính quyền các tỉnh vùng ĐNB nên tập trung để nâng cao tỷ lệ doanh nghiệp áp dụng CN 4.0 gồm: (1) Tạo môi trường kinh doanh thông thoáng cho doanh nghiệp kinh doanh, đầu tư vào máy móc, khoa học kỹ thuật; chính sách phát triển và nâng cấp hạ tầng về công nghệ thông tin; và (2) chính sách sách đầu tư vào nguồn chất lượng nhân lực tại địa phương và chính sách tuyên truyền, nâng cao nhận thức về vai trò của cuộc CMCN 4.0 cho doanh nghiệp. Đối với chủ doanh nghiệp ở vùng ĐNB thì nên đầu tư vào nguồn nhân lực và công nghệ thông tin để nâng cao tỷ lệ việc áp dụng CN 4.0.

Lời cảm ơn

Bài viết là sản phẩm của đề tài KHCN cấp Bộ được Bộ Giáo dục và Đào tạo tài trợ "Tác động của công nghệ 4.0 lên hiệu quả hoạt động doanh nghiệp – Nghiên cứu thực nghiệm các doanh nghiệp Việt Nam” - Mã số B2023-KSA-04.

Tài liệu tham khảo

- Adolph, S., Tisch, M., & Metternich, J. (2014). Challenges and approaches to competency development for future production. *Educational Alternatives*, 12(1), 1001–1010.
- Agolla, J. E. (2018). Human capital in the smart manufacturing and industry 4.0 revolution. *Digital Transformation in Smart Manufacturing*, 41–58. doi: 10.5772/intechopen.73575
- Agostini, L., & Nosella, A. (2020). The adoption of Industry 4.0 technologies in SMEs: results of an international study. *Management Decision*, 58(4), 625–643.
- Arnold, C., Veile, J. W., & Voigt, K. I. (2018). What drives industry 4.0 adoption? An examination of technological, organizational, and environmental determinants. Towards Sustainable Technologies and Innovation - Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Association for Management of Technology, IAMOT 2018.
- Aron, J. (2000). Growth and institutions: A review of the evidence. *The World Bank Research Observer*, 15(1), 99–135.
- Cirillo, V., Fanti, L., Mina, A., & Ricci, A. (2023). The adoption of digital technologies: Investment, skills, work organisation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 66, 89–105.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1) 128–152.
- Colombo, M. G., & Grilli, L. (2005). Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view. *Research Policy*, 34(6), 795–816.
- Daft, R. L., & Weick, K. E. (1984). Toward a Model of Organizations as Interpretation Systems. *Academy of Management Review*, 9(2), 284–95.
- Deloitte Insights. (2018). The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready. *Deloitte Development LLC*. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4-0_Are-you-ready_Report.pdf
- Fredriksson, P. G., & Svensson, J. (2003). Political instability, corruption and policy formation: The case of environmental policy. *Journal of Public Economics*, 87(7), 1383–1405.
- Geissbauer, R., Lübken, E., Schrauf, S., & Pillsbury, S. (2018). Digital Champions: How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solutions. In PwC Strategy& Germany. Retrieved from <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/industry4-0/global-digital-operations-study-digital-champions.pdf>
- Horváth, D., & Szabó, R. Z. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?. *Technological forecasting and social change*, 146, 119–132.
- Joshi, K. D., Chi, L., Datta, A., & Han, S. (2010). Changing the competitive landscape: Continuous innovation through IT-enabled knowledge capabilities. *Information Systems Research*, 21(3), 472–495.

- Khin, S., & Kee, D. M. H. (2022). Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 448–467.
- Lin, D., Lee, C. K. M., Lau, H., & Yang, Y. (2018). Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. *Industrial Management and Data Systems*, 118(3), 589–605. doi: 10.1108/IMDS-09-2017-0403
- Liu, Y. J., Armstrong, D. J., & Riemenschneider, C. (2018). The relationship between information systems (IS) assets, organizational capabilities, and IS-enabled absorptive capacity in US state information technology departments. *Communications of the Association for Information Systems*, 42(1), 125–146.
- Mohamed, M. (2018). Challenges and Benefits of Industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256–265.
- Oliveira, T., Thomas, M., & Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information and Management*, 51(5), 497–510. doi: 10.1016/j.im.2014.03.006.
- Parrotta, P., Pozzoli, D., & Pytlikova, M. (2014). The nexus between labor diversity and firm's innovation. *Journal of Population Economics*, 27(2), 303–364.
- Pillai, R., Sivathanu, B., Mariani, M., Rana, N. P., Yang, B., & Dwivedi, Y. K. (2022). Adoption of AI-empowered industrial robots in auto component manufacturing companies. *Production Planning and Control*, 33(16), 1517–1533. doi:10.1080/09537287.2021.1882689
- Reddy, S., Reinartz, W. (2017). Digital transformation and value creation: Sea change ahead. *GfK Marketing Intelligence Review*, 9(1), 10–17. Retrieved from https://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research/5902/
- Roberts, N., Galluch, P. S., Dinger, M., & Grover, V. (2012). Absorptive capacity and information systems research: Review, synthesis, and directions for future research. *MIS Quarterly*, 36(2), 625–648.
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms. *MIS Quarterly*, 27(2), 237–263.
- Saucedo-Martínez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T.E., Vasant, P. (2017). Industry 4.0 framework for management and operations: A review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 1–13. doi: 10.1007/s12652-017- 0533-1
- Srinivasan, R., Lilien, G. L., & Rangaswamy, A. (2002). Technological opportunism and radical technology adoption: An application to e-business. *Journal of Marketing*, 66(3), 47–60.
- Sun, S., Cegielski, C. G., Jia, L., & Hall, D. J. (2016). Understanding the Factors Affecting the Organizational Adoption of Big Data. *Journal of Computer Information Systems*, 58(3), 193–203. doi:10.1080/08874417.2016.1222891
- Tổng cục thống kê. (2020). *Số liệu điều tra Doanh nghiệp năm 2020*. Truy cập từ <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.gso.gov.vn%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F09%2FPhieu-Dieu-tra-doanh-nghiep-2020.xls&wdOrigin=BROWSELINK>

- Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. K. (1990). *Processes of Technological Innovation*. Lexington books.
- Wade, M., & Hulland, J. (2004). The resource-based view and information systems research: Review, extension, and suggestions for future research. *MIS Quarterly*, 28(1), 107–142.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185–203. doi: 10.5465/amr.2002.6587995