PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG BẢO TRÌ CHẨN ĐOÁN THIẾT BỊ MÁY MÓC CHO KỸ SƯ

Ngô Thị Hoa
Giảng viên, Khoa Kỹ thuật Cơ – Điện và Máy tính, Trường Đại học Văn Lang
69/68 Đặng Thùy Trâm, Phường Bình Lợi Trung, TP. Hồ Chí Minh
Email tác giả liên hệ: hoa.ngo@vlu.edu.vn

Tóm tắt: *Nhiều doanh nghiệp sản xuất đã lắp hệ thống giám sát tình trạng thiết bị và bắt đầu dùng trí tuệ nhân tạo để chẩn đoán hư hỏng, nhưng phần lớn hệ thống ấy mới được khai thác ở mức xem biểu đồ và đặt ngưỡng cảnh báo. Vướng mắc nằm ở con người. Kỹ sư bảo trì hiểu máy nhưng chưa quen làm việc với dữ liệu, còn nhân sự về dữ liệu thì không nắm được cơ chế hư hỏng, và hai bên ít khi ngồi lại với nhau. Bài báo đề xuất một khung năng lực dành cho kỹ sư đang làm việc, đặt trên ba tầng: hiểu máy và tín hiệu, làm việc được với dữ liệu và mô hình, và phán đoán rồi chịu trách nhiệm về quyết định bảo trì. Chín thành tố của khung được mô tả bằng chỉ báo quan sát được, kèm ba mức độ đạt để mỗi người tự xác định vị trí của mình và để doanh nghiệp nhìn ra chỗ thiếu hụt của cả nhóm. Phần sau của bài trình bày một lộ trình bồi dưỡng bốn bước, tổ chức ngay tại nơi làm việc và gắn với thiết bị mà học viên đang phụ trách, cùng những điều kiện cần có về dữ liệu, thời gian và người kèm cặp. Bài cũng bàn về hai kiểu lệch năng lực thường gặp và về rào cản tâm lý của người đã có nghề khi phải học lại từ đầu một mảng chuyên môn mới. Đây là nghiên cứu lí luận, chưa có thực nghiệm.*

Từ khóa: *Khung năng lực, Bảo trì chẩn đoán, Trí tuệ nhân tạo, Bồi dưỡng kỹ sư, Học tập tại nơi làm việc, Người học trưởng thành.*

DEVELOPING ENGINEERS' COMPETENCE IN APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO MACHINERY DIAGNOSTIC MAINTENANCE

Abstract: *Many manufacturing companies have installed condition monitoring systems and started using artificial intelligence for fault diagnosis, yet most of these systems are still used only to display charts and set alarm thresholds. The obstacle lies with people. Maintenance engineers understand machines but are unfamiliar with data work, while data specialists do not grasp failure mechanisms, and the two groups rarely sit down together. This paper proposes a competence framework for practising engineers, built on three layers: understanding machines and signals, working with data and models, and judging and taking responsibility for maintenance decisions. The framework's nine components are described through observable indicators, together with three levels of attainment that allow individuals to locate themselves and companies to see where the team falls short. The paper then sets out a four-step training pathway organised at the workplace and anchored in the equipment the learners themselves look after, along with the conditions it requires in terms of data, time and mentoring. It also discusses two common competence imbalances and the psychological barrier facing experienced practitioners who must start over in a new professional domain. This is a theoretical study; no experiment has been carried out.*

Keywords: *Competence framework, Diagnostic maintenance, Artificial intelligence, Engineer training, Workplace learning, Adult learners.*

Nhận bài: 25/06/2026 *Phản biện: 25/07/2026* *Duyệt đăng: 28/07/2026*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong nhà máy, các thiết bị quay như động cơ, bơm, quạt, máy nén và hộp giảm tốc thường là nơi phát sinh hư hỏng. Vì vậy, bảo trì đang chuyển từ định kỳ sang theo dõi tình trạng, trong đó rung động là tín hiệu phổ biến. Bảo trì chẩn đoán bao gồm theo dõi, phát hiện hư hỏng và quyết định xử lý.

Ứng dụng AI và mạng nơ-ron tích chập giúp tự động học đặc trưng và đạt độ chính xác cao, nhưng khi triển khai thực tế vẫn gặp khó khăn do dữ liệu ít, nhãn thưa, điều kiện vận hành thay đổi và mất cân bằng giữa mẫu lỗi – mẫu bình thường. Theo Lei và cộng sự, thách thức hiện nay chủ yếu nằm ở dữ liệu thực tế hơn là thuật toán. Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng AI đến năm 2030 cũng nhấn mạnh nhu cầu nhân lực có khả năng ứng dụng AI vào sản xuất.

Trong khi phần cứng ngày càng dễ tiếp cận, doanh nghiệp còn thiếu nhân lực kết hợp kiến thức cơ khí – bảo trì với năng lực dữ liệu và AI. Kỹ sư bảo trì giàu kinh nghiệm nhưng hạn chế về dữ liệu, trong khi nhân sự CNTT mạnh về công nghệ nhưng thiếu hiểu biết về thiết bị, khiến hệ thống giám sát chưa phát huy hiệu quả.

Bên cạnh đó, đào tạo kỹ sư đang làm việc cần gắn với công việc thực tế, đồng thời chú ý đến tâm lý học tập, sự tự tin khi tiếp cận công nghệ mới và khả năng kiểm chứng kết quả AI.

Vì vậy, bài viết tập trung vào hai câu hỏi: (1) Năng lực ứng dụng AI trong bảo trì chẩn đoán gồm

những thành tố nào? (2) Có thể phát triển năng lực này tại doanh nghiệp theo lộ trình nào? Đối tượng là kỹ sư bảo trì, cơ khí, cơ điện tử và người chuẩn bị làm việc trong lĩnh vực này. Nghiên cứu dựa trên tổng hợp tài liệu và kinh nghiệm ứng dụng học sâu trong chẩn đoán máy quay, chưa thực hiện khảo sát diện rộng hoặc thực nghiệm.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lí luận

2.1.1. Năng lực nghề nghiệp và đặc điểm học tập của kỹ sư đang làm việc

Năng lực là những khả năng và kỹ năng nhận thức mà cá nhân sẵn có hoặc học được để giải quyết một vấn đề nhất định, cùng với sự sẵn sàng về động cơ, ý chí và quan hệ xã hội để vận dụng chúng thành công và có trách nhiệm trong những tình huống biến đổi. Định nghĩa này gợi ra hai điều cho việc bồi dưỡng. Năng lực gắn với tình huống nghề nghiệp cụ thể chứ không phải một danh mục kiến thức, nên nó chỉ lộ ra khi người kỹ sư phải xử lí một vấn đề thật của nhà máy. Và phần động cơ với trách nhiệm đã nằm sẵn trong định nghĩa, tức là thái độ nghề nghiệp không phải thứ dạy thêm cho đủ mà là một cấu phần của năng lực.

Người trưởng thành lại học theo cách riêng của họ. Họ cần biết vì sao phải học một nội dung trước khi bắt tay vào, muốn tự định hướng việc học của mình, mang theo vốn kinh nghiệm vốn là nguồn lực chứ không phải trở ngại, và học để giải quyết vấn đề chứ không phải để hoàn thành một môn học. Bốn đặc điểm này chi phối trực tiếp cách chúng tôi thiết kế lộ trình ở mục 2.4, cụ thể là phải khởi đầu từ thiết bị và dữ liệu mà chính họ đang phụ trách.

Ở kỹ sư bảo trì, phần trải nghiệm cụ thể có sẵn hằng ngày. Cái thiếu thường là hai khâu giữa: dừng lại để xem xét dữ liệu đã ghi nhận và rút ra quy luật, thay vì xử lí xong sự cố rồi chuyển ngay sang việc khác. Sổ tay bảo trì ở nhiều nơi ghi rất đầy đủ ngày giờ và thao tác đã làm, nhưng hiếm khi ghi vì sao lúc đó lại kết luận như vậy.

Còn một yếu tố nữa dễ bị bỏ qua khi bồi dưỡng người đã có nghề là niềm tin của cá nhân vào khả năng của chính mình quyết định mức nỗ lực và độ kiên trì khi gặp khó, và niềm tin ấy mang tính đặc thù theo từng lĩnh vực. Một kỹ sư rất tự tin lúc tháo lắp hộp giảm tốc vẫn có thể đánh giá rất thấp khả năng của mình trong việc viết một đoạn code xử lí tín hiệu. Nếu buổi bồi dưỡng đầu tiên mở màn bằng thuật toán và công thức, khá nhiều người sẽ rút lui ngay từ đó. Hợp lí hơn là bắt đầu từ chỗ họ mạnh, tức là từ chính chiếc máy và những hư hỏng họ đã gặp.

2.1.2. Bảo trì chẩn đoán máy quay và vai trò của trí tuệ nhân tạo

Chẩn đoán dựa trên rung động thường được mô tả qua bốn bước: thu thập tín hiệu, tiền xử lí và trích đặc trưng, nhận dạng tình trạng, rồi ra quyết định bảo trì. Học sâu tác động mạnh nhất vào bước thứ hai và thứ ba, thậm chí xóa nhòa ranh giới giữa chúng, vì mạng tích chập tự hình thành đặc trưng trong lúc huấn luyện. Hai bước còn lại vẫn thuộc về con người. Chất lượng của cả chuỗi phụ thuộc vào chuyện gắn cảm biến ở đâu, lấy mẫu với tần số nào, đo lúc máy chạy tải ra sao; còn sản phẩm cuối cùng không phải một nhãn phân loại mà là một quyết định có chi phí và có rủi ro.

Có một chi tiết đáng để bất kỳ ai làm nghề này lưu tâm. Smith và Randall khảo sát lại bộ dữ liệu ổ lăn của Đại học Case Western Reserve, bộ được dùng nhiều nhất trong lĩnh vực, và chỉ ra rằng một phần đáng kể các trường hợp trong đó dễ tới mức gần như phương pháp nào cũng đạt độ chính xác xấp xỉ tuyệt đối. Nhận xét này giải thích vì sao một mô hình chạy tốt trên dữ liệu mẫu vẫn có thể gây thất vọng khi đưa vào nhà máy, và vì sao không thể bỏ qua bước kiểm chứng trên dữ liệu của chính doanh nghiệp.

2.2. Khung năng lực ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong bảo trì chẩn đoán

Bảng 1. Khung năng lực ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong bảo trì chẩn đoán thiết bị máy móc

Tầng năng lực	Thành tố	Chỉ báo cốt lõi
Tầng 1. Hiểu máy và tín hiệu	1.1. Hiểu cơ chế hư hỏng	Nhận diện và giải thích các dạng hư hỏng điển hình của máy quay như mất cân bằng, lệch trục, cong trục, tróc rỗ ổ lăn, mòn và gãy răng bánh răng, lỏng liên kết; nêu được dấu hiệu đặc trưng của từng dạng.
	1.2. Thu thập tín hiệu	Chọn loại cảm biến và vị trí gắn phù hợp, xác định tần số lấy mẫu và thời lượng đo, kiểm soát nhiễu và hiện tượng chồng phổ, ghi lại đầy đủ điều kiện tải và tốc độ khi đo.

	1.3. Phân tích tín hiệu	Tính và diễn giải các chỉ số miền thời gian, đọc phổ Fourier và phổ bao, xác định tần số đặc trưng của ổ lăn và bánh răng, dùng biểu diễn thời gian – tần số cho tín hiệu không dừng.
Tầng 2. Làm việc với dữ liệu và mô hình	2.1. Tổ chức tập dữ liệu	Gán nhãn nhất quán theo hồ sơ bảo trì, xử lí mất cân bằng lớp, chia tập huấn luyện và kiểm tra theo điều kiện vận hành để tránh rò rỉ thông tin, chuẩn hóa và cắt đoạn tín hiệu hợp lí.
	2.2. Xây dựng và huấn luyện mô hình	Chọn dạng biểu diễn đầu vào là chuỗi một chiều hay ảnh phổ hai chiều, thiết lập kiến trúc mạng tích chập, điều chỉnh siêu tham số, vận dụng học chuyển giao khi dữ liệu có nhãn hạn chế.
	2.3. Đánh giá và kiểm chứng mô hình	Dùng ma trận nhầm lẫn cùng các chỉ số theo từng lớp hư hỏng, cân nhắc chi phí bất đối xứng giữa cảnh báo nhầm và bỏ sót, kiểm tra khả năng khái quát khi thay đổi tải và tốc độ.
Tầng 3. Phán đoán và trách nhiệm nghề nghiệp	3.1. Diễn giải và kiểm chứng chéo	Đối chiếu kết luận của mô hình với bằng chứng vật lí trong phổ tín hiệu và với lịch sử vận hành của thiết bị, phát hiện những trường hợp mô hình cho kết quả không hợp lí.
	3.2. Ra quyết định bảo trì	Đề xuất phương án dừng máy, giảm tải, tăng cường theo dõi hoặc lên kế hoạch thay thế, có lập luận về mức rủi ro, chi phí dừng máy và thời gian còn lại của chi tiết.
	3.3. Trao đổi và chịu trách nhiệm	Viết báo cáo chẩn đoán nêu rõ căn cứ, mức tin cậy và giới hạn của kết luận; trao đổi được với bộ phận vận hành và quản lí; lưu vết dữ liệu, mô hình và quyết định đã đưa ra.

Tầng 1 là hiểu biết về máy và về tín hiệu. Nó trả lời câu hỏi thiết bị hỏng theo cơ chế nào và dấu hiệu của cơ chế ấy nằm ở đâu trong tín hiệu đo được. Với phần lớn kỹ sư bảo trì, đây là tầng họ đã có sẵn một phần đáng kể qua nghề, và cũng là điểm tựa nên dùng khi bắt đầu bồi dưỡng.

Tầng hai là làm việc với dữ liệu và mô hình, gồm tổ chức tập dữ liệu, xây dựng rồi huấn luyện mô hình, và đánh giá nó bằng những chỉ số hợp với bài toán bảo trì. Riêng chuyện đánh giá cần nói kỹ, vì độ chính xác tổng thể là con số dễ đánh lừa nhất trong lĩnh vực này. Dữ liệu vận hành bao giờ cũng có phần lớn mẫu ở trạng thái bình thường, nên một mô hình đoán bừa là bình thường vẫn ra tỉ lệ đúng rất cao. Trong khi đó, bỏ sót một hư hỏng đang lớn dần và báo nhầm một lần đâu có cùng cái giá.

Tầng 3 là phán đoán nghề nghiệp và trách nhiệm. Người kỹ sư phải soi kết luận của mô hình vào bằng chứng vật lí, quyết định khi chưa chắc chắn, rồi trình bày và chịu trách nhiệm về quyết định đó. Rudin lập luận rằng với những quyết định hậu quả lớn thì việc giải thích một mô hình hộp đen bằng các phương pháp xấp xỉ là chưa đủ tin cậy, tốt hơn nên dùng mô hình vốn đã diễn giải được, hoặc phải có cách kiểm chứng độc lập. Trong chẩn đoán rung động thì cách kiểm chứng ấy sẵn có và rất tự nhiên. Mô hình bảo ổ lăn hỏng vòng ngoài thì phổ bao của tín hiệu phải có thành phần tại tần số đặc trưng tương ứng cùng các hài của nó; không thấy thì phải xem lại. Giữ được thói quen soi chéo này chính là cách phòng ngừa trực tiếp tình trạng lệ thuộc vào máy đã nói ở phần trên.

2.3. Ba mức độ đạt được

Muốn khung này dùng được để đánh giá thì mỗi thành tố phải mô tả theo mức. Bảng 2 đưa ra ba mức, gọi tên theo tính chất công việc mà người kỹ sư đảm đương được thay vì theo mức thuần thục chung chung. Cách phân mức như vậy phục vụ hai việc. Từng người tự xác định được vị trí của mình trên mỗi thành tố và thấy rõ bước kế tiếp cần đi, điều rất quan trọng với người trưởng thành vốn muốn tự định hướng. Còn doanh nghiệp thì nhìn ra năng lực của cả nhóm đang dồn ở đâu và hụt ở đâu, thay vì nhận xét chung chung là đội ngũ còn yếu về công nghệ.

Bảng 2. Mô tả ba mức độ đạt được của khung năng lực

Mức độ	Tầng 1	Tầng 2	Tầng 3
Mức 1. Làm theo quy trình có sẵn	Nêu được các dạng hư hỏng thường gặp và đọc được phổ đã có người xử lí sẵn	Dùng được công cụ có sẵn để chạy lại quy trình phân tích theo hướng dẫn	Trình bày lại kết quả của hệ thống dưới dạng nhận xét mô tả
Mức 2. Tự chủ trên cụm thiết bị phụ trách	Tự bố trí phép đo trên thiết bị mình phụ trách và giải thích được phổ thu được	Tự lập tập dữ liệu từ thiết bị của mình, huấn luyện và đánh giá được mô hình	Đưa ra khuyến nghị bảo trì có đối chiếu với bằng chứng trong tín hiệu và với hồ sơ thiết bị
Mức 3. Dẫn dắt và mở rộng	Thiết kế phương án đo cho thiết bị chưa từng gặp, kể cả khi điều kiện vận hành không thuận lợi	Xử lí được dữ liệu vận hành có nhãn thiếu và lớp mất cân bằng, đánh giá được giới hạn khái quát của mô hình	Ra quyết định và bảo vệ quyết định trước bộ phận vận hành và quản lí, nhận ra lúc không nên tin vào mô hình, kèm cặp được đồng nghiệp

2.4. Lộ trình bồi dưỡng tại doanh nghiệp và điều kiện bảo đảm

Lộ trình gồm 4 bước:

Đánh giá năng lực: Tự đánh giá theo 9 thành tố và 3 mức năng lực; doanh nghiệp chọn cụm thiết bị phù hợp để triển khai.

Học nền tảng: Học ngắn, gắn với công việc và dữ liệu thực tế của nhà máy, từ kiến thức cơ bản đến phân tích dữ liệu và mô hình.

Thực hiện dự án thực tế: Xây dựng mô hình chẩn đoán, đối chiếu với dữ liệu bảo trì, đưa ra khuyến nghị và theo dõi kết quả.

Duy trì và nhân rộng: Hình thành nhóm nòng cốt, chia sẻ kinh nghiệm, chuẩn hóa dữ liệu và cập nhật kho dữ liệu chung.

Điều kiện thực hiện: Có dữ liệu lịch sử, bố trí thời gian đào tạo trong công việc, có người hướng dẫn liên ngành và cho phép thử nghiệm, chấp nhận sai sót trong giai đoạn đầu.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả

Bài báo đưa ra giải pháp có thể áp dụng ngay. Bảng 1 mô tả tường minh điều mà người kỹ sư bảo trì chẩn đoán cần làm được khi trong tay đã có công cụ trí tuệ nhân tạo. Bảng 2 cho mỗi người một cách tự đánh giá năng lực của mình, và cho doanh nghiệp một cách nhìn năng lực chung của đội ngũ. Bài báo đã chỉ ra cách tổ chức bồi dưỡng ngay tại nơi làm việc, dựa trên thiết bị và dữ liệu sẵn có chứ không phải một khóa học tách rời.

Chỗ khác biệt so với các khóa ngắn hạn phổ biến hiện nay nằm ở trục của nội dung. Những khóa ấy thường đi theo logic của công nghệ, mở đầu bằng thuật toán rồi mới tìm ví dụ minh họa. Kỹ sư bảo trì cần đi ngược lại, xuất phát từ máy móc và bài toán của họ, còn thuật toán chỉ xuất hiện khi đã có lí do để cần đến nó.

3.2. Thảo luận

Hai kiểu lệch nêu ở phần đầu bài đòi hỏi hai cách xử lí khác nhau. Với nhóm nghiêng về cơ khí, khó khăn không nằm ở khả năng tư duy. Họ hoàn toàn hiểu được thế nào là một tập kiểm tra hay một ma trận nhầm lẫn, vấn đề là tâm lí ngại bước vào mảng vẫn bị coi là của người khác. Cách hạ rào cản là cho họ thấy phần mình đang mạnh mới là phần quyết định chất lượng của cả chuỗi: gắn cảm biến ở đâu, đo lúc máy chạy chế độ nào, gán nhãn ra sao đều dựa vào hiểu biết về máy. Đó cũng là cách nâng dần niềm tin vào năng lực bản thân trong lĩnh vực mới, tức là đi từ những việc vừa sức và có kết quả nhìn thấy được.

Với nhóm nghiêng về dữ liệu thì vấn đề ngược lại, là xu hướng tin vào con số. Một mô hình đạt trên 99% trên bộ dữ liệu mẫu dễ tạo cảm giác bài toán đã xong, trong khi khảo sát của Smith và Randall cho thấy con số ấy phản ánh độ dễ của dữ liệu nhiều hơn là chất lượng mô hình. Cách chữa là buộc mọi kết luận phải kèm bằng chứng độc lập từ phổ tín hiệu, và bắt buộc mổ xẻ những trường hợp mô hình đoán sai chứ không chỉ báo cáo phần đoán đúng.

Cả hai kiểu lệch rồi cũng dẫn tới cùng một rủi ro nghề nghiệp là lệ thuộc thiếu phê phán vào kết quả của hệ thống tự động. Đó là lí do tầng thứ ba được đặt ngang hàng với hai tầng kia chứ không phải phần thêm vào cho đủ. Và vì tầng này đòi hỏi

phán đoán trong tình huống chưa chắc chắn nên không thể đánh giá bằng bài kiểm tra. Phù hợp hơn cả là nhìn vào sản phẩm công việc thật: báo cáo chẩn đoán kèm lập luận, những quyết định đã đưa ra, và kết quả theo dõi sau đó. Nghĩa là đánh giá ngay trong dòng công việc, không tách thành một hoạt động riêng.

Khung này cũng có phạm vi của nó. Chúng tôi xây dựng nó cho chẩn đoán máy quay dựa trên tín hiệu rung động, lĩnh vực có nền tảng lí thuyết vững và dữ liệu công khai dồi dào. Mở rộng sang thiết bị điện hay hệ thủy lực thì tầng thứ nhất phải điều chỉnh cho phù hợp, tuy nhiên hai tầng có thể áp dụng tương tự. Mức chi tiết của chỉ báo cũng nên điều chỉnh theo quy mô, vì một nhà máy vài chục thiết bị có nhu cầu khác hẳn một tổ hợp sản xuất lớn. Ngoài phạm vi bồi dưỡng tại doanh nghiệp, khung còn có thể dùng làm tham chiếu cho các khóa ngắn hạn và cho sinh viên năm cuối đã xác định theo nghề bảo trì, với vai trò mô tả yêu cầu nghề nghiệp mà họ sẽ gặp.

Hạn chế lớn nhất là chưa có kiểm chứng thực nghiệm. Khung năng lực và lộ trình mới dừng ở mức đề xuất dựa trên tổng hợp tài liệu và kinh nghiệm chuyên môn, chưa triển khai trên một nhóm kỹ sư cụ thể, nên chưa thể nói gì chắc chắn về thời lượng cần thiết cũng như hiệu quả thực tế. Việc cần làm tiếp là chi tiết hóa bộ chỉ báo cho chín thành tố, khảo sát thực trạng năng lực của kỹ sư bảo trì ở một số doanh nghiệp sản xuất, sau đó chạy thử lộ trình bốn bước tại một đơn vị và đánh giá qua sản phẩm công việc của người tham gia.

IV. KẾT LUẬN

Bảo trì dự đoán có trí tuệ nhân tạo hỗ trợ đang thành việc thường ngày ở nhiều nhà máy, nhưng khoảng cách giữa hệ thống được đầu tư và năng lực khai thác của đội ngũ thì vẫn còn lớn. Bài báo đề xuất một khung năng lực ba tầng cho kỹ sư đang làm việc, chín thành tố với chỉ báo quan sát được và ba mức độ đạt, kèm lộ trình bồi dưỡng bốn bước gắn với thiết bị và dữ liệu của chính doanh nghiệp.

Điều rút ra sau cùng khá đơn giản. Công nghệ đã gánh phần nhận dạng, nhưng phần quyết định vẫn thuộc về người kỹ sư, mà đây lại là phần ít được để ý nhất trong các chương trình bồi dưỡng hiện nay. Một người huấn luyện được mô hình đạt độ chính xác cao nhưng không dám nói mình tin hay không tin vào kết quả thì công việc còn dang dở. Muốn thay đổi chuyện đó thì phải đưa việc đối chiếu, phán đoán và chịu trách nhiệm vào nội dung bồi dưỡng một cách có chủ đích, đồng thời tạo được không khí để người đã có nghề dám bước sang một mảng chuyên môn mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Randall, R. B. (2021). Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications, 2nd Edition, John Wiley & Sons.

Lei, Y., Yang, B., Jiang, X., Jia, F., Li, N., & Nandi, A. K. (2020). Applications of machine learning to machine fault diagnosis: A review and roadmap. Mechanical Systems and Signal Processing, 138, 106587.

Thủ tướng Chính phủ (2021). Quyết định số 127/QĐ-TTg ngày 26/01/2021 ban hành Chiến lược quốc gia về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo đến năm 2030.

Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. Human Factors, 52(3), 381–410.

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), Defining and Selecting Key Competencies (pp. 45–65). Hogrefe & Huber, Seattle.

Knowles, M. S. (1984). Andragogy in Action: Applying Modern Principles of Adult Learning. Jossey-Bass, San Francisco.

Bandura, A. (1997). Self-Efficacy: The Exercise of Control. W. H. Freeman, New York.

Smith, W. A., & Randall, R. B. (2015). Rolling element bearing diagnostics using the Case Western Reserve University data: A benchmark study. Mechanical Systems and Signal Processing, 64–65, 100–131.

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. Nature Machine Intelligence, 1(5), 206–215.