

Ứng dụng học máy trong công tác bảo trì dự đoán phục vụ dạy học cho sinh viên kỹ thuật

Nguyễn Hồng Ngoan*, Nguyễn Quang Thanh**

* ThS, Khoa CKDL, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

** ThS, Phòng Quản trị – Thiết bị, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 11/9/2024; Accepted: 20/9/2024; Published: 30/9/2024

Abstract: In industry, companies have traditionally relied on scheduled maintenance; the inspection of the internal parts of machines at scheduled intervals to keep them running. But that is not necessarily the most cost-effective way for businesses. With many businesses starting to move towards all things AI, predictive maintenance using machine learning has become the focus of attention these days.

In this article, the author delves deeper into modern predictive maintenance systems and addresses the challenges of applying machine learning-based solutions.

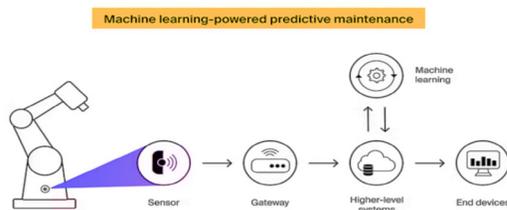
Keywords: Predictive maintenance; machine learning; predictive maintenance using machine learning

1. Đặt vấn đề

Bảo trì dự đoán (BTDD) là một cách tiếp cận chủ động để bảo trì (BT) thiết bị, sử dụng công nghệ học máy để thấy trước những hư hỏng có thể xảy ra nhằm giúp ngăn ngừa thời gian ngừng máy gây ra tổn thất lớn cho doanh nghiệp. Công việc BTDD cho chúng ta biết chính xác khi nào nó cần được chú ý sửa chữa, bảo dưỡng ngay trước khi có sự cố xảy ra.

Hệ thống BTDD hoạt động giống như một nhóm “thanh tra viên” theo dõi thiết bị đang hoạt động 24/7, thu thập và xử lý khối lượng dữ liệu (DL) khổng lồ trong thời gian thực. Nó có thể phát hiện ra những điểm bất thường nhỏ nhất, cảnh báo cho chúng ta về những rủi ro tiềm ẩn trước khi chúng trở thành những vấn đề nghiêm trọng.

Với BTDD bằng học máy, thiết bị sẽ được giám sát liên tục với sự trợ giúp của các cảm biến được gắn vào máy một cách có chiến lược ngay từ đầu. Tất cả DL sau đó được gửi đến bộ não của hệ thống được hỗ trợ bởi thuật toán học máy. Dựa trên DL lịch sử hư hỏng, lịch sử sửa chữa, các yếu tố môi trường và số liệu hiệu suất được thu thập trong thời gian thực, bộ não tìm kiếm các mẫu có thể báo hiệu sự cố sắp xảy ra.



Hình 1.1. Mô hình BTDD dựa trên học máy

Nếu được trang bị những hiểu biết có giá trị này, nhóm BT có thể tham gia thực hiện các công việc sửa chữa cần thiết và ngăn chặn sự cố sắp xảy ra đối với tất cả các loại máy móc được giám sát. Đây chính là nơi bắt nguồn tiềm năng tiết kiệm chi phí của việc BTDD bằng máy học.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Một số trường hợp sử dụng BTDD AI

2.1.1. Trong sản xuất chế tạo

Trong sản xuất theo quy trình và riêng biệt, BTDD bằng AI tỏ ra vô giá đối với nhiều loại thiết bị. Việc trang bị cho các máy này cảm biến rung và phân tích chỉ số cảm biến dựa trên DL lỗi lịch sử có thể giúp phát hiện độ lệch và dấu hiệu mòn trong trục chính của máy. Theo dõi nhiệt độ, có thể nhận thấy các dấu hiệu quá nhiệt báo hiệu rằng có thể đang xảy ra sự cố, và có thể thực hiện được nhiều vấn đề hơn nữa.

Với máy ép thủy lực có thể được theo dõi để phát hiện tắc nghẽn và rò rỉ dòng thủy lực, cảm biến sẽ gửi tín hiệu về sự cố cho chúng ta biết. Ngoài ra, thông qua việc giám sát nhiệt độ liên tục, các giải pháp BTDD có thể phát hiện các dấu hiệu quá nhiệt, báo động đỏ cho các vấn đề sắp xảy ra trong hệ thống thủy lực.

Đối với hệ thống băng tải, phần mềm BTDD có thể đo độ căng của đai để ngăn ngừa mài mòn sớm. Bằng cách giám sát tải động cơ, nó có thể đảm bảo hiệu quả và phát hiện bất kỳ dấu hiệu rắc rối nào có thể gây ra thời gian ngừng hoạt động không mong muốn.

Với nền tảng BTDD dựa trên AI được áp dụng, các doanh nghiệp đã có được khả năng giám sát

nhieu dây chuyền sản xuất và nhận được các báo cáo riêng lẻ cho từng loại máy trong một nền tảng duy nhất. Điều này cho phép họ theo dõi và so sánh hiệu suất, đồng thời cung cấp thông tin chi tiết ban đầu cho nhóm BT về các sự cố và lỗi có thể xảy ra.

2.1.2. Trong công nghiệp ô tô: Ngành Công nghiệp ô tô phụ thuộc rất nhiều vào hoạt động BTDD dựa trên máy học để nâng cao độ tin cậy và giảm chi phí bảo hành. Bằng cách giám sát DL cảm biến từ các phương tiện tại hiện trường, các nhà sản xuất ô tô có thể phát hiện các vấn đề tiềm ẩn trước khi chúng trở thành lỗi. Một số công ty ô tô đã chuyển sang BTDD để đoán trước các cơ hội BT, khuyến khích người dùng tìm kiếm dịch vụ BT từ mạng lưới chính thức của nhà sản xuất ô tô.

2.1.3. Trong lĩnh vực dầu khí: Ngành dầu khí nổi tiếng với các thiết bị phức tạp và đắt tiền, được hưởng lợi rất nhiều từ hoạt động BTDD dựa trên máy học. Thông qua việc giám sát liên tục các thông số như áp suất, nhiệt độ và tốc độ dòng chảy, các thuật toán BTDD có thể phát hiện những điểm bất thường và dự đoán (DD) các lỗi sắp xảy ra. Bằng cách áp dụng cách tiếp cận chủ động, các công ty có thể tránh được việc ngừng hoạt động ngoài kế hoạch, tối ưu hóa hiệu suất thiết bị.

2.2. Xây dựng giải pháp BTDD: Việc lựa chọn phụ thuộc vào một số tiêu chí:

- **Ngân sách hiện có:** Phần mềm có sẵn thường có chi phí trả trước thấp, trong khi việc xây dựng một giải pháp tùy chỉnh có thể đòi hỏi mức đầu tư ban đầu cao hơn. Các công ty có ngân sách hạn chế có thể thấy phần mềm có sẵn hấp dẫn hơn, chi phí ít hơn trong khi những công ty có nguồn lực đáng kể có thể nghiêng về các giải pháp tùy chỉnh cho chức năng phù hợp với hoạt động của nhà máy.

- **Thời gian triển khai:** Phần mềm có sẵn có thể được triển khai nhanh chóng vì nó được xây dựng và thử nghiệm trước. Ngược lại, việc phát triển một giải pháp tùy chỉnh có thể mất nhiều thời gian hơn, tùy thuộc vào mức độ phức tạp và phạm vi của dự án.

- **Yêu cầu dành riêng cho từng ngành:** Các ngành khác nhau thường có nhu cầu và quy trình làm việc riêng đòi hỏi các giải pháp BTDD có các tính năng cụ thể. Phần mềm có sẵn không hoàn toàn phù hợp với các yêu cầu này và cần được tùy chỉnh. Vì vậy, những doanh nghiệp có nhu cầu chuyên môn cao hoặc những doanh nghiệp đang tìm kiếm lợi thế cạnh tranh thông qua các giải pháp được thiết kế riêng có thể đi theo con đường tùy chỉnh.

- **Cơ sở hạ tầng và tích hợp hiện có:** Các giải pháp sẵn có có thể mang lại khả năng tương thích tốt hơn

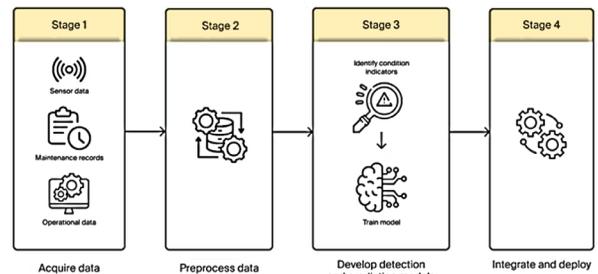
với một số lượng hạn chế các thiết bị hoặc công nghệ phổ biến, trong khi các giải pháp tùy chỉnh có thể được điều chỉnh chính xác để phù hợp với cơ sở hạ tầng đã thiết lập.

- **Khả năng mở rộng:** Phần mềm có sẵn có thể cung cấp các tùy chọn có thể mở rộng để thích ứng với các yêu cầu thay đổi. Khi được thiết kế phù hợp, các giải pháp tùy chỉnh cũng có thể mang lại khả năng mở rộng và tính linh hoạt.

- **Hỗ trợ và cập nhật:** Phần mềm có sẵn thường đi kèm với sự hỗ trợ do nhà cung cấp cung cấp và cập nhật thường xuyên, đảm bảo giải pháp luôn được cập nhật. Các giải pháp tùy chỉnh có thể yêu cầu nỗ lực hỗ trợ và BT liên tục để đảm bảo chức năng của nó.

- **Xây dựng giải pháp BTDD dựa trên AI từ đầu:** Xây dựng giải pháp BTDD dựa trên máy học tùy chỉnh ngay từ đầu mang lại sự linh hoạt tối đa và cho phép điều chỉnh hệ thống một cách chính xác theo nhu cầu riêng của mình.

2.3. Quá trình xây dựng phần mềm BTDD dựa trên AI



Hình 2.1. Các bước xây dựng phần mềm BTDD dựa trên AI

Việc tạo ra một giải pháp BTDD về cơ bản tập trung vào việc đào tạo mô hình phát hiện và mô hình DD, đồng thời tích hợp chúng vào một giải pháp chính thức; thường thực hiện các bước sau:

Bước 1: Thu thập DL: Khi tạo thuật toán BTDD, bước đầu tiên là thu thập đủ DL để huấn luyện các mô hình. Các loại DL cần thu thập:

- DL cảm biến cho biết tình trạng và hiệu suất của máy móc theo thời gian thực. Bao gồm thông tin chuỗi thời gian được thu thập từ tất cả các loại cảm biến được gắn vào máy.

- DL lỗi gồm thông tin về các lỗi thiết bị trong quá khứ, ngày, giờ và tính chất của lỗi.

- Hồ sơ BT, báo cáo dịch vụ, lệnh sản xuất và tài liệu khác liên quan đến lịch sử BT thiết bị.

- DL vận hành, gồm thời gian bắt đầu, dừng, tốc độ sản xuất, công suất và kiểu sử dụng.

- DL môi trường, gồm các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm và các điều kiện bên ngoài khác có thể ảnh hưởng

đến tình trạng của thiết bị.

- DL liên quan khác có thể cung cấp thêm thông tin chi tiết về các kiểu hư hỏng.

Bước 2: Xử lý DL: Xử lý trước DL là một bước thiết yếu trong việc xây dựng giải pháp BTDD tùy chỉnh dựa trên AI. Một số kỹ thuật phổ biến được sử dụng để xử lý DL:

- Tổng hợp: Kết hợp nhiều điểm DL thô để tạo ra các tính năng tổng hợp có thể cung cấp cái nhìn ở cấp độ cao hơn về hoạt động của thiết bị.

- Phân tích dựa trên thời gian thực: DL chuỗi thời gian thường chứa các mẫu thời gian có giá trị. Việc tạo các đặc điểm dựa trên thời gian như thời gian trong ngày, ngày trong tuần hoặc các mẫu theo mùa có thể giúp mô hình nắm bắt được các hành vi định kỳ.

- Phân tích tín hiệu: Áp dụng các kỹ thuật xử lý tín hiệu có thể giúp trích xuất các thành phần tần số hoặc phát hiện các mẫu trong DL chuỗi thời gian.

- Phân tích tương quan: Đánh giá DL nào tác động nhiều nhất đến độ chính xác của ĐD và loại bỏ những điểm DL ít quan trọng hơn khi đào tạo mô hình.

- Kỹ thuật trích xuất tính năng dành riêng cho miền: Kiến thức về miền có thể dẫn đến chuyển đổi tính năng chuyên biệt.

Bước 3: Lựa chọn và đào tạo mô hình

- Lựa chọn mô hình: Việc chọn thuật toán học máy hoặc mô hình ĐD phù hợp là điều cần thiết cho trường hợp sử dụng BTDD cụ thể của doanh nghiệp. Các mô hình khác nhau có điểm mạnh và điểm yếu khác nhau và việc lựa chọn phụ thuộc vào các yếu tố như bản chất của DL, mức độ phức tạp của vấn đề và mức độ diễn giải mong muốn. Thường sử dụng các mô hình gồm: Hồi quy logistic, cây quyết định, rừng ngẫu nhiên, máy vectơ hỗ trợ, ...

- Đào tạo mô hình: Đào tạo mô hình bao gồm việc sử dụng DL lịch sử để dạy mô hình BTDD học máy nhằm nhận biết các mô hình và mối quan hệ giữa các tính năng và biến mục tiêu. DL được chia thành hai phần: tập huấn luyện và tập kiểm tra. Mô hình học từ DL huấn luyện và có khả năng đưa ra ĐD dựa trên các mẫu mà nó xác định được trong khi huấn luyện.

Sau khi được đào tạo, mô hình sẽ được đưa vào thử nghiệm trên tập DL thử nghiệm. Xác thực mô hình để đánh giá mô hình hoạt động tốt như thế nào trên DL không nhìn thấy được và ước tính khả năng ĐD của nó.

Bước 4: Tích hợp và triển khai: Tùy thuộc vào đặc điểm cụ thể của phần mềm BTDD học máy, có một số tùy chọn triển khai như sau:

- Triển khai trên đám mây: Chọn triển khai dựa trên đám mây nếu chúng ta đang xử lý khối lượng lớn DL được lưu trữ trên đám mây. Bằng cách chạy các thuật toán học máy trực tiếp trên đám mây, có thể loại bỏ nhu cầu truyền DL qua lại giữa các máy cục bộ và đám mây để tiên lượng và theo dõi tình trạng của máy móc, thiết bị được sử dụng.

- Triển khai biên: Có thể chạy thuật toán trên các thiết bị nhúng nằm gần thiết bị hơn. Cách tiếp cận này cho phép cập nhật và thông báo ngay lập tức về tình trạng thiết bị mà không có bất kỳ sự chậm trễ nào.

- Triển khai kết hợp: Có thể kết hợp giữa đám mây và biên. Cách này sẽ tận dụng được cả hai tùy chọn, hiệu quả liên quan đến việc triển khai ở biên và sức mạnh xử lý dựa trên đám mây.

2.4. Những thách thức trong quá trình phát triển phần mềm BTDD dựa trên AI

Triển khai giải pháp BTDD bằng AI có thể gặp phải một số thách thức nhất định như:

- Thiết bị cũ: Với trường hợp này có thể cần trang bị thêm cảm biến hoặc sử dụng công IoT để thu thập DL cần thiết.

- Thiết lập các thông số chính xác: Điều này đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về máy móc và các dạng hư hỏng của nó để đảm bảo ĐD chính xác.

- Chất lượng và tính sẵn có của DL: DL không đầy đủ hoặc không đáng tin cậy có thể dẫn đến các quyết định BT không chính xác. Thiết lập các biện pháp quản trị DL và đầu tư vào cơ sở hạ tầng DL là những bước cần thiết để vượt qua thách thức này.

3. Kết luận

BTDD dựa trên AI mang đến cơ hội thay đổi vận mệnh cho các công ty, doanh nghiệp hoạt động trong các ngành sử dụng nhiều thiết bị hoặc phụ thuộc nhiều vào máy móc, thiết bị. Bằng cách áp dụng phương pháp BT chủ động, các tổ chức có thể giảm đáng kể thời gian ngừng hoạt động, tối ưu hóa chi phí BT và nâng cao hiệu quả hoạt động. Cho dù bằng cách tùy chỉnh phần mềm có sẵn hay xây dựng giải pháp tùy chỉnh từ đầu, việc BTDD bằng máy học có thể giúp các doanh nghiệp phát huy hết tiềm năng của thiết bị.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Hồng Long, Lý Thị Thùy Dương (2012), 'Sổ tay bảo dưỡng công nghiệp tiên tiến'. Dự án "Xây dựng năng lực và trình diễn kỹ thuật bảo dưỡng công nghiệp tiên tiến".

[2]. Carvalho, Thyago P., et al (2019), "A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance." Computers & Industrial Engineering 137 (2019): 106024.

[3]. <https://speedmaint.com>