

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và học máy ML tối vận hành máy công cụ CNC

Ngô Ngọc Sơn*

*ThS. Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 26/9/2024; Accepted: 4/10/2024; Published: 16/10/2024

Abstract: Together with the development of science and technology, artificial intelligence (AI) and machine learning represent an important development in computer science and data processing systems that can be used to improve virtually every service, product, and industrial application. In this article, the author presents an overview of (Computer Numerical Control) (CNC) and the impact of ML and AI in the CNC machine tool machining process.

Keywords: Artificial intelligence (AI), machine learning (ML), CNC, industry 4.0

1. Đặt vấn đề

Trí tuệ nhân tạo AI (Artificial Intelligence) đang là xu thế, xu hướng phát triển của tương lai, AI đã xuất hiện trong mọi lĩnh vực đời sống và điều đó giúp cho con người rất nhiều. Nó làm cho mọi thứ trở nên thuận tiện và dễ dàng. Đặc biệt nó đã có tác động mạnh mẽ tới ngành gia công cơ khí CNC (Computer Numerical Control). Điều đó giúp cho các lĩnh vực cơ khí, công nghiệp trở nên rất phát triển có thể nói là thời kỳ đỉnh cao của ngành công nghiệp.

AI có thể được phân thành ba loại hệ thống khác nhau: AI phân tích, AI lấy cảm hứng từ con người và trí tuệ nhân cách hóa. AI phân tích chỉ có các đặc điểm phù hợp với trí tuệ nhận thức; tạo ra một đại diện nhận thức về thế giới và sử dụng học tập dựa trên kinh nghiệm trong quá khứ để thông báo các quyết định trong tương lai. AI lấy cảm hứng từ con người có các yếu tố từ trí tuệ nhận thức và cảm xúc; hiểu cảm xúc của con người, ngoài các yếu tố nhận thức và xem xét chúng trong việc ra quyết định.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Tổng quan về CNC

Hoạt động gia công CNC là một trong những phương pháp sản xuất bộ phận quan trọng nhất và nó thường được gọi là động cơ của các quy trình sản xuất hiện đại. Các lĩnh vực ô tô và y tế, hàng không vũ trụ, khí đốt và dầu mỏ và dịch vụ kho bãi đang sử dụng các hoạt động gia công CNC để tạo ra các bộ phận trong các ứng dụng khác nhau.

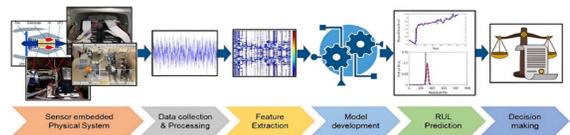
Các hoạt động gia công CNC phải được tối ưu hóa để tiết kiệm thời gian và tiền bạc cũng như tăng lợi nhuận tổng thể trên mỗi giai đoạn sản xuất. AI có thể dự báo thời gian bảo dưỡng và thiết bị của cấu trúc máy công cụ CNC bằng cách liên kết với dữ

liệu sản xuất như hiệu suất máy và tuổi thọ công cụ. Dữ liệu từ AI cũng sẽ cho biết máy có thể hoạt động trong bao lâu trước khi cần bảo trì.

2.2. Ứng dụng AI tới máy công cụ CNC

2.2.1. Giảm thời gian dừng máy công cụ

Máy móc phát sinh lỗi do nhiều vấn đề như các bộ phận bị hao mòn, thiết bị không được hiệu chuẩn và đôi khi chúng phát sinh lỗi mà không có lý do. Khi điều đó xảy ra, người vận hành sẽ lãng phí thời gian khi cố gắng xác định nguồn gốc của vấn đề. Bảo trì không tốt, lỗi bộ phận máy công cụ, thay ca nhiều lần và các yếu tố khác có thể gây ra thời gian ngừng hoạt động trong quy trình gia công. Thời gian dừng gia công nên được giảm thiểu để tăng hiệu quả trong quy trình sản xuất chi tiết. Lợi ích chính của việc áp dụng công nghệ AI vào máy CNC là tiết kiệm thời gian bằng cách cho phép tự chẩn đoán, máy tìm hiểu về các hoạt động bình thường của nó. Vì vậy, khi phát sinh lỗi, nó sẽ được phát hiện và phần mềm sẽ cố gắng giải quyết vấn đề. Học máy ML (Machine Learning) và AI có thể diễn giải dữ liệu và hỗ trợ các nhà sản xuất xác định thời gian tối ưu để lên lịch ngừng hoạt động.

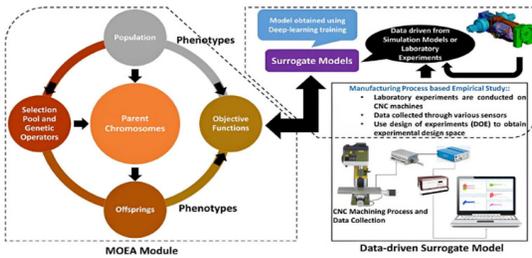


Hình 2.1: Giảm thời gian dừng máy dụng cụ[4]

2.2.2. Tối ưu hóa máy công cụ CNC

Tối ưu hóa các hoạt động gia công gần đây được coi là một khía cạnh quan trọng của ML trong các công trình nghiên cứu khác nhau. Các phương pháp tối ưu hóa sử dụng ML được nghiên cứu nhiều hơn khi lượng dữ liệu tăng theo cấp số nhân và độ phức

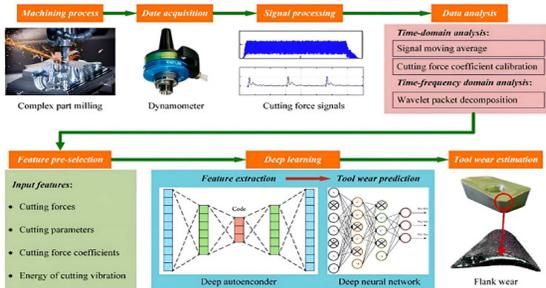
tập của mô hình tăng lên. Tối ưu hóa gia tăng là trọng tâm của quá trình sản xuất trong tương lai, từ chuỗi cung ứng đến các hạng mục đã hoàn thành. Để nâng cao độ chính xác và hiệu quả của việc sản xuất linh kiện sử dụng các hoạt động gia công CNC, cần phải có các quy trình tối ưu hóa hiệu suất máy công cụ và các thông số gia công CNC. Sử dụng dữ liệu trực tuyến từ quy trình sản xuất, AI và ML có thể giúp việc tối ưu hóa trở nên tự động hơn. Do đó, độ chính xác của bộ phận được gia công và năng suất của quá trình sản xuất bộ phận có thể được tăng lên bằng cách sử dụng các thông số gia công được tối ưu hóa.



Hình 2.2: Tối ưu hóa các công cụ CNC[4]

2.2.3. Dự đoán hao mòn dụng cụ cắt

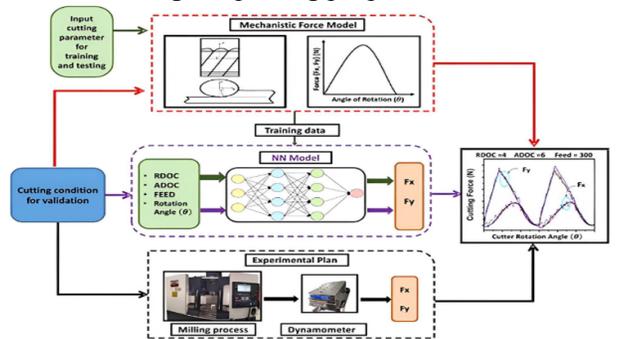
Một nghiên cứu so sánh về các thuật toán ML cho các nhà máy thông minh được thực hiện để dự đoán độ mòn của công cụ trong các hoạt động gia công bằng cách sử dụng rung ngẫu nhiên. Để đánh giá các điều kiện mài mòn của dụng cụ trong quá trình chạy trong nhiều tình huống cắt khác nhau với tốc độ phản hồi cao, các tín hiệu sóng âm thanh sử dụng các thuật toán ML tiên tiến được sử dụng. Để dự đoán tiến trình mài mòn của dụng cụ trong quy trình chạy lặp đi lặp lại, giám sát tình trạng dụng cụ dựa trên hiệu chuẩn được phát triển. Do đó, tuổi thọ của dụng cụ cắt trong quá trình hình thành phôi của các vật liệu khác nhau của phôi và các thông số gia công có thể được phân tích và nâng cao bằng cách sử dụng các ứng dụng của ML và AI trong quá trình dự đoán độ mòn của dụng cụ trong các hoạt động gia công CNC.



Hình 2.3: Quy trình của phương pháp giảm sự hao mòn[4]

2.2.4. Dự đoán hao mòn dụng cụ cắt

Một kỹ thuật kết hợp của ML là sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính thông thường để ước tính lực cắt trong khi xem xét các điều kiện mài mòn của dụng cụ được nghiên cứu và phát triển để dự đoán chính xác lực cắt dọc theo đường gia công. Phân tích biến đổi gói sóng con của dữ liệu lực cắt để đánh giá kết cấu bề mặt trong hoạt động tiện CNC được phát triển để loại bỏ tiếng ồn và tiếng kêu trong quá trình tạo phôi. Sử dụng các phép đo lực cắt thời gian thực và cách tiếp cận CNC như một hệ thống máy học, việc phân loại độ mài mòn của công cụ trực tuyến trong các nguyên công gia công khô được phát triển. Thần kinh nhân tạo với phân tích hình ảnh phổ tín hiệu sử dụng các hệ thống dự đoán lực cắt được phát triển để xác định mức độ hư hỏng của dụng cụ cắt trong quá trình gia công. Do đó, độ chính xác cũng như tính linh hoạt của các mô hình lực cắt trong các điều kiện khác nhau của hoạt động gia công CNC được phát triển bằng cách sử dụng các ứng dụng của ML và AI trong các phương pháp triết tiêu lực cắt.

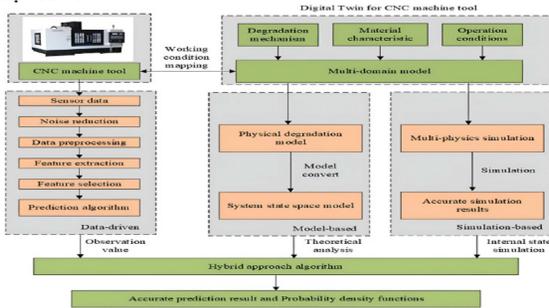


Hình 2.4: Mô hình lực cắt[4]

2.2.5. Dự đoán hao mòn dụng cụ cắt

ML và AI gắn liền với bảo trì máy công cụ, thúc đẩy các phương pháp dự đoán và phòng ngừa nhằm giảm thời gian ngừng hoạt động và cải thiện năng suất. ML có thể dự đoán chính xác khi nào máy công cụ cần được bảo dưỡng và đưa ra thời gian tối ưu để sửa chữa máy công cụ nhằm giảm thiểu thời gian và chi phí bảo trì máy công cụ CNC. Các quy trình bảo trì máy công cụ dự đoán có thể được thực hiện chính xác khi máy được điều khiển bởi dữ liệu về thời gian và điều kiện của máy và người vận hành nhận được các luồng phản hồi dữ liệu theo thời gian thực. Vì vậy, các liên kết nhân quả có thể được tạo bằng cách sử dụng các kết nối của AI và máy công cụ CNC. Do đó, có thể tạo ra nhiều thông tin hơn và ra quyết định tốt hơn cho quy trình sản xuất máy công cụ CNC, nhằm tăng giá trị gia tăng trong quy trình sản xuất linh kiện máy công cụ CNC. Các hệ thống ML tiên

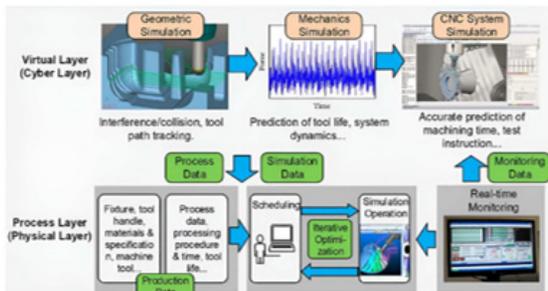
tiến được phát triển để đánh giá các hoạt động bảo trì bao gồm giám sát hao mòn công cụ trong máy công cụ CNC.



Hình 2.5: Phát triển phương pháp tiếp cận bảo trì cho máy CNC[4]

2.2.6. Giám sát hoạt động gia công

Ứng dụng ML trong theo dõi sức khỏe của máy công cụ CNC gần đây đã được phát triển trong kỹ nguyên của hệ thống AI nhằm nâng cao hiệu quả trong sản xuất bộ phận sử dụng các hoạt động gia công. Hệ thống giám sát tình trạng là một bước thiết yếu trong bảo trì máy công cụ CNC để giữ cho hoạt động gia công CNC an toàn và đáng tin cậy. Một cấu trúc kỹ thuật và sản xuất vật lý không gian mạng được trình bày nhằm cung cấp một hệ thống giám sát thông minh cho các công cụ cắt CNC. Một sự kết hợp giữa mô hình vật lý và ảo của quá trình phay trong hệ thống giám sát máy CNC thông minh được tạo ra như hình 2.6.



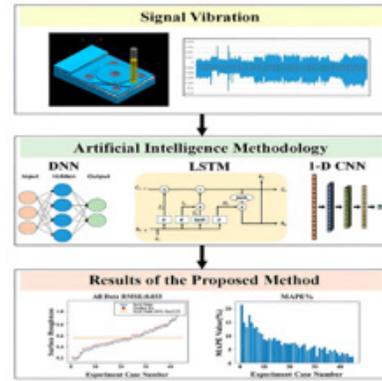
Hình 2.6: Sự kết hợp giữa mô hình vật lý và ảo của quá trình phay trong hệ thống giám sát máy CNC thông minh[4]

Do đó, quy trình thu thập và phân tích dữ liệu thông qua giám sát các hoạt động gia công được phát triển bằng cách sử dụng ML và AI trong quá trình giám sát và ra quyết định nâng cao trong các hệ thống lập kế hoạch quy trình có sự trợ giúp của máy tính.

2.2.7. Dự đoán chất lượng bề mặt

Để dự đoán và phân tích độ hoàn thiện bề mặt của các bộ phận gia công, Mạng nơ-ron bằng cách sử dụng các hệ thống AI tiên tiến được sử dụng. Các

ứng dụng của thuật toán ML trong dự đoán các đặc điểm độ nhám bề mặt được phát triển để dự đoán chính xác chất lượng bề mặt của các bộ phận gia công sử dụng nguyên công tiện. Phương pháp nghiên cứu đã phát triển trong việc ứng dụng AL trong dự đoán độ nhám bề mặt của các bộ phận gia công được thể hiện như hình 2.7.



Hình 2.7: Ứng dụng của AI trong dự đoán độ nhám bề mặt của các bộ phận gia công[4]

3. Kết luận

ML và AI được áp dụng cho các ứng dụng công nghiệp khác nhau nhằm cải thiện hiệu suất của quy trình công nghiệp. Để tăng độ chính xác cũng như hiệu quả trong các hoạt động gia công CNC, các ứng dụng khác nhau của hệ thống ML và AI được nghiên cứu trong các công trình nghiên cứu khác nhau. Giảm thời gian chết máy, tối ưu hóa máy công cụ CNC, dự đoán hao mòn dụng cụ cắt, mô hình lực cắt, bảo trì máy công cụ CNC, giám sát hoạt động gia công, dự đoán chất lượng bề mặt và hệ thống dự đoán năng lượng. Việc ứng dụng công nghệ ML và AI trong các hoạt động gia công CNC thông minh, tạo nên một nền công nghiệp phát triển toàn diện.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Cao Hoàng Trụ (2008), *AI = Thông minh + Giải thuật*. NXB Đại học Quốc Gia TP.HCM.
- [2]. *AI in CNC Machining: How Are Robotics & Automation Shaping the Future of CNC Machine Shops*, Stecker Machine
- [3]. *AI for CNC Machining: How is Artificial Intelligence Impacting the Field*, 由 Joe Lee | 7月 10, 2023 |.
- [4]. Mohsen Soori, Behrooz Arezoo, Roza Dastres, *Machine learning and artificial intelligence in CNC machine tools*, A review, Sustainable Manufacturing and Service Economics, 2023.
- [5]. <https://giacongcnbk.com/loi-ich-cua-tri-tue-nhan-tao-trong-linh-vuc-gia-cong-co-khi/>