

TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ

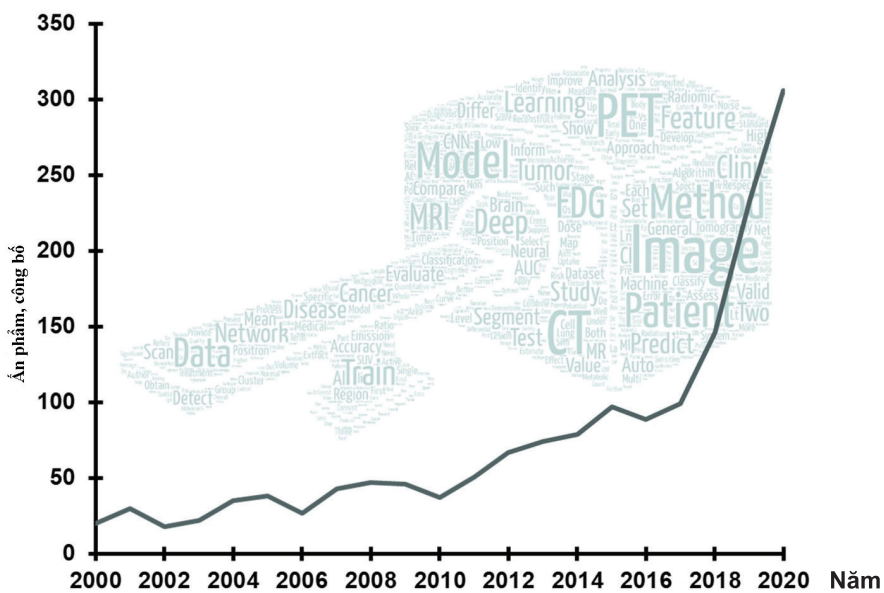
Đỗ Ngọc Diệp

Cục Năng lượng Nguyên tử, Bộ Khoa học và Công nghệ

Trong thập kỷ qua, trí tuệ nhân tạo (AI) đã phát triển nhanh chóng, ngày càng trở nên tinh vi và có khả năng giải quyết các vấn đề phức tạp mà trong nhiều năm khoa học vẫn chưa có lời giải. AI được triển khai đa dạng trong nhiều lĩnh vực như sản xuất, vận tải, tài chính, giáo dục, chăm sóc sức khỏe và đặc biệt có tiềm năng thúc đẩy sự phát triển của các ứng dụng hạt nhân. Sự kết hợp giữa AI và các kỹ thuật hạt nhân đang đóng góp tích cực vào việc giải quyết một số thách thức cấp bách, từ an ninh lương thực đến biến đổi khí hậu.

Kỹ thuật hạt nhân kết hợp AI trong lĩnh vực y tế

Các kỹ thuật hạt nhân hiện nay mặc dù đã ở mức tiên tiến, nhưng phần lớn vẫn phụ thuộc nhiều vào năng lực của con người. Trong lĩnh vực y tế, cụ thể là điều trị các bệnh ung thư, hầu như việc chỉ định mức độ ứng dụng của kỹ thuật hạt nhân cho từng bệnh nhân cụ thể vẫn còn rất chung chung hay nói cách khác là gần như tương đồng từ bệnh nhân này sang bệnh nhân khác, dẫn đến hiệu quả điều trị chưa được như mong muốn. Nhờ khả năng có tính đến tất cả thông tin hoặc dữ liệu về bệnh nhân, AI mang đến cơ hội cá nhân hóa kỹ thuật hạt nhân trong quá trình điều trị bệnh. AI hỗ trợ các bác sĩ thông qua việc cải thiện hình ảnh, giải thích hình ảnh (chụp cắt lớp vi tính (CT), chụp cộng hưởng từ (MRI), chụp cắt lớp phát xạ



Xu hướng công bố kết quả nghiên cứu và ứng dụng AI trong y học hạt nhân.

positron (PET) và X-quang), lập kế hoạch điều trị chính xác hơn và tạo đường viền khối u hay hỗ trợ tích cực trong xạ trị thích ứng - một quy trình xạ trị với các biến thể giải phẫu bên trong của từng bệnh nhân. Bằng cách xác định mẫu, dấu hiệu tiến triển của bệnh và phản ứng điều trị, AI còn có

thể đưa ra các mô hình dự đoán
rủi ro và diễn biến bệnh trong
tương lai ở từng bệnh nhân.

AI cũng đóng một vai trò quan trọng trong Chương trình “Sáng kiến hành động tích hợp dịch bệnh lây truyền từ động vật sang người” (ZODIAC) của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế

(IAEA). Dựa trên khả năng phân tích lượng lớn dữ liệu, tìm hiểu và đánh giá toàn diện một mục tiêu hay tập hợp các kết quả thu thập một cách có hệ thống, AI giúp các chuyên gia hiểu rõ hơn về tác động của các bệnh lây truyền từ động vật sang người và dự đoán, đánh giá cũng như ngăn chặn sự bùng phát của những dịch bệnh đó trong tương lai.

Việc sử dụng thường xuyên các kỹ thuật hạt nhân trong y tế kết hợp AI, bao gồm cả các khía cạnh vật lý y tế, dự kiến sẽ phát triển trong vòng 5-10 năm tới. AI chủ yếu sẽ được triển khai để thay thế các quy trình công việc lặp đi lặp lại như phân đoạn hình ảnh, sau đó xác nhận bởi chuyên gia lâm sàng. Đối với xạ hình hay chẩn đoán hình ảnh hạt nhân được sử dụng cùng với AI, sẽ cung cấp một cái nhìn chi tiết về sự biến đổi kiểu hình của từng bệnh nhân và quỹ đạo bệnh của họ. Kết quả này bổ sung cho các quan sát khác, như đặc tính của virus, cấu trúc bộ gen và biểu sinh, proteomics hoặc các phát hiện trong phòng thí nghiệm, nắm bắt các quá trình mang tính hệ thống. Trong đại dịch COVID-19, chỉ vài tuần sau khi mầm gây bệnh được xác định, các phát hiện trên phim chụp X-quang ngực hay hình ảnh CT đã được công bố và được công nhận là đặc trưng cho COVID-19, trái ngược với các triệu chứng lâm sàng tương đối không đặc hiệu về hô hấp. Những hình ảnh đó

mang những cấu trúc chưa từng thấy và trong giai đoạn đầu của đại dịch, CT nổi lên như một công cụ chẩn đoán nhanh và hiệu quả nhất. Khi có sẵn xét nghiệm, vai trò của hình ảnh hạt nhân thay đổi từ hỗ trợ chẩn đoán sang cung cấp thông tin cho việc điều trị và quản lý từng bệnh nhân. Ở đây, vai trò của AI được thể hiện trong việc quản lý các bệnh lây truyền từ động vật sang người trong tương lai sẽ chuyển thành đại dịch: phát hiện sớm kiểu hình bệnh mới trong quần thể lâm sàng và hướng dẫn điều trị bệnh nhân sớm và hiệu quả.

Kỹ thuật hạt nhân kết hợp AI trong lĩnh vực thực phẩm và nông nghiệp

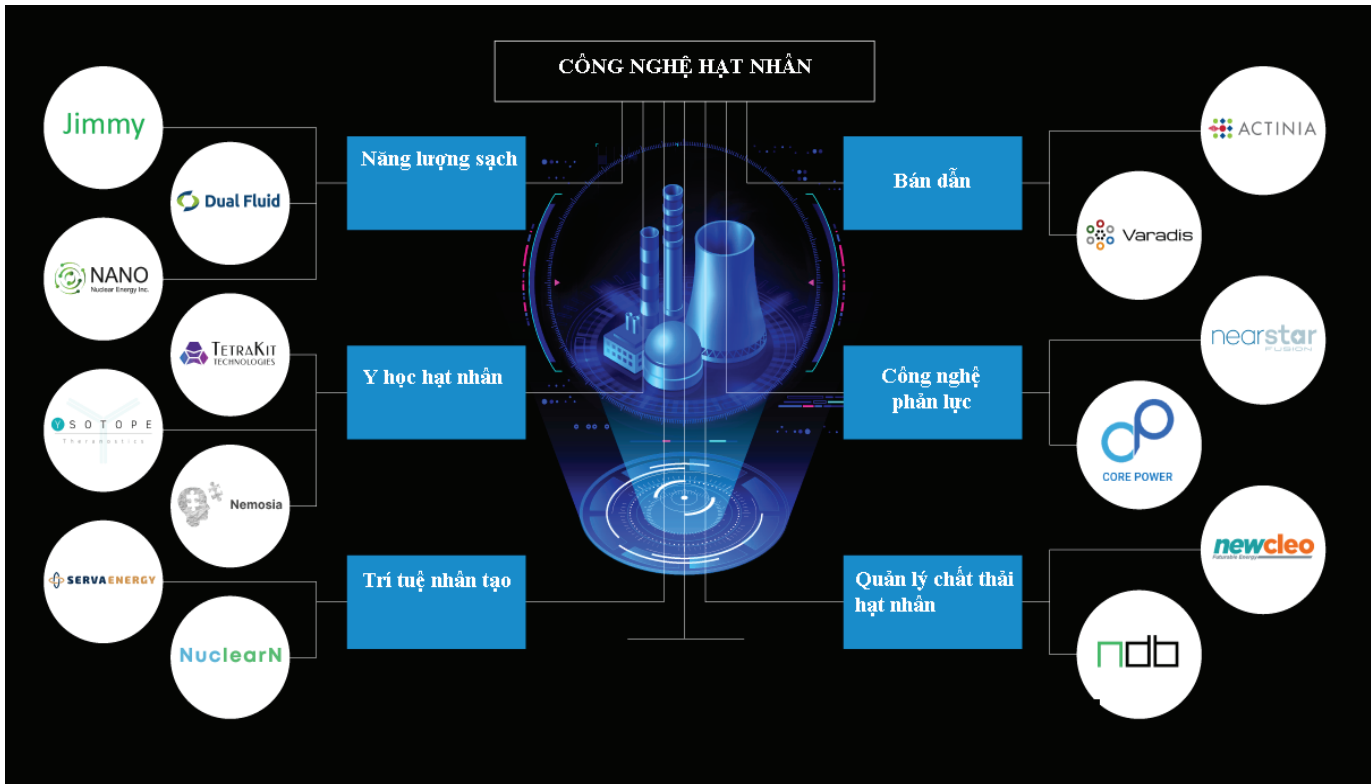
Thách thức toàn cầu trong lĩnh vực thực phẩm và nông nghiệp hiện rất đa dạng và không dễ dàng giải quyết. Khi các kỹ thuật AI ra đời, cơ hội triển khai những phương pháp mới sử dụng kỹ thuật hạt nhân trong thực phẩm và nông nghiệp sẽ xuất hiện, như: phát hiện gian lận thực phẩm bằng kỹ thuật đồng vị truy xuất nguồn gốc; dự đoán sự cố an toàn thực phẩm bằng kỹ thuật phân tích đồng vị; hỗ trợ quản lý đất nông nghiệp thông qua kỹ thuật đồng vị bền; tối ưu hóa việc khắc phục đất bị ô nhiễm phóng xạ, phát triển các sản phẩm thực phẩm và đồ uống mới. Nguồn thông tin mở rộng ở tất cả các ứng dụng đó có vai trò quan trọng trong việc ra quyết định sản xuất nông nghiệp và thực phẩm.

Sự khác biệt trong lấy mẫu, chuẩn bị mẫu và phân tích thường là "nút cổ chai" của việc sử dụng dữ liệu được chia sẻ, AI có thể khắc phục vấn đề này khi hỗ trợ đặc lực cho việc chuẩn hóa bộ dữ liệu. Bên cạnh đó, AI có thể giúp việc hiệu chỉnh các phép đo được thực hiện trên cùng một loại thiết bị nhưng từ các nhà cung cấp khác nhau.

Kỹ thuật hạt nhân kết hợp AI trong bảo vệ nước và môi trường

Sự hiểu biết sâu sắc các vấn đề về nước và môi trường giúp các nhà lãnh đạo và hoạch định chính sách có những giải pháp hiệu quả trong quản lý nước, giảm thất thoát nước hay tác động đến môi trường nước. Những giải pháp đó được thực hiện nhờ các bản đồ quy mô lớn về thủy văn và môi trường với sự hỗ trợ của kỹ thuật hạt nhân (được gọi là kỹ thuật thủy văn đồng vị). Kỹ thuật này cho phép các chuyên gia nghiên cứu và theo dõi cách nước di chuyển qua các giai đoạn khác nhau của chu trình thủy văn và những biến đổi xảy ra trong chu trình do biến đổi khí hậu.

Tuy nhiên, để khai thác toàn bộ dữ liệu từ các hoạt động ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị, cũng như có giải pháp tối ưu mang phạm vi quốc tế, việc thu thập và khai thác thông tin là yếu tố then chốt. AI chính là lựa chọn tốt nhất nhờ hệ cơ sở dữ



Sáu xu hướng công nghệ hạt nhân năm 2023 trong đó có AI được StartUs Insights đánh giá trên 582 công ty hoạt động trong lĩnh vực (9/2022).

liệu khổng lồ được chia sẻ trong các mạng và kho lưu trữ toàn cầu, bao gồm cả dữ liệu của IAEA. Với xu hướng ngày càng tăng của dữ liệu từ các vệ tinh, phương tiện bay không người lái và mạng cảm biến, hiện có một lượng lớn thông tin sẵn sàng cho việc ghép nối và khai thác cùng với cơ sở dữ liệu đồng vị toàn cầu của IAEA.

Được IAEA khởi xướng vào năm 1960, với sự hợp tác của Tổ chức Khí tượng Thế giới, Mạng lưới đồng vị trong lượng mưa toàn cầu (GNIP) đã trở thành bộ sưu tập dữ liệu đồng vị toàn diện nhất hiện nay. GNIP đã thu thập được khoảng 140.000 bản ghi đồng vị từ 1.100 trạm (350 đang

hoạt động) với sự tham gia của cộng tác viên từ khắp nơi trên thế giới. AI có thể giải thích các mô hình phi tuyến tính và không đồng nhất, đồng thời hoạt động trong môi trường không cố định. Theo hướng khai thác tính năng AI, IAEA đã áp dụng các phương pháp ngẫu nhiên để tháo gỡ mối quan hệ giữa sự bốc hơi nước của hồ và đặc điểm lưu vực từ cơ sở dữ liệu đồng vị của IAEA. Các phương pháp như vậy cho phép giải thích các hiện tượng vật lý và phân biệt các tín hiệu đã bị bỏ qua trong quá khứ và do đó, chúng có vai trò riêng trong việc cung cấp những hiểu biết và khám phá trong khoa học tự nhiên.

Kỹ thuật hạt nhân kết hợp AI trong công nghiệp

Hoạt động nghiên cứu trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử đòi hỏi cao về cả lý thuyết và thực nghiệm. Theo đó, AI mang đến cơ hội đẩy nhanh tiến độ hiện thực hóa ứng dụng năng lượng nguyên tử bằng cách tối đa hóa số lượng và khả năng thông tin được trích xuất từ thực nghiệm, cũng như dữ liệu mô phỏng. Cụ thể như AI có thể kích hoạt các giải pháp dự đoán và kiểm soát cần thiết để vận hành nhà máy điện nhiệt hạch trong tương lai một cách bền vững, an toàn và hiệu quả. Việc tối ưu hóa kế hoạch thử

nghiệm sẽ đẩy nhanh tiến độ đạt được và tối ưu thời gian thực cho các kịch bản điều khiển plasma bằng cách sử dụng thuật toán lấy thông tin từ các cơ sở nhiệt hạch thử nghiệm trên toàn thế giới.

IAEA đã thiết lập cơ sở dữ liệu nhiệt hạch trực tuyến đầu tiên và công bố Hệ thống thông tin thiết bị nhiệt hạch (FusDIS) từ tháng 9/2020, chứa dữ liệu về hiện trạng của hơn 100 thiết bị nhiệt hạch trên toàn thế giới. Các ứng dụng AI cũng đã được đưa vào Dự án nghiên cứu phối hợp mới của IAEA kéo dài 5 năm nhằm đẩy nhanh nghiên cứu và phát triển nhiệt hạch.

Ngoài ra, bằng cách kết hợp các mô phỏng kỹ thuật số của các cơ sở hạt nhân thực với các hệ thống AI, ngành công nghiệp có thể tối ưu hóa các quy trình phức tạp và cải thiện thiết kế, hiệu suất và độ an toàn của các lò phản ứng hạt nhân. Việc tối ưu hóa như vậy có thể tăng hiệu quả hoạt động và giảm chi phí bảo trì. Quy trình vận hành các nhà máy điện hạt nhân dựa trên lượng lớn dữ liệu AI phân tích giúp tự động hóa các tác vụ, tăng độ tin cậy và tránh sai sót. Hơn nữa, AI có tiềm năng phân tích và dự đoán đáng kể để giúp giám sát các quy trình của nhà máy điện và phát hiện sự bất thường.

An ninh hạt nhân và bảo vệ bức xạ

Khi ngày càng có nhiều quốc gia chọn sử dụng công nghệ hạt nhân vì mục đích hòa bình và áp dụng các chương trình điện hạt nhân, IAEA liên tục làm việc để bảo vệ con người và môi trường khỏi tác hại tiềm ẩn của bức xạ ion hóa. AI có thể đóng góp vào an ninh và an toàn hạt nhân theo nhiều cách như tham gia vào các việc: xử lý dữ liệu từ các hệ thống quan trắc để tăng cường phát hiện, xác định hạt nhân và vật liệu phóng xạ khác; phân tích dữ liệu từ các hệ thống bảo vệ thực thể nhằm cải thiện khả năng phát hiện xâm nhập; phát hiện những điểm bất thường chỉ ra một cuộc tấn công mạng vào cơ sở hạt nhân... Hơn nữa, trong lĩnh vực bảo vệ bức xạ, việc tích hợp AI trong phần mềm liên quan đến tiêu chuẩn an toàn có thể củng cố việc bảo vệ hàng triệu công nhân bị phơi nhiễm nghề nghiệp trong y học, xây dựng, khai thác mỏ, vận chuyển, nông nghiệp và năng lượng hạt nhân.

*

* *

Với sự phát triển của khoa học và công nghệ, AI đã và đang đóng vai trò quan trọng vào lĩnh vực kỹ thuật và công nghệ hạt nhân từ ứng dụng trong nông nghiệp, y tế, công nghiệp, môi trường, năng lượng và thăm dò

không gian... Đặc biệt, công nghệ này sẽ có ý nghĩa quan trọng đối với công tác thúc đẩy nghiên cứu khoa học, phát triển ứng dụng năng lượng nguyên tử của đất nước trong bối cảnh Việt Nam hướng đến cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0, ứng dụng công nghệ, năng lượng nguyên tử “vì mục đích hòa bình” ✍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tyler J. Bradshaw, Ronald Boellaard, Joyita Duttaet, et al. (2022), “Nuclear medicine and artificial intelligence: Best practices for algorithm development”, *Nuclear Medicine*, **63(4)**, pp.500-510, DOI: 10.2967/jnumed.121.262567.
2. International Atomic Energy Agency - IAEA (2020), *The Future of Atoms: Artificial Intelligence for Nuclear Applications*, <https://www.iaea.org/newscenter/news/the-future-of-atoms-artificial-intelligence-for-nuclear-applications>, accessed 23 September 2023.
3. Zhibiao Cheng, Junhai Wen, Gang Huang, Jianhua Yan (2021), “Applications of artificial intelligence in nuclear medicine image generation”, *Quant. Imaging Med. Surg.*, **11(6)**, pp.2792-2822, DOI: 10.21037/qims-20-1078.
4. Qingyu Huang, Shinian Peng, Jian Deng, et al. (2023), “A review of the application of artificial intelligence to nuclear reactors: Where we are and what's next”, *Science Direct*, **9(3)**, DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13883.
5. International Atomic Energy Agency - IAEA (2022), *Artificial Intelligence for Accelerating Nuclear Applications, Science and Technology*, 98pp.