



Mobile App Airnow kiểm định chất lượng không khí tại Hoa Kỳ. Nguồn: www.hust.edu.vn.

ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ DỮ LIỆU LỚN TRONG BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG: BÀI HỌC QUỐC TẾ VÀ GỢI Ý CHO VIỆT NAM

Phạm Thu Trang

Tổ chức Winrock International Việt Nam



Trong bối cảnh ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên nghiêm trọng, việc ứng dụng công nghệ hiện đại vào công tác giám sát và quản lý môi trường là xu thế tất yếu. Trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big data) đang mở ra những cơ hội mới trong việc dự báo, phát hiện và giảm thiểu ô nhiễm một cách hiệu quả. Bài viết phân tích bài học từ một số quốc gia tiên tiến trên thế giới và đề xuất hướng đi phù hợp cho Việt Nam trong việc ứng dụng AI và Big data vào bảo vệ môi trường.



Bài học từ thế giới

Trên thế giới, AI và Big data cũng đã được triển khai trong nhiều lĩnh vực để giảm thiểu ô nhiễm như: giám sát, dự báo, cảnh báo ô nhiễm; tối ưu hóa năng lượng, giảm thiểu ô nhiễm. Trong lĩnh vực môi trường, AI được sử dụng để phân tích dữ liệu môi trường, dự báo ô nhiễm, tối ưu hóa các hệ thống xử lý chất thải. Trong báo cáo thế giới 2023 về AI, ngành này được đánh giá là trụ cột quan trọng trong chuyển đổi xanh. Trong khi đó, Big data giúp phát hiện các xu hướng, mẫu hình và thông tin hữu ích, hỗ trợ ra quyết định chính xác và kịp thời dựa vào dữ liệu từ cảm biến, hình ảnh vệ tinh.

Hoa Kỳ được coi là quốc gia thành công trong việc ứng dụng AI giám sát môi trường và năng lượng. Tại Hoa Kỳ, Cơ quan bảo vệ môi trường (EPA) đã triển khai các hệ thống AI để giám sát chất lượng không khí và nước. Hệ thống AirNow của quốc gia này sử dụng dữ liệu từ hàng nghìn cảm biến để cung cấp thông tin thời gian thực về chất lượng không khí, giúp người dân và chính quyền đưa ra quyết định kịp thời. Trong lĩnh vực năng lượng, từ năm 2021, AI được sử dụng trong hệ thống lưới điện thông minh giúp tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng, giúp giảm 15-20% lượng khí thải CO₂ tại các bang.

Liên minh châu Âu đã và đang tích cực sử dụng AI và big data trong việc xây dựng và thực hiện các chính sách môi trường, đặc biệt về giảm thiểu ô nhiễm. Nổi bật là Chương trình Copernicus: cung cấp dữ liệu vệ tinh miễn



Trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn là công cụ hữu hiệu giúp giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Nguồn: linkedin.com.

phí về môi trường, hỗ trợ các quốc gia thành viên trong việc giám sát và quản lý tài nguyên thiên nhiên; hệ thống EARTH (environmental assessment and reporting tool for health) sử dụng AI để phân tích dữ liệu môi trường và đánh giá tác động đến sức khỏe con người, giúp các nhà hoạch định chính sách đưa ra quyết định dựa trên bằng chứng. Các dự án AI4EO (AI for earth observation) cũng đã giúp giảm tới 18% rác thải nhựa tại vùng ven biển Tây Ban Nha thông qua phân tích dữ liệu vệ tinh và AI từ năm 2020. Tại Đức, AI được ứng dụng để quản lý giao thông và giảm phát thải tại các đô thị lớn như Berlin, Hamburg. Dự án “Green Mobility” kết hợp AI và cảm biến để điều phối tín hiệu giao thông, từ đó giúp giảm thời gian chờ đèn đỏ và lượng khí thải CO₂ từ phương tiện giao thông. AI cũng được ứng dụng trong phân loại rác tự động tại các trung tâm tái chế lớn của quốc gia này. Hà Lan đã áp dụng AI để kiểm soát nước và chất lượng đất nông nghiệp. Dự án “Digital Delta” tích hợp dữ liệu từ hàng nghìn cảm biến mực nước, độ mặn và độ nhiễm bẩn, giúp ngăn ngừa ô nhiễm và hạn hán. AI cũng được sử dụng để dự đoán hiện tượng xâm nhập mặn và xử lý nước thải nông nghiệp.

Tại châu Á, Trung Quốc đang đầu tư mạnh mẽ vào việc sử dụng big data để quản lý ô nhiễm môi trường. Quốc gia này đã triển khai hệ thống “Skynet” với hơn 20 triệu camera giám sát, kết hợp với dữ liệu từ các cảm biến môi trường để theo dõi và kiểm soát ô nhiễm không khí và nước. Ngoài ra, Trung Quốc cũng sử dụng AI để dự đoán hiện tượng sương mù dày đặc và đưa ra cảnh báo sớm cho người dân. Một nghiên cứu năm 2022 của Đại học Thanh Hoa cho thấy, ứng dụng AI giúp giảm 12% mức độ ô nhiễm không khí tại Bắc Kinh trong mùa đông.

Ấn Độ có hệ thống SAFAR (System of air quality and weather forecasting and research) sử dụng AI để cung cấp dữ liệu theo thời gian thực và dự báo xu hướng ô nhiễm trong 3 ngày. Ngoài ra, AI được tích hợp vào hệ thống phân tích chất lượng nước tại các con sông lớn để kiểm tra nồng độ vi khuẩn, hóa chất độc hại và cảnh báo sớm ô nhiễm.

Hàn Quốc kết hợp AI và cảm biến internet vạn vật (IoT) trong chương trình “Smart City” tại Seoul để giám sát chất lượng không khí trong nhà và ngoài trời. Dữ liệu được chia sẻ với người dân qua ứng dụng di động, giúp họ điều chỉnh lịch sinh hoạt. Chính phủ Hàn Quốc cũng đã thử nghiệm robot thu gom rác thải nhựa tại các bãi biển, được điều khiển bằng AI và học máy.

Nhật Bản được đánh giá là quốc gia tiên phong ứng dụng AI vào mô hình kinh tế tuần hoàn. Công ty Hitachi phát triển hệ thống AI dự báo nhu cầu tái chế và lượng chất thải phát sinh theo mùa. Thành phố Yokohama tích



Mô hình Skynet 2.0 của Trung Quốc. Nguồn: the-sun.com.

hợp dữ liệu rác thải, giao thông và thời tiết để tối ưu hóa tuyến thu gom rác, giúp giảm 24% lượng khí thải từ xe thu gom trong năm 2022.

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn trong giảm thiểu ô nhiễm tại Việt Nam

Tại Việt Nam, việc ứng dụng AI và Big data trong lĩnh vực môi trường và giảm thiểu ô nhiễm đã có những bước tiến đáng kể. Cụ thể, AI và Big data đã được các nhà khoa học ứng dụng trong việc giám sát và dự báo ô nhiễm không khí. Một ví dụ tiêu biểu là dự án Fi-Mi (Hệ thống di động quan trắc và dự đoán chất lượng không khí ứng dụng AI), được nghiệm thu vào năm 2023, do các nhà khoa học tại Đại học Bách khoa Hà Nội thực hiện. Dự án này xây dựng hệ thống theo dõi các thông số ô nhiễm không khí, nguồn phát thải ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Từ tháng 7/2020 đến tháng 12/2022, các nhà khoa học của Cục Viễn thám Quốc gia đã ứng dụng Big data thành công trong viễn thám để giám sát và giảm thiểu ô nhiễm không khí từ các khu xử lý rác thải. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ vệ tinh Sentinel-5P và quan trắc mặt đất để xây dựng bản đồ chất lượng không khí, xác định sự phát tán của các chất ô nhiễm như SO₂, NO₂ và CH₄.

Năm 2022, Trung tâm Công nghệ Thông tin và Giám sát Tài nguyên nước thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường) đã triển khai hệ thống giám sát chất lượng nước mặt bằng công nghệ cảm biến IoT và phân tích Big data. Hệ thống được đặt tại 25 điểm quan trắc trên các con sông lớn như sông

Hồng, sông Đáy và sông Đòng Nai, cho phép phân tích theo thời gian thực các chỉ tiêu pH, DO, COD, độ đục và nhiệt độ nước. Theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp và Môi trường, năm 2023, hệ thống đã giúp phát hiện sớm 17 đợt ô nhiễm vượt ngưỡng tại các lưu vực sông.

Các dự án như “Sáng kiến thành phố giảm nhựa” tại Đà Nẵng và Hội An đã ứng dụng AI để theo dõi dòng rác thải nhựa, phân loại nguồn phát sinh và tối ưu hóa tuyến thu gom. Ngoài ra, ứng dụng điện thoại “rác thải nhựa thông minh” do công ty Grac phát triển cũng đã giúp cộng đồng và chính quyền ghi nhận, phân tích và xử lý các điểm nóng rác thải nhựa. Theo Grac, đến năm 2024, nền tảng đã thu hút trên 100.000 người dùng tại 12 tỉnh, thành phố.

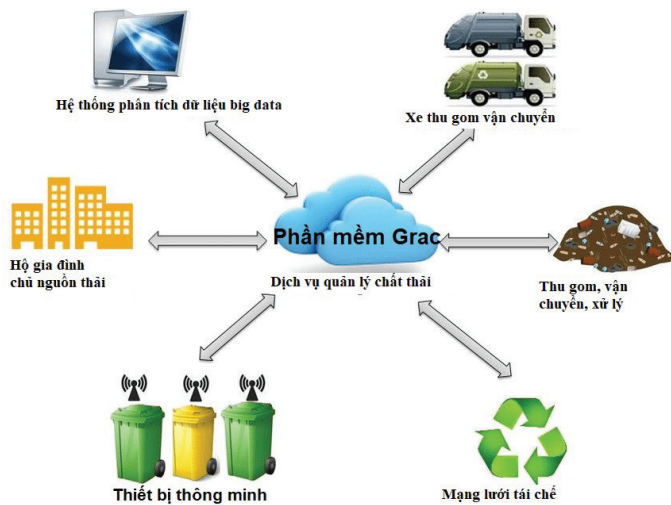
Một số vấn đề cần quan tâm

Những rào cản

Mặc dù đã có một số ứng dụng bước đầu, Việt Nam hiện vẫn đối mặt với nhiều rào cản sau đây:

i) Thiếu nền tảng dữ liệu đồng bộ và chất lượng cao: các dữ liệu môi trường ở Việt Nam còn phân tán, thiếu chuẩn hóa, khó tích hợp và chưa sẵn sàng cho phân tích bằng AI. Nhiều địa phương vẫn thu thập dữ liệu thủ công, thiếu thiết bị cảm biến và chưa có cơ chế chia sẻ hiệu quả giữa các cấp, ngành;

ii) Năng lực phân tích và triển khai còn hạn chế: số lượng chuyên gia AI và khoa học dữ liệu tại Việt Nam vẫn còn thấp. Các mô hình AI hiện tại chủ yếu mới dừng ở mức thử



Nền tảng Grac đã thu hút trên 100.000 người sử dụng. Nguồn: grac.vn.

nghiệm nhỏ, chưa có hệ sinh thái đủ mạnh để ứng dụng trên diện rộng. Khả năng ứng dụng AI để ra quyết định công còn hạn chế, do thiếu sự phối hợp giữa kỹ thuật và quản lý;

iii) Cơ chế chính sách chưa khuyến khích mạnh mẽ: Việc đầu tư cho AI và Big data trong lĩnh vực môi trường chưa được xem là ưu tiên quốc gia; chưa có cơ chế rõ ràng về pháp lý cho việc sử dụng dữ liệu, bảo vệ quyền riêng tư, an toàn thông tin cũng như phân bổ ngân sách hiệu quả cho công nghệ số trong ngành tài nguyên - môi trường;

iv) Thiếu hợp tác công - tư: sự tham gia của doanh nghiệp, startup và các viện nghiên cứu trong lĩnh vực này vẫn còn rời rạc, chưa có cơ chế khuyến khích đủ mạnh để thúc đẩy hợp tác công - tư. Các dự án công nghệ thường bị giới hạn bởi ngân sách hoặc không có hành lang thử nghiệm (sandbox) phù hợp;

v) Thiếu kết nối với xu thế quốc tế: Việt Nam chưa tham gia sâu vào các sáng kiến toàn cầu về công nghệ môi trường như mạng lưới dữ liệu khí quyển toàn cầu, nền tảng AI cho môi trường của Chương trình môi trường Liên hợp quốc, hay các dự án mở về dữ liệu Trái đất. Điều này khiến chúng ta mất cơ hội tiếp cận công nghệ tiên tiến và dữ liệu quy mô lớn.

Những bước đi cần thiết

Để ứng dụng thành công AI và Big data trong giảm thiểu ô nhiễm tại Việt Nam cần có những định hướng sau:

Xây dựng nền tảng dữ liệu môi trường quốc gia: Việt Nam cần thiết lập một hệ thống dữ liệu môi trường toàn diện, kết nối dữ liệu từ các trạm quan trắc, cảm biến IoT, hình ảnh vệ tinh và báo cáo từ địa phương. Dữ liệu phải được chuẩn hóa, mở rộng khả năng chia sẻ và sử dụng bởi các cơ quan nhà nước, viện nghiên cứu và doanh nghiệp. Việc này đòi hỏi chính phủ đóng vai trò trung tâm trong thiết

kế khung pháp lý và hạ tầng kỹ thuật.

Tăng cường đầu tư vào các mô hình thí điểm ứng dụng AI: Việt Nam nên khuyến khích phát triển các mô hình thử nghiệm AI trong từng lĩnh vực cụ thể như: giám sát ô nhiễm không khí tại đô thị lớn, theo dõi chất lượng nước ở các lưu vực sông, phát hiện vi phạm xả thải công nghiệp qua camera thông minh, robot tự động thu gom rác thải... Các dự án này có thể được triển khai theo hình thức hợp tác công tư (PPP) để tận dụng thế mạnh từ khu vực tư nhân.

Phát triển nguồn nhân lực và nâng cao năng lực thể chế: Việt Nam cần một lực lượng chuyên gia đủ mạnh về khoa học dữ liệu, AI và quản lý môi trường. Do đó, cần sớm đưa các nội dung liên quan vào chương trình đào tạo đại học, cao học và các chương trình bồi dưỡng công chức. Đồng thời, các cơ quan quản lý cần cải thiện khả năng tiếp nhận công nghệ, minh bạch hóa hoạt động, tạo môi trường khuyến khích đổi mới sáng tạo.

Tích hợp công nghệ vào quy hoạch và chính sách: AI và Big data cần được tích hợp vào các công cụ hỗ trợ ra quyết định trong xây dựng chính sách như: dự báo ô nhiễm để quy hoạch đô thị, phân tích tác động môi trường (EIA), đánh giá hiệu quả đầu tư công trong lĩnh vực xử lý chất thải. Những dữ liệu này sẽ giúp chính sách môi trường khoa học hơn, phản ứng nhanh hơn và tiết kiệm hơn.

Thúc đẩy hợp tác quốc tế và học hỏi kinh nghiệm: Việt Nam có thể tham gia các chương trình quốc tế như Copernicus của châu Âu, AI4EO hay các sáng kiến từ Chương trình môi trường của Liên hợp quốc, Ngân hàng Thế giới về công nghệ môi trường. Việc hợp tác sẽ giúp Việt Nam tiếp cận dữ liệu toàn cầu, công nghệ nguồn mở và nhận được sự hỗ trợ về tài chính, kỹ thuật để triển khai các dự án thí điểm có tính lan tỏa cao.

Ứng dụng công nghệ trong quản lý tài chính môi trường: Việt Nam nên xem xét một hướng đi tiềm năng là ứng dụng AI trong xác định đối tượng chịu thuế môi trường, kiểm tra tuân thủ và phân tích hiệu quả chính sách tài khóa xanh. Việc xây dựng mô hình phân tích rủi ro về môi trường trong cấp tín dụng ngân hàng, hay mô hình định lượng lượng phát thải carbon để giao dịch trên thị trường carbon cũng cần công cụ dữ liệu và AI hỗ trợ.

*
* *

Tóm lại, trong bối cảnh biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường ngày càng nghiêm trọng, việc ứng dụng AI và Big data là hướng đi tất yếu và đầy triển vọng. Thông qua việc học hỏi kinh nghiệm quốc tế, đầu tư bài bản vào hạ tầng dữ liệu và nhân lực, Việt Nam hoàn toàn có thể tận dụng tốt sức mạnh công nghệ để bảo vệ môi trường và hướng đến phát triển bền vững.