

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC

Lê Văn Linh*, Nguyễn Tú Anh⁽¹⁾
Nguyễn Hoàng Bách

TÓM TẮT

Làm thế nào để quản lý nước hiệu quả là vấn đề nhức nhối trong bối cảnh môi trường bị ô nhiễm, nhu cầu sử dụng nước tăng lên và nước là một tài nguyên hữu hạn? Với sự phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, nhiều công nghệ đã được ứng dụng trong lĩnh vực tài nguyên nước (TNN) nhằm mục tiêu tiết kiệm năng lượng, sử dụng bền vững TNN nói riêng và tài nguyên nói chung. Bài báo giới thiệu một số công nghệ số phổ biến đã và đang được nghiên cứu áp dụng trong quản lý TNN trên thế giới.

Từ khóa: Công nghiệp 4.0, trí tuệ nhân tạo (AI), internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big data).

Nhận bài: 2/11/2022; **Sửa chữa:** 28/11/2022; **Duyệt đăng:** 2/12/2022.

1. Mở đầu

TNN vốn gắn liền với phát triển kinh tế và xóa đói giảm nghèo, sự sẵn có của các nguồn nước và việc quản lý chúng là những yếu tố quyết định chiến lược tăng trưởng của một quốc gia [1]. Trong số 17 Mục tiêu Phát triển bền vững của Liên hợp quốc, Mục tiêu Phát triển bền vững 6 (SDG 6) nhằm đảm bảo sự sẵn có của nước, quản lý hiệu quả TNN và vệ sinh an toàn cho tất cả mọi người vào năm 2030 được coi là một trong những mục tiêu cốt lõi, có quan hệ mật thiết và ảnh hưởng đến nhiều mục tiêu khác. Tuy nhiên, theo báo cáo Cập nhật tiến độ năm 2017 về Nước uống, Công trình vệ sinh và Vệ sinh cá nhân của WHO và UNICEF [2] dự báo đến năm 2030, tình trạng khan hiếm nước sẽ khiến 700 triệu người phải di dời, thay đổi nơi sống.

Báo cáo Cập nhật tiến độ 2021 về SDG 6 của UN-Water [3] đã chỉ ra, cần tăng cường hơn nữa các nỗ lực để đạt được mục tiêu đưa ra vào năm 2030 như: (i) Về dịch vụ nước uống, để đạt được mục tiêu phổ cập tiếp cận với nguồn nước “được quản lý an toàn” sẽ đòi hỏi tốc độ tiến độ gấp bốn lần so với tốc độ hiện tại; (ii) Về công trình vệ sinh, để đạt được mục tiêu tiếp cận toàn diện với hệ thống vệ sinh “cơ bản”, yêu cầu tốc độ tăng gấp đôi so với tốc độ tiến độ hiện tại và để đạt được mục tiêu tiếp cận phổ biến đối với hệ thống vệ sinh “được quản lý an toàn”, yêu cầu tốc độ tăng gấp bốn lần so với tốc độ tiến độ hiện tại và (iii) Về vệ sinh cá nhân, để đạt được mục tiêu tiếp cận toàn diện với hệ thống vệ sinh cơ bản, yêu cầu tốc độ tăng gấp bốn so với tốc độ tiến độ hiện tại. Để tăng tốc độ tiến độ đòi hỏi phải tăng đáng kể mức đầu tư hiện tại vào các dịch vụ nước

uống và dịch vụ vệ sinh. Các giải pháp và công nghệ tài chính truyền thống đã được chứng minh là không đủ trong việc giải quyết những thách thức này, nếu không có giải pháp, hành động nào phù hợp và mạnh mẽ hơn thì chắc chắn không thể đạt được SDG 6 theo đúng tiến độ [4]. Để đảm bảo tiến trình đạt được mục tiêu này cần đổi mới và phát triển các phương pháp tiếp cận theo hướng sáng tạo để giải quyết vấn đề chất lượng nước, khan hiếm nước.

Sáng kiến Thế giới năm 2050 (TWI2050) do Viện Quốc tế về Phân tích hệ thống ứng dụng (IIASA) thực hiện nhằm mục đích cung cấp cơ sở khoa học cho Chương trình Nghị sự 2030 đã đưa ra 6 chuyển đổi quan trọng để đảm bảo tiến trình đạt được các Mục tiêu Phát triển bền vững, trong đó có Cách mạng kỹ thuật số [5]. Theo đó, Cách mạng kỹ thuật số là tập hợp của nhiều công nghệ tiên tiến có thể hỗ trợ đạt được các mục tiêu phát triển bền vững. Tuy nhiên, việc áp dụng các công nghệ này một cách không phù hợp cũng đồng thời đe dọa và cản trở tiến trình này. Do đó, cần nghiên cứu cách kết hợp linh hoạt các công nghệ kỹ thuật số nhằm thúc đẩy quá trình thực hiện Chương trình nghị sự 2030, vì một tương lai xanh và bền vững. Đồng thời, cần xây dựng cấu trúc quản trị và lộ trình hướng tới tương lai cụ thể, sao cho sự đánh đổi tiềm năng liên quan đến môi trường, xã hội và con người của một cuộc cách mạng khoa học, công nghệ, sáng tạo (STI) được kiểm soát.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (4IR) cung cấp các công nghệ mới, mang tính đột phá với nền tảng chuyển đổi kỹ thuật số và tự động hóa có tiềm năng cao để đẩy nhanh tiến độ nhằm đạt được các mục tiêu

¹ Viện Khoa học tài nguyên nước

đặt ra trong Chương trình nghị sự 2030 nói chung và SDG nói riêng. Các công nghệ mới đó là: Trí tuệ nhân tạo (AI); Internet vạn vật (IoT); Dữ liệu lớn (Big data); Blockchain; Drone; Thực tế ảo và tăng cường (VR/AR). Các công nghệ có thể liên kết với nhau để xóa bỏ hạn chế khi các công nghệ hoạt động riêng biệt và có thể kết nối, chuyển đổi thành một hệ thống toàn diện phức hợp gồm các yếu tố liên kết và phụ thuộc với nhau. Mục tiêu của bài báo cung cấp cách nhìn tổng quan về một số ứng dụng kỹ thuật số điển hình trong quản lý TNN, chủ yếu tập trung vào 3 công nghệ phổ biến là trí tuệ nhân tạo (AI), internet vạn vật (IoT) và dữ liệu lớn (Big data) [4].

2. Khái niệm và mối quan hệ của các công nghệ kỹ thuật số

2.1. Trí tuệ nhân tạo (AI)

Định nghĩa về trí tuệ nhân tạo (AI) thay đổi tùy thuộc vào tổ chức và ngữ cảnh nó được sử dụng. Theo Tổ chức Hợp tác và phát triển kinh tế (OECD), hệ thống AI là: “một hệ thống dựa trên máy móc có thể thực hiện một số mục tiêu nhất định do con người xác định, đưa ra dự đoán, đề xuất hoặc quyết định ảnh hưởng đến môi trường thực hoặc ảo. Hệ thống AI được thiết kế để hoạt động với nhiều mức độ tự chủ khác nhau” [6]. Các hệ thống AI thường xuyên có xu hướng bắt chước hành vi thông minh tự nhiên của con người và được phát triển để giải quyết các vấn đề cụ thể tốt hơn con người.

AI có khả năng ảnh hưởng đến tất cả các bộ phận của nền kinh tế và biến đổi phương thức làm việc, sinh sống của con người. AI là một công nghệ quan trọng và cơ bản trong thời kỳ công nghiệp 4.0. Số lượng những ứng dụng AI đã tăng lên trong những năm gần đây nhờ những tiến bộ về năng lực tính toán, điện toán đám mây và khả năng tiếp cận cơ sở dữ liệu ngày càng tăng cùng với các công cụ phân tích phức tạp [4]. Trong lĩnh vực TNN, các quá trình thủy văn có thể được coi là một quá trình phi tuyến tính trong tự nhiên [7], [8]. Theo đó, một số biến số như dòng chảy và lượng mưa ở các địa điểm khác nhau có các tham số khác nhau phụ thuộc vào thời gian. Do đó, cần phải mô tả, diễn giải và phân tích các quá trình phi tuyến tính này. Khi các thuật toán và thông số của AI được xây dựng một cách thích hợp để lập mô hình, mô hình được tạo ra sẽ mang lại hiệu quả kinh tế, rút ngắn thời gian và đưa ra kết quả chính xác hơn. Đây là một trong những lợi thế quan trọng nhất của AI. Hơn nữa, độ chính xác và chức năng của một mô hình có thể được kiểm soát bằng các tập dữ liệu được lưu trữ. Một trong những điểm quan trọng là người điều khiển mô hình cần có khả năng xác định mối quan hệ trong các quá trình thủy văn và ảnh hưởng của các thông số, đồng thời có thể chọn hoặc thay đổi các thông số, chức năng, số lập, thuật toán của mô hình trong trường hợp biến đổi. Trong bối cảnh đó, các

nghiên cứu sử dụng kỹ thuật AI liên quan đến TNN đã nhấn mạnh tầm quan trọng của vấn đề này [9].

2.2. Internet vạn vật (IoT) và dữ liệu lớn (Big data)

Internet vạn vật (IoT) đề cập đến mạng lưới các thiết bị và đối tượng được kết nối với internet đang phát triển nhanh chóng [4]. Các thiết bị, đối tượng này được đưa vào hộ gia đình, nơi làm việc hàng ngày của chúng ta và chúng có thể cùng nhau thực hiện các tác vụ cụ thể trên môi trường khác nhau. Các thiết bị này được kết nối với các máy tính mạnh trong “đám mây” nhằm hỗ trợ giao tiếp giữa người với vật và giữa vật thể với đối tượng. Việc áp dụng IoT trên quy mô lớn sẽ tạo ra một lượng lớn dữ liệu. Tuy nhiên, bởi kích thước, sự đa dạng và tốc độ tạo lập là hạn chế nên việc phân tích lượng lớn dữ liệu trên bằng các công nghệ truyền thống sẽ không thực tế. Do đó, sự ra đời của công nghệ dữ liệu lớn (Big data) sẽ hỗ trợ đưa ra những kết quả có độ tin cậy cao và những thông tin đa dạng hơn từ dữ liệu cơ bản, dần dần giúp thay thế các kỹ thuật thu thập, xử lý dữ liệu truyền thống.

Việc triển khai IoT và dữ liệu lớn có khả năng tác động sâu sắc đến nhiều lĩnh vực, cũng như mở ra các cơ hội và ứng dụng hoàn toàn mới. Liên quan đến quản lý nước, IoT có thể tối đa hóa việc sử dụng nước hiệu quả thông qua các giải pháp mới để cải thiện quản lý nước. Các dự án về nước thường khá phức tạp, vì nhiều thành phố phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng cũ. Do đó, việc sử dụng IoT có thể hỗ trợ các thành phố giảm chi phí vận hành liên quan đến xây dựng và bảo trì (ibid.).

Mục tiêu của IoT và dữ liệu lớn trong TNN là thúc đẩy tiếp cận tích hợp và toàn diện dựa trên IoT đối với số lượng, chất lượng nước và giám sát môi trường bằng cách đưa ra những phương pháp dựa trên cơ sở khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo hướng tới quản lý bền vững TNN [10]. Một số ứng dụng của IoT và dữ liệu lớn trong lĩnh vực TNN được đưa ra trong các mục tiếp theo.

2.3. Mối liên hệ giữa trí tuệ nhân tạo (AI) với internet vạn vật (IoT) và dữ liệu lớn (Big data)

Chất lượng nước mặt ở các nước đang phát triển được dự báo ngày càng trầm trọng do lượng nước thải ngày càng tăng trong khi khả năng xử lý nước thải chưa được cải thiện. Hậu quả tất yếu là sự gia tăng hiện tượng phú dưỡng, nguy cơ cao mất đa dạng sinh học và tình trạng khó kiểm soát các bệnh lây truyền qua nước. AI, cảm biến thông minh và các công nghệ IoT khác đã được ứng dụng để giám sát việc xử lý chất thải của các nhà máy, từ đó có phương án tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và lên kế hoạch bảo trì thiết bị thích hợp dựa trên dữ liệu lịch sử [11]. Những điểm chưa hiệu quả của các hệ thống dịch vụ về nước hiện tại đã và đang được giải quyết thông qua việc phân tích dựa trên sự kết hợp giữa AI với các cảm biến IoT. Đây là một sự kết hợp

đủ mạnh để liên tục quan trắc, dự báo và đáp ứng nhu cầu nước một cách hiệu quả, bền vững nhất [11]. Ngoài ra, sự tích hợp giữa IoT với AI có thể tạo ra một công nghệ mạnh hỗ trợ giải quyết những vấn đề của IoT. Một trong số đó là vấn đề liên quan đến khối lượng dữ liệu khổng lồ được tạo ra từ các thiết bị IoT khác nhau. Với khả năng phân tích đáng kể của AI, dữ liệu IoT có thể được phân tích hiệu quả để trích xuất thông tin có ý nghĩa, từ đó hỗ trợ phân tích để đưa ra các quyết định sáng suốt hơn [12].

Thu thập dữ liệu là một công việc quan trọng, nhưng bên cạnh đó, việc sắp xếp, phân tích và đánh giá dữ liệu là những công việc không kém phần quan trọng [13]. AI là công cụ giúp phân tích và hỗ trợ ra quyết định từ dữ liệu được thu thập bởi các thiết bị IoT qua các chương trình quan trắc bổ sung từ xa. Như vậy, việc tích hợp AI và IoT sẽ khai phá phần lớn tiềm năng của dữ liệu IoT. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức làm cho sự kết hợp giữa IoT với AI trở nên kém hiệu quả. Những thách thức này bao gồm tính pháp lý, tính không đồng nhất, tính bảo mật và quyền riêng tư, độ chính xác, tốc độ, kiến trúc trung tâm và cả những lỗi không đáng có [12].

3. Các ứng dụng công nghệ kỹ thuật số trong quản lý TNN

3.1. Trí tuệ nhân tạo (AI)

3.1.1. Ứng dụng của AI trong quản lý nước và nước thải

Các ứng dụng chính hiện có và tiềm năng của AI trong cấp nước và quản lý nước thải có thể được áp

dụng để đánh giá hiệu suất; tối ưu hóa các hoạt động; phát hiện rò rỉ đường ống [6]. Một số ứng dụng chính của AI trong cấp nước và quản lý nước thải được tóm tắt trong Bảng 1. Mức độ ứng dụng của AI dao động từ các chatbot đơn giản để hỗ trợ khách hàng cho đến các hệ thống quan trọng để tư vấn hoặc hỗ trợ vận hành, duy trì việc xử lý nước và nước thải. Phạm vi cũng bao gồm từ nguồn nước đến xả nước thải. Ngoài ra, AI cũng hỗ trợ quản lý tổng hợp chu trình nước (ibid.).

Một ứng dụng cụ thể của AI trong xử lý nước thải được phát triển bởi Công ty EMAGIN của Canada với hệ thống trí tuệ ảo thời gian thực thích ứng kết hợp [4]. Sản phẩm này có thể được tích hợp vào các hệ thống hiện có để tối ưu hóa việc quản lý mạng lưới nước và nhà máy xử lý nước thải bằng cách cung cấp các hành động kiểm soát tối ưu dựa trên việc học hỏi từ các hoạt động trong quá khứ, dữ liệu thời gian thực và các điều kiện dự báo. Nó có thể tối ưu hóa quá trình phân hủy kỵ khí và sục khí bằng cách điều chỉnh chi phí năng lượng dựa trên cấu hình tải; hỗ trợ kiểm soát chất dinh dưỡng bằng cách tối ưu hóa các điểm đặt liều lượng hóa chất hướng vào ảnh hưởng (ví dụ: clorua sắt) để tăng cường kiểm soát phốt pho; cung cấp tính năng phát hiện đóng cặn/tắc nghẽn theo thời gian thực và tính toán tuổi thọ màng; tối ưu hóa các hệ thống xử lý nước thông thường và theo hướng màng, tăng cường quá trình keo tụ, đông tụ với việc kiểm soát liều lượng hóa chất dự đoán nhiều lớp tiên tiến và tối đa hóa khả năng phục hồi màng dựa trên các dự đoán về chất lượng nước cấp. Nó cũng có thể tận dụng AI để quản lý tối ưu mạng lưới truyền tải và phân phối nước với giám sát chất lượng nước theo thời

Bảng 1. Các ứng dụng hiện có và tiềm năng của AI trong quản lý nước và nước thải [6]

Phân loại	Áp dụng	Nghiên cứu điển hình
Quản lý TNN	Dự đoán quản lý nhu cầu nước ngắn hạn/dài hạn	Các công cụ thông minh cùng với thông tin không gian địa lý và mô hình hóa để phát hiện, dự đoán các vấn đề TNN
Xử lý nước và nước thải	Đánh giá hiệu suất	Khai thác dữ liệu chất lượng nước
	Tối ưu hóa hoạt động	Tối ưu hóa và kiểm soát hệ thống bao gồm cả tốc độ bơm tác động đến chi phí năng lượng
	Dự đoán chất lượng nước	Dự đoán chất lượng nước thô hoặc nước đã qua xử lý dựa trên nhiều tham số đầu vào
Cung cấp nước	Phát hiện rò rỉ	Xác định rò rỉ và nước không thu được
	Giám sát tuổi thọ đường ống	Mô hình hóa sự xuống cấp đường ống và ống nước thải
	Tối ưu hóa việc sử dụng nước	Các thiết bị thông minh kiểm soát lượng nước tiêu thụ
Xả nước thải	Quản lý xả nước thải	Phối hợp xả nước thải kết hợp chảy tràn trong thời gian mưa để giảm chi phí bơm
	Truy tìm chất ô nhiễm	Xác định nguồn ô nhiễm quan sát được ở hạ lưu
Xử lý bùn	Quản lý quá trình xử lý bùn	Tối ưu hóa các quy trình đốt sử dụng AI
Dịch vụ khách hàng	Nhận thức và các dịch vụ bổ sung	Tương tác với khách hàng bằng các công cụ AI như Chatbots
	Thuế và chi nhánh công ty	Tối ưu hóa dịch vụ thông qua quản lý dữ liệu và dự đoán
Khả năng phục hồi	An ninh mạng	AI được đề xuất như một công cụ chủ động để bảo vệ cơ sở hạ tầng trong các cuộc tấn công mạng
	Khả năng chống chọi với các thảm họa tự nhiên	Hệ thống cảnh báo sớm được hỗ trợ bởi AI chống lại ngập lụt đô thị.

gian thực, nâng cao khả năng phát hiện vấn đề sử dụng dữ liệu áp suất không ổn định có độ phân giải cao cùng với việc tối ưu hóa thời gian thực của các điểm đặt van giảm áp trên toàn mạng.

AI có thể cho phép tiết kiệm nước nhiều hơn từ máy bơm đến vòi nước (ibid.), cũng như đánh giá và cung cấp chính xác nhu cầu nước, AI đang trở thành một công cụ thiết yếu trong cuộc chiến chống lãng phí nước. Ngăn ngừa lãng phí nước có tầm quan trọng đặc biệt ở các nước bị căng thẳng về nước hoặc khan hiếm nước. Mỗi lít lãng phí do rò rỉ, vỡ đường ống và các hiện tượng bất thường khác là một lít có thể cứu hoặc cải thiện cuộc sống. Lượng nước thất thoát trước khi đến các hộ gia đình do vỡ đường ống ước tính khoảng 15% ở các nước phát triển và lên đến 50% ở các nước đang phát triển [14].

Một trong những ứng dụng lớn nhất của AI trong ứng dụng nước và vệ sinh là cung cấp những dữ liệu có thể thúc đẩy việc ra quyết định (ibid.). Trong đó, dữ liệu người dùng và không gian địa lý có thể được sử dụng để quyết định nơi cần xây dựng các công trình vệ sinh, nước uống nhằm đáp ứng nhu cầu của hầu hết các cộng đồng dễ bị tổn thương. Thêm nữa, dữ liệu đó có thể được sử dụng để hiểu khoảng cách cung, cầu về nước và giúp cung cấp nước ở những nơi cần thiết nhất (ở cấp khu vực, cấp cộng đồng hoặc trong cơ sở của một công ty). Ngoài ra, dữ liệu đó còn có thể được sử dụng để tư vấn về quản lý nước tốt hơn và quản lý nước ở cấp lưu vực.

Ứng dụng AI trong TNN tại Việt Nam chủ yếu được ứng dụng trong các nghiên cứu về phân tích dòng chảy, đánh giá dự báo chất lượng nước. Cao Hoàng Hải và cộng sự, 2019 đã ứng dụng 2 mô hình AI là Random Forest (RF) và Support Vector Machine (SVM/SVR) để dự báo thử nghiệm dòng chảy đến hồ sông Hình trên lưu vực sông Ba [15]. Hoàng Thị An và cộng sự, 2022 với nghiên cứu kết hợp mô hình thủy lực và AI trong mô phỏng chất lượng nước. Mô hình AI sử dụng thuật toán MLP - ANN xây dựng quan hệ hồi qui giữa lưu lượng nước sông và nồng độ các nguồn thải với các chỉ số chất lượng nước để dự báo chất lượng nước tại các vị trí kiểm soát theo các kịch bản kiểm soát và quản lý nguồn thải khác nhau một cách nhanh chóng [16]. Các ứng dụng AI trong cung cấp nước, xử lý nước thải... hiện chưa có nhiều nghiên cứu được thực hiện tại Việt Nam.

3.1.2. Cơ hội và thách thức trong ứng dụng AI

AI là công nghệ đang thu hút được nhiều sự chú ý của các quốc gia do hướng đến những sự đổi mới sáng tạo. Mục tiêu của AI là nhằm nâng cao chất lượng công việc và cuộc sống của con người trong khi đảm bảo không làm trầm trọng hơn tình trạng bất bình đẳng xã hội, kinh tế, chính trị. Để có thể hiện thực hóa mục tiêu kép đó đòi hỏi các định hướng thay đổi mang tính hệ

thống toàn diện từ sửa đổi, bổ sung chính sách có liên quan đến đổi mới phương thức hoạt động của doanh nghiệp. Do đó, bên cạnh việc tập trung nguồn lực để mở rộng quy mô, Chính phủ các nước cũng cần phải đánh giá, cân nhắc về tính bền vững trong việc phát triển, ứng dụng rộng rãi hệ thống AI [17]. Bên cạnh đó, một số thách thức lớn trong việc sử dụng AI có thể kể đến là quyền riêng tư của dữ liệu, quyền sở hữu dữ liệu, quyền truy cập dữ liệu và chất lượng của dữ liệu [4].

3.2. Internet vạn vật (IoT) và dữ liệu lớn (Big data)

3.2.1. Ứng dụng của IoT và Big data trong quản lý nước và nước thải

Quản lý nước

Quản lý nguồn cung cấp nước đang trở thành một nhiệm vụ quan trọng đối với các thành phố, các cơ sở cung cấp nước trên toàn thế giới, đặc biệt trong bối cảnh thực hiện cùng phát triển kinh tế - xã hội và ứng phó với biến đổi khí hậu. Cùng với đó, IoT đang được điều chỉnh rộng rãi hơn để phù hợp với nhu cầu riêng của việc giám sát mạng lưới nước [18].

Lượng nước rò rỉ và vỡ đường ống trung bình trên toàn cầu là từ 30% - 35%, thậm chí ở một số khu vực, tỷ lệ này có thể lên tới 50% - 60% [4]. Lượng nước rò rỉ lớn như vậy đã đẩy các công ty cấp nước vào khó khăn với tình trạng sản xuất và cung cấp nước không tạo ra doanh thu. Sự ra đời của đồng hồ thông minh IoT, với khả năng thu thập dữ liệu lớn, giúp giải quyết khó khăn đang tồn tại trên. Cụ thể, đồng hồ thông minh cho phép các công ty cấp nước thường xuyên đọc đồng hồ của khách hàng trong ngày, cung cấp cho khách hàng dữ liệu tiêu thụ nước theo thời gian thực, cũng như nhanh chóng phát hiện thất thoát nước trong hệ thống (ibid.). Từ đó, có thể thấy, đồng hồ thông minh vừa hỗ trợ công ty cấp nước giám sát quá trình cấp nước, quản lý rủi ro, hỗ trợ tăng doanh thu, vừa giúp người tiêu dùng sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả, phù hợp với nhu cầu và khả năng kinh tế.

Một ứng dụng thực tế khác của IoT là trong hệ thống cảnh báo sạt lở đất do mưa lớn Alerta Rio, Brazil [19]. Hệ thống cảnh báo này thu thập dữ liệu tích hợp theo thời gian thực từ 30 cơ quan và được điều phối bởi Trung tâm điều hành của Rio de Janeiro - Trung tâm đầu tiên trên thế giới có mạng lưới đo mưa và hệ thống radar khí tượng giúp cảnh báo thiên tai hiệu quả [20]. Ngoài ra, các công nghệ IoT đã được triển khai để hỗ trợ giám sát môi trường cũng như quản lý dịch vụ. Cụ thể, IoT cho phép giám sát từ xa các đám cháy rừng, các trận động đất cũng như các trận lũ lụt và các nguy cơ ô nhiễm tiềm ẩn.

Tại Việt Nam, Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội đã triển khai Trung tâm giám sát hệ thống thoát nước, với chức năng theo dõi diễn biến mưa, quản lý lượng mưa, mực nước, giám sát tình hình hoạt động của

các trạm bơm, cửa điều tiết, camera giám sát điểm ngập úng trên hệ thống thoát nước... Ứng dụng bản đồ cảnh báo ngập úng và tìm chỉ đường qua điện thoại (HSDC maps) trên các thiết bị di động thông minh có thể hỗ trợ người dân biết được các thông tin như: Bản đồ các điểm đo lượng mưa, vị trí các điểm ngập, hình ảnh theo thời gian thực tại điểm ngập, tìm đường đi tránh ngập, cảnh báo mưa giông, gửi thông tin trực tiếp về sự cố, điểm ngập úng về Trung tâm điều hành [21].

Giám sát nước thải

TP. Holon, nằm ở trung tâm của Israel, có hệ thống nước thải đang gặp nhiều vấn đề liên quan đến việc tắc nghẽn hệ thống [4]. Để khắc phục, thành phố hướng tới lắp đặt các thiết bị đo không tiếp xúc SmartScan 50 với nhiều loại cảm biến của công nghệ ứng dụng Solid (SolidAT). Với khả năng chống chịu cao trong môi trường mêtan của thiết bị cùng tốc độ thu thập và truyền tải dữ liệu nhanh chóng và tin cậy bằng IoT, thành phố có thể kiểm soát, quản lý hệ thống cống rãnh tốt hơn nhờ giám sát mực nước, nước thải từ xa và giải pháp gửi cảnh báo qua dịch vụ tin nhắn SMS khi mực nước đạt giới hạn cao hoặc thấp.

TP. Murcia, Tây Ban Nha, đã và đang triển khai hệ thống cảm biến mạng không dây trong khuôn khổ Dự án Ecosens Aquamonitrix [22]. Hệ thống này cung cấp tính năng quan trắc, giám sát, quản lý các thông số chất lượng nước thải trực tuyến và gần thời gian thực. Cụ thể, hệ thống đã và đang được sử dụng để quan trắc hàm lượng nitrit và nitrat trong nước thải đầu ra của một nhà máy xử lý với kết quả có độ tin cậy cao và được cập nhật gần như tức thời. Nhờ IoT, hệ thống có thể tăng thêm số lượng nút cảm biến, mở rộng khả năng lưu trữ và nâng cao tốc độ xử lý. Ngoài ra, IoT có thể giúp hệ thống phát triển thêm các tính năng khác.

3.2.2. Cơ hội và thách thức trong ứng dụng IoT và Big data

Việc triển khai IoT trên quy mô lớn sẽ có tác động sâu sắc đến ngành nước, vì nó sẽ thúc đẩy việc sử dụng nước hiệu quả, cải thiện quản lý nước, giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước, từ đó giảm chi phí vận hành của các công ty cấp và thoát nước [4]. IoT có thể đảm bảo chất lượng nước và tăng cường khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu, cả hai vấn đề đang gây nhức nhối trong khu vực trong những năm gần đây. Liên quan đến đảm bảo chất lượng nước, hệ thống cảm biến có thể được lắp đặt tại các vùng nước để thu thập dữ liệu liên quan đến lưu lượng, số lượng và chất lượng nước. Các dữ liệu thu thập đó có thể được truyền tải đến hệ thống qua các thiết bị IoT. Các cảm biến hỗ trợ IoT cho phép những người ra quyết định phát hiện các vấn đề như vị trí đường nước bị ô nhiễm từ các nhà máy xử lý nước thải hay vùng nước bị phú dưỡng do sản xuất nông nghiệp, trên cơ sở đó để đưa ra các biện pháp khắc phục phù hợp [4].

Tuy nhiên, việc thu thập và lưu trữ các bộ dữ liệu khổng lồ có thể tạo ra các lỗ hổng và rủi ro mới, cũng như làm gia tăng tình trạng bất bình đẳng, làm sai lệch nhận thức, dẫn đến phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng tập trung (ibid.). Ví dụ, những người có trình độ học vấn, mức thu nhập thấp hơn sẽ gặp khó khăn trong việc truy cập hoặc tiếp cận các nội dung trực tuyến hơn so với những người có mức thu nhập cao hơn. Điều đó sẽ mở rộng “khoảng cách kỹ thuật số”.

4. Kết luận

Nhu cầu về lương thực và năng lượng ngày càng tăng cao, các ngành công nghiệp phát triển nhanh và điều kiện tất yếu về vệ sinh cơ bản của con người làm nhu cầu nước ngày càng tăng. Vì vậy, việc nghiên cứu và thực hiện những giải pháp quản lý nước một cách toàn diện, bền vững hơn trong tương lai đang trở nên hết sức cấp bách [23]. Một trong những giải pháp rất thiết thực là ứng dụng các công nghệ 4.0. Các công nghệ 4.0 giúp tiết kiệm năng lượng, TNN để phục vụ cho các mục tiêu của SDG 6. Ứng dụng các công nghệ mới, chẳng hạn như AI, IoT và Big data, có thể cung cấp các giải pháp cho hệ thống phân phối để chuyển nước một cách linh hoạt đến các khu vực có nhu cầu cao hơn tại bất kỳ thời điểm nào; phát hiện rò rỉ nước ở giai đoạn đầu, nhờ đó giảm đáng kể khả năng thất thoát nước; giám sát các nhà máy xử lý chất thải để tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và lên lịch bảo trì thiết bị dựa trên dữ liệu lịch sử.

Các cuộc khủng hoảng nước thường liên quan đến việc quản lý nước kém và có thể khẳng định rằng không một công nghệ đơn lẻ nào có đủ khả năng giải quyết tất cả các vấn đề. Vì vậy, việc lựa chọn công nghệ tích hợp và các hệ thống quản lý nước, nước thải cần phải giữ một cách nhìn tổng thể, liên ngành.

Trong bối cảnh phát triển khoa học công nghệ trên thế giới, để phát triển theo kịp các tiến bộ và khoa học kỹ thuật, Việt Nam cũng đã và đang thực hiện nhiều chính sách nhằm ứng dụng công nghệ 4.0 như: chính sách phát triển hạ tầng phục vụ dữ liệu lớn theo Quyết định số 677/QĐ-TTg ngày 18/5/2017 về việc phê duyệt Đề án “Phát triển Hệ tri thức Việt số hóa” [24]; Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0 theo Quyết định số 2813/QĐ-BKH-CN ngày 27/9/2018 phê duyệt Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn đến năm 2025: “Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0” [25]...

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Đề tài “Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn đề xuất quy định pháp luật về sử dụng tiết kiệm, tái sử dụng, tuần hoàn TNN”, mã số TNMT.2022.01.42 đã hỗ trợ nghiên cứu này ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. World Water Assessment Programme, "Water in a changing world", UNESCO and Earthscan, Paris and London, 2009.
2. WHO and UNICEF, "Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baseline", 2017.
3. UN-Water, "Summary Progress Update 2021: SDG 6 - water and sanitation for all," UN-Water, Geneva, 2021.
4. M. Stankovic, A. Hasanbeigi, and ..., "Use of 4IR technologies in water and sanitation in Latin America and the Caribbean," *Inter-American ...*, no. April, 2020, [Online]. Available: <https://www.globalefficiencyintel.com/s/Use-of-4IR-Technologies-in-Water-and-Sanitation-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
5. IIASA, "The World in 2050 - Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals 157", 2018.
6. T. Takeda, J. Kato, T. Matsumura, T. Murakami, and A. Abeynayaka, "Governance of artificial intelligence in water and wastewater management: The case study of japan", *Hydrology*, vol. 8, no. 3, pp. 1-12, 2021, doi: 10.3390/hydrology8030120.
7. G. Tayfur, *Soft computing in water resources engineering*. 2012.
8. G. Tayfur, "Modern Optimization Methods in Water Resources Planning, Engineering and Management", *Water Resour. Manag.*, vol. 31, pp. 1-29, Aug. 2017, doi: 10.1007/s11269-017-1694-6.
9. M. Ay and S. Özyıldırım, "Artificial Intelligence (AI) Studies in Water Resources", *Nat. Eng. Sci.*, vol. 3, pp. 187-195, May 2018, doi: 10.28978/nesciences.424674.
10. A. Salam, "Internet of things in water management and treatment", *Internet of Things*, pp. 273-298, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-35291-2_9.
11. C. Huneus Guzmán, "Digital Water Transformation: The Promise of Artificial Intelligence", 2019.
12. Alastair Marke, M. A. Mehling, and F. de A. Correa, *Governing Carbon Markets with Distributed Ledger Technology*. 2022. doi: 10.1017/9781108919166.
13. Ahmed Banafa, "Why IoT Needs AI", 2017.
14. World bank, "Latin America: A thirsty region with abundant water sources", 2015.
15. Cao Hoàng Hải, Trần Anh Phương, Thái Quỳnh Như and Trần Mạnh Cường, "Áp dụng mô hình trí tuệ nhân tạo vào dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Ba", *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, 2019.
16. Hoàng Thị An, Trần Thùy Nhung, Nguyễn Thanh Thủy, and Trần Anh Phương, "Nghiên cứu kết hợp mô hình thủy lực và mô hình trí tuệ nhân tạo mô phỏng chất lượng nước sông Nhuệ - Đáy," *Vietnam J. Hydrometeorol.*, vol. 739, no. 7, pp. 67-80, 2022, doi: 10.36335/vnjh.m.2022(739).67-80.
17. H. A. Intelligence, "Harnessing Artificial Intelligence for the Earth", no. January, 2018.
18. GSMA, "Smart Parking: A Guide to Ensuring a Successful Mobile IoT Deployment", Gsma, p. 17, 2017, [Online]. Available: www.gsma.com/smartcities
19. N. Dlodlo, M. Mofolo, and G. Kagarura, *Potential applications of the Internet of Things in sustainable rural development in South Africa*. 2012.
20. Mastrangelo, "Water and Sanitation: Innovations You didn't know were from Latin America and the Caribbean", *J. Lang. Relatsh.*, pp. vii-viii, 2018, doi: 10.31826/9781463236984-toc.
21. Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội, "<https://thoatnuochanoi.vn/trang-chu>".
22. R. Martínez, N. Vela, A. el Aatik, E. Murray, P. Roche, and J. M. Navarro, "On the use of an IoT integrated system for water quality monitoring and management in wastewater treatment plants", *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 4, 2020, doi: 10.3390/W12041096.
23. Torgny Holmgren, "Better Water Management Needed to Eradicate Poverty", 2014. <https://www.ipsnews.net/2014/10/better-water-management-needed-to-eradicate-poverty/>
24. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 677/QĐ-TTg ngày 18/5/2017 về việc phê duyệt Đề án "Phát triển Hệ tri thức Việt số hóa", 2017.
25. Bộ Khoa học và Công nghệ, Quyết định số 2813/QĐ-BKHCN ngày 27/9/2018 phê duyệt Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn đến năm 2025: "Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0", 2018.

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN WATER RESOURCE MANAGEMENT

Le Van Linh*, Nguyen Tu Anh, Nguyen Hoang Bach

Water Resources Institute

ABSTRACT

Water management is a prominent issue in the context of an increasingly polluted environment, rising demand for water and scarcity of water. With the advent of the fourth industrial revolution, several new technologies have been employed in water resources sector to save energy, natural resources and water resources in particular. This paper describes a number of prevalent digital technology applications that have been investigated and used in water resource management throughout the globe.

Key words: Industry 4.0, artificial intelligence (AI), internet of Things (IoT), Big data.