



Ngày nhận bài: 01/4/2026; Ngày thẩm định: 29/4/2026; Ngày nhận đăng: 03/6/2026.

# DỮ LIỆU LỚN VÀ VẬN HÀNH SỐ TRONG PHÒNG CHÁY CHỮA CHÁY VÀ CỨU NẠN, CỨU HỘ

Thượng tá, TS NGUYỄN TÀI NĂNG LƯỢNG – Thiếu tá, ThS VŨ THỊ KIM LIÊN

Khoa Khoa học cơ bản và Ngoại Ngữ, Trường Đại học PCCC

\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Tài Năng Lượng (Email: tailuong2003@gmail.com)

**Tóm tắt:** Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và sự gia tăng của các nguy cơ cháy, nổ, công tác phòng cháy chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ (PCCC&CNCH) đang phải đối mặt với nhiều thách thức mới. Việc ứng dụng dữ liệu lớn và vận hành số giúp nâng cao hiệu quả quản lý và tăng khả năng phản ứng trong các tình huống khẩn cấp. Bài báo này phân tích vai trò của dữ liệu lớn trong dự báo, giám sát và hỗ trợ ra quyết định, đồng thời làm rõ cách thức vận hành số giúp tối ưu hóa điều phối lực lượng và tài nguyên. Trên cơ sở đó, bài viết đề xuất định hướng triển khai phù hợp với điều kiện thực tiễn tại Việt Nam.

**Từ khóa:** dữ liệu lớn, vận hành số, phòng cháy chữa cháy, cứu nạn, cứu hộ, hệ thống thông minh.

**Abstract:** Fire prevention, firefighting, and rescue operations are facing new challenges in the context of rapid urbanization and increasing fire risks. The application of Big Data and digital operations not only enhances management efficiency but also significantly improves emergency response capabilities. This study analyzes the role of Big Data in prediction, monitoring, and decision support while clarifying how digital operations optimize resource allocation and coordination. Based on this, the study proposes implementation directions suitable for Vietnam's conditions.

**Keywords:** big data, digital operations, firefighting, rescue, intelligent systems.

1. Trong những năm gần đây, tốc độ phát triển đô thị và công nghiệp đã làm gia tăng đáng kể nguy cơ cháy nổ và tai nạn phức tạp. Các sự cố xảy ra thường xuyên hơn, phạm vi rộng hơn và hậu quả nghiêm trọng hơn do mật độ dân cư và hạ tầng phức tạp. Trong bối cảnh đó, phương thức quản lý truyền thống dựa trên kinh nghiệm và phản ứng thủ công dần bộc lộ nhiều hạn chế, đặc biệt là trong việc dự báo và xử lý tình huống theo thời gian thực.

Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ số, đặc biệt là dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo và Internet vạn vật, đã mở ra khả năng chuyển đổi toàn diện trong lĩnh vực PCCC&CNCH. Việc tích hợp và phân tích dữ liệu đa nguồn cho phép xây dựng mô hình dự báo chính xác, đồng thời hỗ trợ ra quyết định kịp thời [2], [3].

Trong thực tiễn, nhiều quốc gia đã triển khai hiệu quả các hệ thống ứng dụng dữ liệu lớn và vận hành số trong lĩnh vực PCCC&CNCH. Tại Singapore, nền tảng “Smart Nation” tích hợp dữ liệu từ cảm biến, camera giám sát và hệ thống giao thông, cho phép phát hiện sớm nguy cơ cháy và tối ưu điều phối lực lượng. Đồng thời, các công cụ mô phỏng hỗ trợ phân tích sau sự cố và nâng cao năng lực dự báo [6].

Tương tự, tại Seoul, Hàn Quốc, hệ thống cứu nạn khẩn cấp 119 đã xây dựng trung tâm điều hành thông minh tích hợp trí tuệ nhân tạo, sử dụng dữ liệu thời gian thực để phân tích tình huống, nhận diện nguy cơ và đề xuất phương án ứng phó. Công nghệ phân tích hình ảnh và học máy giúp phát hiện khói, lửa và các dấu hiệu bất thường, nâng cao độ chính xác cảnh báo và giảm thiểu sai sót do con người [7].

So với các mô hình này, Việt Nam còn hạn chế về hạ tầng số và mức độ tập trung dữ liệu. Do đó, cần ưu tiên xây dựng kiến trúc dữ liệu thống nhất làm nền tảng cho các ứng dụng phân tích nâng cao [4].

2. Dữ liệu lớn đóng vai trò nền tảng trong việc hình thành các hệ thống thông minh phục vụ công tác PCCC&CNCH. Dữ liệu từ cảm biến, camera và hệ thống thông tin địa lý được tích hợp để xây dựng mô hình phân tích toàn diện.

Một trong những ứng dụng quan trọng của dữ liệu lớn là khả năng dự báo nguy cơ cháy nổ. Bằng cách phân tích các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, mật độ xây dựng và lịch sử sự cố, hệ thống có thể xác định các khu vực có nguy cơ cao và đưa ra cảnh báo sớm [5]. Điều này giúp chuyển từ trạng thái phản ứng sang chủ động phòng ngừa, góp phần giảm thiểu thiệt hại. Tuy nhiên, độ chính xác của mô hình phụ thuộc lớn vào chất lượng và tính đồng bộ của dữ liệu đầu vào, đặc biệt trong điều kiện dữ liệu phân tán như tại Việt Nam [4].

Bên cạnh đó, dữ liệu lớn còn hỗ trợ giám sát theo thời gian thực thông qua việc xử lý liên tục các tín hiệu từ cảm biến và camera. Khi phát hiện khói hoặc nhiệt độ bất thường, hệ thống tự động cảnh báo về trung tâm điều hành. Ngoài ra, việc phân tích dữ liệu sau sự cố cũng giúp xác định nguyên nhân và xu hướng, từ đó cải thiện các biện pháp phòng ngừa trong tương lai.

Vận hành số là bước phát triển tiếp theo, giúp chuyển hóa dữ liệu thành hành động cụ thể trong thực tiễn. Thông qua các nền tảng số, toàn bộ quy trình từ tiếp nhận thông tin, phân tích tình huống đến điều phối lực lượng đều được thực hiện một cách nhanh chóng và chính xác [2].

Trong môi trường vận hành số, các hệ thống bản đồ số đóng vai trò trung tâm trong việc cung cấp thông tin trực quan về vị trí sự cố, tuyến đường di chuyển và các nguồn lực liên quan. Khi xảy ra cháy, hệ thống có thể tự động đề xuất tuyến đường tối ưu dựa trên tình trạng giao thông và khoảng cách địa lý, giúp lực lượng chữa cháy tiếp cận hiện trường nhanh nhất.

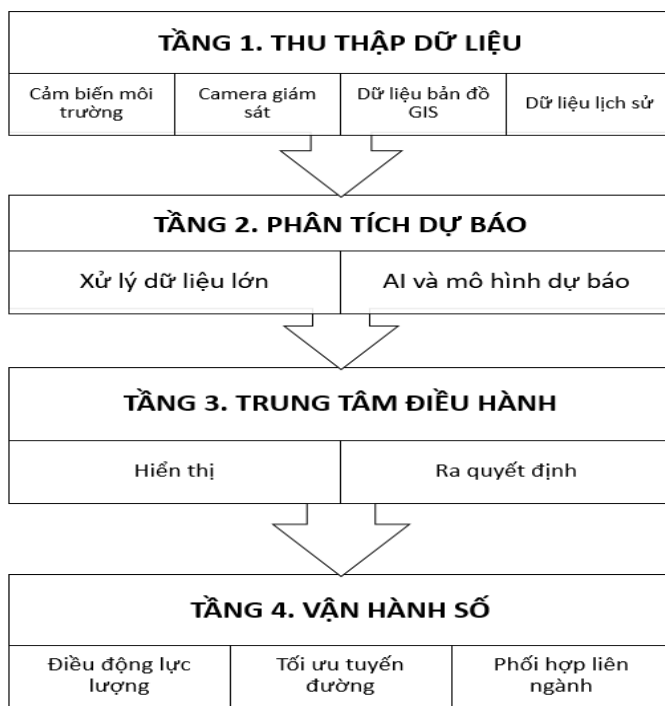
Ngoài ra, hệ thống chỉ huy số cho phép các cấp lãnh đạo theo dõi toàn bộ diễn biến sự cố theo thời gian thực và đưa ra chỉ đạo từ xa. Việc tích hợp dữ liệu giữa các ngành như giao thông, y tế và chính quyền địa

phương cũng giúp nâng cao khả năng phối hợp, đảm bảo quá trình CNCH diễn ra đồng bộ và hiệu quả.

3. Việc triển khai dữ liệu lớn và vận hành số trong lĩnh vực PCCC&CNCH hộ tại Việt Nam cần được thực hiện theo lộ trình phù hợp với điều kiện thực tiễn. Trước hết, cần xây dựng một cơ sở dữ liệu tập trung và thống nhất trên phạm vi toàn quốc, đảm bảo tính đồng bộ và khả năng chia sẻ giữa các đơn vị.

Song song với đó, việc đầu tư hạ tầng công nghệ như: hệ thống cảm biến, camera thông minh và trung tâm dữ liệu là yếu tố then chốt để đảm bảo khả năng thu thập và xử lý dữ liệu. Nguồn nhân lực cũng cần được đào tạo bài bản để có thể vận hành và khai thác hiệu quả các hệ thống số.

Ngoài ra, việc nghiên cứu và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong dự báo và hỗ trợ ra quyết định sẽ giúp nâng cao chất lượng quản lý và xử lý tình huống. Cuối cùng, hợp tác quốc tế trong việc chia sẻ kinh nghiệm và công nghệ sẽ là động lực quan trọng để thúc đẩy quá trình vận hành số trong lĩnh vực này.



Hình 1: Kiến trúc hệ thống ứng dụng dữ liệu lớn và vận hành số trong PCCC&CNCH.

Tại bài báo này, chúng tôi đề xuất mô hình kiến trúc hệ thống PCCC&CNCH dựa trên dữ liệu lớn và vận hành số theo cấu trúc nhiều tầng, nhằm tích hợp toàn bộ quy trình từ thu thập dữ liệu, phân tích dự báo đến hỗ trợ ra quyết định và triển khai thực tế. Mô hình

được thiết kế với khả năng kết nối liên tục giữa các tầng chức năng, hình thành một chu trình xử lý thông tin tương đối khép kín từ nhận thức đến hành động.

*Tầng 1* – Thu thập dữ liệu đóng vai trò nền tảng, thực hiện thu nhận thông tin từ nhiều nguồn khác nhau như cảm biến môi trường, camera giám sát, dữ liệu bản đồ GIS và dữ liệu lịch sử. Các nguồn dữ liệu dị thể này được tập hợp nhằm phục vụ cho quá trình xử lý và phân tích ở các tầng phía trên.

*Tầng 2* – Phân tích và dự báo thực hiện xử lý dữ liệu lớn kết hợp với các mô hình trí tuệ nhân tạo để phát hiện bất thường, nhận diện nguy cơ cháy và đưa ra dự báo. Việc khai thác dữ liệu theo thời gian thực cho phép hình thành các cảnh báo sớm và hỗ trợ đánh giá tình huống. Hiệu quả của tầng này phụ thuộc vào chất lượng dữ liệu đầu vào và mô hình phân tích được áp dụng.

*Tầng 3* – Trung tâm điều hành đóng vai trò là hạt nhân của hệ thống, nơi tổng hợp, hiển thị thông tin và hỗ trợ ra quyết định. Thông qua các bảng điều khiển trực quan và hệ thống bản đồ số, người chỉ huy có thể theo dõi diễn biến sự cố theo thời gian thực và lựa chọn phương án xử lý phù hợp.

*Tầng 4* – Vận hành số đảm nhiệm việc triển khai các quyết định vào thực tiễn, bao gồm điều động lực lượng, tối ưu hóa tuyến đường di chuyển dựa trên dữ liệu giao thông và tăng cường phối hợp liên ngành. Tầng này thể hiện rõ vai trò của vận hành số trong việc chuyển hóa kết quả phân tích thành hành động cụ thể.

Nhìn chung, mô hình kiến trúc bốn tầng thể hiện mối liên kết chặt chẽ giữa dữ liệu, phân tích và vận hành, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý và năng lực ứng phó trong công tác PCCC&CNCH.

Ngoài ra, hệ thống cần đáp ứng các yêu cầu về chuẩn dữ liệu, khả năng liên thông và an toàn thông tin, bao gồm kiểm soát truy cập, mã hóa dữ liệu và đảm bảo tính toàn vẹn trong quá trình truyền và xử lý.

4. Trong bối cảnh gia tăng các nguy cơ cháy nổ và yêu cầu ngày càng cao đối với công tác PCCC&CNCH, việc ứng dụng dữ liệu lớn và vận hành số là hướng đi tất yếu nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và năng lực ứng phó sự cố [1].

Bài báo đã làm rõ vai trò của dữ liệu lớn trong dự báo, giám sát và hỗ trợ ra quyết định, đồng thời phân tích cách thức vận hành số góp phần tối ưu hóa điều phối lực lượng và tài nguyên. Việc tích hợp dữ liệu đa nguồn kết hợp với các công nghệ như trí tuệ nhân tạo và bản đồ số cho phép nâng cao khả năng cảnh báo sớm, giảm thời gian phản ứng và tăng hiệu quả xử lý tình huống.

Tuy nhiên, quá trình triển khai tại Việt Nam còn đối mặt với một số thách thức như hạ tầng công nghệ chưa đồng bộ, dữ liệu phân tán, vấn đề bảo mật và hạn chế về nguồn nhân lực. Do đó, cần xây dựng lộ trình triển khai phù hợp, trong đó ưu tiên phát triển nền tảng dữ liệu thống nhất, đầu tư hạ tầng công nghệ và đào tạo nhân lực chuyên sâu.

Trong thời gian tới, việc đẩy mạnh nghiên cứu và ứng dụng trí tuệ nhân tạo, phân tích dữ liệu thời gian thực và các nền tảng điều hành thông minh sẽ là yếu tố quan trọng để xây dựng hệ thống phòng cháy chữa cháy hiện đại, đáp ứng yêu cầu thực tiễn.■

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Công an (2023), *Báo cáo tổng kết công tác PCCC&CNCH năm 2023*, Hà Nội.
2. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., et al. (2011), *Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*, McKinsey Global Institute.
3. Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013), *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Oxford University Press.
4. Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., & Weerakkody, V. (2017), *Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods*, Journal of Business Research, 70, pp. 263–286.
5. Zhang, Y., et al. (2021), *Big data in safety management: An overview*, Safety Science, 139.
6. Smart Nation Singapore (2022), *Smart Nation Initiative*, <https://www.smartnation.gov.sg/>
7. Lee, J., & Park, S. (2020), *Smart Firefighting Systems in Korea: AI-based Emergency Response*, Journal of Safety Science and Resilience.