

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ TRONG SỐ HÓA VÀ BẢO TỒN DI SẢN KHU DI TÍCH CỔ LOA

Vũ Thị Nhung¹

Email: nhungvt@eaut.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 29/09/2025

Ngày phản biện đánh giá: 15/10/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 24/10/2025

DOI: 10.59266/houjs.2025.896

Tóm tắt: Trong bối cảnh chuyển đổi số quốc gia, việc ứng dụng công nghệ hiện đại để bảo tồn và phát huy giá trị di sản văn hóa trở thành xu thế tất yếu. Khu di tích Cổ Loa - một trung tâm khảo cổ, lịch sử quan trọng gắn liền với sự hình thành nhà nước Âu Lạc - đang đứng trước yêu cầu vừa bảo tồn nguyên trạng, vừa mở rộng khả năng tiếp cận công chúng. Bài viết này tập trung phân tích vai trò của công nghệ số (quét 3D, thực tế ảo/VR, thực tế tăng cường/AR, hệ thống thông tin địa lý/GIS, cơ sở dữ liệu mở) trong việc số hóa hiện vật, tái hiện không gian và phát triển bảo tàng số tại Cổ Loa. Trên cơ sở phân tích tài liệu, khảo sát một số mô hình số hóa di sản thành công ở Việt Nam, nghiên cứu đề xuất giải pháp triển khai công nghệ số tại Cổ Loa theo hướng kết hợp Nhà nước - cơ sở nghiên cứu - doanh nghiệp công nghệ - cộng đồng địa phương. Kết quả cho thấy số hóa không chỉ là phương tiện bảo tồn mà còn mở ra cơ hội đổi mới giáo dục di sản, nâng cao trải nghiệm du lịch và lan tỏa giá trị văn hóa Cổ Loa trong môi trường toàn cầu.

Từ khóa: Cổ Loa, số hóa di sản, công nghệ số, bảo tồn văn hóa, bảo tàng số

I. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh toàn cầu, chuyển đổi số đang trở thành xu thế tất yếu, tác động sâu rộng đến đời sống kinh tế - xã hội. Ở Việt Nam, Đảng và Nhà nước đã xác định rõ định hướng này thông qua nhiều chính sách quan trọng, tiêu biểu như Nghị quyết số 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị về chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, và Quyết

định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030. Những văn bản này khẳng định quyết tâm của Việt Nam trong việc phát triển chính phủ số, kinh tế số, xã hội số, đồng thời mở ra cơ hội ứng dụng công nghệ số trong quản lý, bảo tồn và phát huy giá trị văn hóa - di sản (Bộ Chính trị, 2019; Thủ tướng Chính phủ, 2020).

¹ Đại học Công nghệ Đông Á

Trong bức tranh di sản văn hóa Việt Nam, khu di tích Cổ Loa giữ một vị trí đặc biệt quan trọng. Là kinh đô của nhà nước Âu Lạc thế kỷ thứ III trước Công nguyên, Cổ Loa không chỉ là minh chứng vật chất hiếm hoi cho quá trình hình thành quốc gia sơ khai mà còn là một trung tâm khảo cổ học lớn, gắn liền với những giá trị lịch sử, kiến trúc, quân sự và văn hóa đặc sắc. Với diện tích khoảng 860 ha, di tích hiện bao gồm hệ thống thành lũy, đền thờ An Dương Vương, đình, chùa và nhiều di chỉ khảo cổ. Các phát hiện tại đây không chỉ góp phần khẳng định tính liên tục của nền văn minh Việt cổ mà còn cho thấy sự giao thoa và sáng tạo trong tiến trình lịch sử dân tộc. Vì vậy, Cổ Loa vừa có giá trị học thuật, vừa có tiềm năng to lớn trong việc phát triển du lịch văn hóa - lịch sử, giáo dục truyền thống và quảng bá bản sắc Việt Nam ra thế giới (Ban Quản lý Di tích Cổ Loa, 2019).

Tuy nhiên, việc bảo tồn và phát huy giá trị di sản Cổ Loa hiện đang đối mặt với nhiều thách thức. Thứ nhất, sự xuống cấp của các công trình vật chất là điều khó tránh khỏi do ảnh hưởng của thời gian, điều kiện khí hậu và sức ép từ quá trình đô thị hóa (Báo Nhân Dân, 2018). Thứ hai, khả năng tiếp cận của công chúng còn hạn chế, đặc biệt đối với thế hệ trẻ, khách du lịch quốc tế. Các hình thức trưng bày, giới thiệu hiện nay vẫn chủ yếu theo phương thức truyền thống, chưa tận dụng hiệu quả các công cụ số để gia tăng tính tương tác và trải nghiệm (Tạp chí Tia Sáng, 2018). Thứ ba, thiếu vắng cơ sở dữ liệu số toàn diện về Cổ Loa khiến cho công tác nghiên cứu, giảng dạy và truyền thông di sản gặp nhiều khó khăn. So với các di sản khác đã có bước tiến trong số hóa như Văn Miếu - Quốc Tử Giám hay Hoàng thành Thăng Long,

Cổ Loa vẫn còn khoảng cách đáng kể (Sở Văn hóa và Thể thao Hà Nội, 2021).

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, việc ứng dụng công nghệ số trong công tác bảo tồn và phát huy giá trị khu di tích Cổ Loa không chỉ mang tính cấp thiết mà còn mở ra nhiều triển vọng. Công nghệ số như quét 3D, thực tế ảo (VR), thực tế tăng cường (AR), hệ thống thông tin địa lý (GIS) và cơ sở dữ liệu mở có thể trở thành công cụ hữu hiệu để số hóa hiện vật, tái hiện không gian lịch sử, quản lý thông tin di tích và nâng cao trải nghiệm tham quan. Đồng thời, việc số hóa di sản còn góp phần lan tỏa giá trị văn hóa đến cộng đồng rộng lớn hơn, tạo cơ sở cho phát triển du lịch thông minh và kinh tế sáng tạo.

Chính vì vậy, nghiên cứu này hướng đến mục tiêu phân tích khả năng ứng dụng công nghệ số trong số hóa và bảo tồn khu di tích Cổ Loa, qua đó đề xuất các giải pháp triển khai theo hướng hiệu quả, bền vững và phù hợp với điều kiện thực tiễn. Nghiên cứu kỳ vọng sẽ đóng góp thêm luận cứ khoa học cho quá trình hoạch định chính sách bảo tồn số ở Việt Nam, đồng thời gợi mở những hướng đi mới trong việc kết hợp giữa bảo tồn di sản và phát triển kinh tế - xã hội trong kỷ nguyên số.

II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Khái niệm số hóa di sản và bảo tàng số

Trong những thập niên gần đây, sự phát triển nhanh chóng của công nghệ số đã làm thay đổi cách thức con người tiếp cận, bảo tồn và truyền tải giá trị văn hóa. Số hóa di sản được hiểu là quá trình chuyển đổi các hiện vật, công trình, tư liệu và giá trị phi vật thể của di sản sang dạng dữ liệu số bằng những công cụ công nghệ như quét 3D, chụp ảnh độ phân giải

cao, công nghệ thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR). Số hóa không chỉ nhằm mục tiêu lưu trữ an toàn và dài hạn, mà còn hướng đến việc tăng cường khả năng tiếp cận và tương tác của công chúng với di sản. Từ đó hình thành khái niệm bảo tàng số - những không gian ảo tái hiện bộ sưu tập và bối cảnh văn hóa để người dùng có thể tham quan trực tuyến, đồng thời mở rộng sang khái niệm di sản số - tức toàn bộ dữ liệu văn hóa được tạo ra hoặc chuyển đổi từ hình thức truyền thống sang môi trường số (Cameron and Kenderdine, 2007).

2.2. Lý thuyết bảo tồn số và kinh nghiệm quốc tế

Khái niệm bảo tồn số ra đời gắn liền với nhu cầu duy trì giá trị sử dụng của tư liệu số trong dài hạn, tránh rủi ro hỏng hóc, lỗi định dạng hoặc lỗi công nghệ. Theo lý thuyết này, việc bảo tồn không chỉ dừng lại ở số hóa dữ liệu mà còn bao gồm cả quản trị vòng đời dữ liệu, chuẩn hóa định dạng, sao lưu đa tầng và cập nhật công nghệ thường xuyên. Kinh nghiệm quốc tế cho thấy nhiều quốc gia tiên tiến đã triển khai chiến lược bảo tồn số gắn liền với di sản (Conway, 2010). Tại Anh, Thư viện Anh quốc đã xây dựng hệ thống lưu trữ số bền vững kết hợp với trưng bày trực tuyến các bộ sưu tập quý hiếm. Pháp phát triển chương trình Gallica của Thư viện Quốc gia Pháp, cho phép công chúng tiếp cận hàng triệu tài liệu số. Ở Trung Quốc, chính phủ đã tích cực ứng dụng quét 3D và VR trong việc phục dựng các cung điện và đền chùa cổ, đồng thời tích hợp với nền tảng giáo dục trực tuyến để phổ biến rộng rãi tới thế hệ trẻ (Knight et al., 2009). Những kinh nghiệm này cho thấy bảo tồn số thành công cần sự kết hợp giữa khung chính

sách, nguồn lực công nghệ và chiến lược phổ biến văn hóa ra công chúng.

2.3. Nghiên cứu trong nước về số hóa di sản

Tại Việt Nam, xu hướng số hóa di sản đã được triển khai trong nhiều năm gần đây, gắn liền với các dự án thí điểm do Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch cũng như các viện nghiên cứu và bảo tàng thực hiện. Văn Miếu - Quốc Tử Giám đã áp dụng công nghệ thuyết minh tự động và triển lãm số, giúp khách tham quan tiếp cận thông tin thông qua mã QR và các ứng dụng di động. Hoàng thành Thăng Long đã tiến hành quét 3D các hạng mục kiến trúc quan trọng, đồng thời ứng dụng VR tái hiện không gian hoàng cung xưa, đem lại trải nghiệm chân thực cho công chúng. Bảo tàng Lịch sử Quốc gia cũng từng tổ chức các triển lãm trực tuyến kết hợp công nghệ AR, góp phần mở rộng khả năng tiếp cận trong thời kỳ dịch COVID-19 (Bảo tàng Lịch sử Quốc gia, 2021). Những nỗ lực này đã tạo nền tảng ban đầu cho việc áp dụng công nghệ số vào bảo tồn và quảng bá di sản tại Việt Nam.

2.4. Khoảng trống và nhu cầu đối với Cổ Loa

Trong những năm gần đây, nhiều di sản tiêu biểu như Văn Miếu hay Hoàng thành Thăng Long đã được quan tâm số hóa, song Cổ Loa vẫn chưa nhận được sự đầu tư tương xứng. Các hoạt động chủ yếu mới dừng ở trưng tu vật chất và duy trì lễ hội truyền thống, trong khi ứng dụng công nghệ số vào quản lý, trưng bày và quảng bá còn rất hạn chế. Điều này cho thấy Cổ Loa vẫn tồn tại một khoảng trống lớn cần lấp đầy.

Trong khuôn khổ tham luận này, tác giả không nhằm tiến hành một nghiên cứu

chuyên sâu, mà muốn nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết phải đưa công nghệ số vào bảo tồn và phát huy giá trị Cổ Loa. Việc đặt vấn đề ở đây trước hết mang ý nghĩa gợi mở định hướng và đề xuất giải pháp, góp phần khơi tạo sự quan tâm rộng rãi hơn từ các cơ quan quản lý, giới học thuật và cộng đồng. Qua đó, di sản mang tính biểu tượng của lịch sử dân tộc có thể được gìn giữ bền vững và lan tỏa mạnh mẽ trong đời sống đương đại.

III. Phương pháp nghiên cứu

Bài tham luận chủ yếu dựa trên phân tích và tổng hợp các tài liệu chính sách, báo cáo dự án và nghiên cứu trong - ngoài nước về số hóa di sản. Trên cơ sở đó, Cổ Loa được chọn làm trường hợp điển hình để minh họa những thách thức và cơ hội trong ứng dụng công nghệ số. Bên cạnh khung lý thuyết, tham luận cũng tham chiếu một số mô hình đã triển khai ở Văn Miếu, Hoàng thành Thăng Long và một số địa phương, đồng thời kết hợp quan sát thực địa nhằm bổ sung góc nhìn thực tiễn về tình trạng bảo tồn, trải nghiệm tham quan và nhu cầu đổi mới tại Cổ Loa.

IV. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Hiện trạng bảo tồn khu di tích Cổ Loa

Khu di tích Cổ Loa, nằm trên địa bàn huyện Đông Anh (Hà Nội), có quy mô khoảng 860 ha, bao gồm hệ thống thành lũy ba vòng, đền Thượng, đình Ngự Triều Di Quy, chùa Bảo Sơn, giếng Ngọc, am Mỵ Châu cùng nhiều di chỉ khảo cổ có giá trị đặc biệt. Đây là một trong những quần thể di tích quy mô lớn nhất miền Bắc, gắn liền với sự hình thành nhà nước Âu Lạc vào thế kỷ III trước Công nguyên. Giá trị nổi bật của Cổ Loa không chỉ ở khía cạnh lịch sử và khảo cổ học, mà còn ở kiến trúc

quân sự, thể hiện tư duy xây dựng thành lũy kiên cố của người Việt cổ.

Trong giai đoạn 2018-2020, thành phố Hà Nội đã triển khai dự án “Bảo tồn, tôn tạo và phát huy giá trị khu di tích Cổ Loa”, tập trung chỉnh trang cảnh quan, tu bổ các hạng mục xuống cấp và nâng cao cơ sở hạ tầng phục vụ đón tiếp khách tham quan. Những nỗ lực này góp phần cải thiện diện mạo không gian và tăng lượng khách du lịch. Tuy nhiên, các hoạt động vẫn chủ yếu thiên về tu bổ vật chất và tổ chức lễ hội truyền thống, trong khi việc ứng dụng công nghệ số gần như chưa được chú trọng. Di sản hiện vẫn thiếu cơ sở dữ liệu tập trung, thiếu các công cụ thuyết minh điện tử, và chưa có hình thức trải nghiệm tương tác hiện đại, khiến việc tiếp cận di sản của công chúng vẫn mang tính truyền thống.

Nếu đặt trong tương quan so sánh, có thể thấy Cổ Loa đang ở giai đoạn khởi điểm của tiến trình số hóa. Tại Văn Miếu - Quốc Tử Giám, hệ thống thuyết minh tự động, mã QR và triển lãm số đã được đưa vào vận hành, giúp gia tăng tính tương tác và tạo điều kiện cho khách tham quan tiếp cận thông tin một cách sinh động hơn (Trung tâm Bảo tồn Di sản Thăng Long - Hà Nội, 2020). Hoàng thành Thăng Long đi xa hơn với công nghệ quét 3D và ứng dụng VR/AR để tái hiện không gian cung điện, mở ra phương thức truyền thông và giáo dục di sản có chiều sâu (Văn Miếu - Quốc Tử Giám, 2020). Những mô hình này cho thấy lợi ích rõ rệt của việc số hóa trong việc nâng cao trải nghiệm và gắn kết cộng đồng, đặc biệt là thế hệ trẻ.

Ở cấp địa phương, các tỉnh cũng đã có bước tiến đáng kể. Hải Phòng (Hải Dương cũ) đã triển khai số hóa và ứng dụng công nghệ tại nhiều di tích như Khu di tích Côn Sơn - Kiếp Bạc, Văn Miếu Mao Điền, Đền

Chu Văn An, Đình Lễ Quán... với mã QR và cơ sở dữ liệu trực tuyến phục vụ công tác quản lý (Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch, 2025). Tại Phú Thọ, hệ thống mã QR được gắn tại nhiều điểm di tích như Đền Hùng, Đền Mẫu Âu Cơ (Hạ Hòa), Căn cứ Tiên Động (Cẩm Khê), Căn cứ Tôn Sơn Mộ Xuân (Yên Lập), Chùa Hoàng Long (Phù Ninh), Đền Du Yển (Thanh Ba), Đình Đào Xá (Thanh Thủy), Nhà lưu niệm Bác Hồ (Lâm Thao)... nhằm cung cấp thông tin nhanh chóng, thuận tiện cho du khách (Tổng cục Du lịch Việt Nam, 2023). Những sáng kiến này minh chứng rằng xu hướng kết hợp giữa quản lý dữ liệu số, trải nghiệm tương tác và giáo dục cộng đồng đang trở thành lựa chọn tất yếu trong bảo tồn di sản hiện nay.

Từ sự so sánh trên, có thể khẳng định rằng để phát huy giá trị toàn diện, Cổ Loa cần chuyển từ cách tiếp cận truyền thống sang mô hình tích hợp giữa bảo tồn - số hóa - giáo dục - du lịch. Kinh nghiệm từ Văn Miếu, Hoàng thành Thăng Long và các địa phương như Hải Phòng (Hải Dương cũ), Phú Thọ cho thấy việc xây dựng cơ sở dữ liệu số hóa toàn diện, hệ thống thuyết minh điện tử, ứng dụng 3D và VR/AR không chỉ giúp bảo tồn lâu dài mà còn nâng cao hiệu quả khai thác di sản trong phát triển du lịch bền vững, gắn với chiến lược xây dựng Hà Nội thành thành phố sáng tạo và trung tâm văn hóa khu vực.

4.2. Kết quả khảo sát thực địa di sản Cổ Loa

Khảo sát thực địa được tiến hành trong giai đoạn từ tháng 3 đến tháng 5 năm 2025 tại Khu di tích quốc gia đặc biệt Cổ Loa, huyện Đông Anh, thành phố Hà Nội. Đây là địa bàn có quy mô không gian rộng khoảng 860 ha, gồm ba vòng thành cổ cùng nhiều hạng mục kiến trúc, di chỉ khảo cổ

và không gian sinh hoạt tín ngưỡng - lễ hội đặc trưng. Mục tiêu của khảo sát là đánh giá thực trạng công tác bảo tồn, quản lý và giới thiệu di sản; đồng thời xác định mức độ sẵn sàng của khu di tích trong việc tiếp nhận và ứng dụng công nghệ số.

Hoạt động khảo sát được triển khai theo phương pháp quan sát trực tiếp kết hợp phỏng vấn bán cấu trúc, trong đó tác giả đã tiến hành ghi nhận hiện trạng tại năm khu vực tiêu biểu: (1) khu đền Thượng - trung tâm nghi lễ thờ An Dương Vương; (2) khu thành Nội và thành Trung - còn bảo tồn được hệ thống tường đất, hào nước và một số đoạn lũy nguyên gốc; (3) giếng Ngọc và am My Châu - không gian gắn liền với tín ngưỡng dân gian; (4) đình Ngự Triều Di Quy và chùa Bảo Sơn - nơi diễn ra các hoạt động sinh hoạt tôn giáo và cộng đồng; (5) khu nhà trưng bày khảo cổ học và khu trưng bày ngoài trời. Các hoạt động khảo sát được hỗ trợ bằng chụp ảnh, ghi chú hiện trường, thu thập tài liệu hành chính và phỏng vấn nhanh cán bộ Ban Quản lý di tích, hướng dẫn viên cùng một số người dân tham gia dịch vụ du lịch tại địa phương.

Kết quả khảo sát cho thấy hệ thống bảo tồn vật chất tại Cổ Loa đã có những cải thiện đáng kể trong giai đoạn 2018-2024, đặc biệt ở các hạng mục trọng điểm như đền Thượng, giếng Ngọc và khuôn viên lễ hội. Các công trình này được tu bổ định kỳ, bảo đảm duy trì hình thái kiến trúc và cảnh quan. Tuy nhiên, công tác bảo tồn mới dừng lại ở mức độ vật lý, chưa gắn liền với công cụ quản lý số hoặc cơ chế giám sát tình trạng xuống cấp bằng công nghệ. Hiện tại, Ban Quản lý di tích chưa xây dựng cơ sở dữ liệu số tập trung, dẫn đến tình trạng dữ liệu phân tán giữa các đơn vị, đặc biệt là các hồ sơ khảo cổ,

bản vẽ kỹ thuật và tư liệu ảnh lưu trữ. Việc cập nhật thông tin vẫn được thực hiện chủ yếu trên giấy tờ hoặc bằng các tệp tin rời rạc, chưa có chuẩn định dạng thống nhất để phục vụ khai thác lâu dài.

Ở khía cạnh thuyết minh và trải nghiệm du khách, kết quả khảo sát cho thấy hoạt động giới thiệu di sản vẫn chủ yếu dựa vào lời dẫn truyền thống của hướng dẫn viên hoặc cán bộ di tích. Toàn khu hiện chưa triển khai hệ thống mã QR, audio guide hay ứng dụng di động hỗ trợ thuyết minh tự động, khiến khả năng tự khám phá của khách tham quan còn hạn chế. Các hiện vật trưng bày trong Nhà trưng bày khảo cổ chủ yếu ở dạng trưng bày tĩnh, chưa có sự hỗ trợ của công nghệ tương tác ảo (VR/AR) hay mô hình 3D, trong khi khu vực ngoài trời chưa được tích hợp các bảng điện tử hoặc bản đồ số định hướng tuyến tham quan. Điều này cho thấy tiềm năng số hóa trải nghiệm di sản vẫn còn rất lớn, nhất là trong bối cảnh Cổ Loa có bề dày truyền thuyết và giá trị khảo cổ có thể tái hiện bằng công nghệ thực tế ảo.

Về hạ tầng kỹ thuật và nhân lực, khảo sát ghi nhận khu di tích chưa có hệ thống mạng nội bộ hoặc cơ sở dữ liệu điện tử phục vụ bảo tồn, đồng thời nhân lực chuyên môn về công nghệ thông tin còn rất hạn chế. Phần lớn cán bộ quản lý và thuyết minh viên có chuyên môn văn hóa - du lịch, song chưa được đào tạo về kỹ thuật số hóa hiện vật, quét 3D hay quản lý dữ liệu không gian (GIS). Điều này đặt ra nhu cầu cấp thiết về đào tạo nguồn nhân lực số trong lĩnh vực bảo tồn di sản - yếu tố quyết định đến tính bền vững của mọi dự án ứng dụng công nghệ.

Kết quả phỏng vấn ngắn với người dân địa phương và các hộ kinh doanh dịch

vụ du lịch cộng đồng cho thấy cộng đồng có nhận thức tích cực về giá trị của di sản và mong muốn được tham gia sâu hơn vào các hoạt động bảo tồn và quảng bá. Họ bày tỏ sự quan tâm đến việc xây dựng công thông tin điện tử hoặc ứng dụng di động giúp giới thiệu sản phẩm truyền thống, lễ hội Cổ Loa, cùng các tuyến du lịch trải nghiệm làng nghề, ẩm thực, và không gian văn hóa địa phương. Điều này mở ra cơ hội quan trọng để gắn kết bảo tồn di sản với phát triển du lịch bền vững, hướng tới mô hình “di sản sống” lấy cộng đồng làm trung tâm.

Từ kết quả khảo sát, có thể khẳng định Cổ Loa đang tồn tại ba khoảng trống nổi bật. Thứ nhất là khoảng trống về dữ liệu, thể hiện qua việc thiếu cơ sở dữ liệu số thống nhất, gây khó khăn cho công tác nghiên cứu, giảng dạy và truyền thông di sản. Thứ hai là khoảng trống công nghệ, khi chưa có ứng dụng 3D, GIS hay VR/AR phục vụ quản lý và trưng bày, dẫn đến hạn chế trong việc bảo tồn phi vật thể và tái hiện không gian lịch sử. Thứ ba là khoảng trống tương tác cộng đồng, khi người dân chưa được huy động có hệ thống vào quá trình chuyển đổi số di sản.

Những kết quả này khẳng định tính cấp thiết của việc triển khai mô hình số hóa di sản tại Cổ Loa. Việc áp dụng công nghệ quét 3D, hệ thống GIS và thực tế ảo tăng cường không chỉ giúp lưu giữ giá trị lịch sử - khảo cổ, mà còn mở ra khả năng phát triển bảo tàng số Cổ Loa và mô hình du lịch di sản thông minh, góp phần hiện thực hóa mục tiêu “bảo tồn để phát triển” trong bối cảnh chuyển đổi số quốc gia.

4.3. Khả năng ứng dụng công nghệ số tại Cổ Loa

Trên cơ sở khảo sát thực tiễn và tham chiếu các mô hình số hóa di sản

thành công trong nước cũng như quốc tế, có thể nhận thấy khu di tích Cổ Loa hội tụ nhiều điều kiện để áp dụng các công nghệ số tiên tiến nhằm bảo tồn và phát huy giá trị một cách bền vững.

Thứ nhất, công nghệ quét 3D và mô hình hóa số.

Công nghệ quét 3D cho phép tạo ra các bản sao kỹ thuật số có độ chính xác cao của các hạng mục thành lũy, kiến trúc đền - đình, cũng như hiện vật khảo cổ được khai quật. Những dữ liệu này có giá trị lâu dài trong việc lưu giữ, phân tích khoa học, và đặc biệt hữu ích khi di tích bị hư hại bởi thời gian, thiên tai hoặc sự cố bất khả kháng. Chẳng hạn, dự án số hóa Hoàng thành Thăng Long bằng 3D đã cho phép phục dựng một phần cung điện Kính Thiên, trở thành tư liệu nền cho giáo dục và truyền thông (Văn Miếu - Quốc Tử Giám, 2020). Trên thế giới, Ý và Ai Cập đã sử dụng 3D scanning để phục dựng đấu trường Colosseum hay lăng mộ Tutankhamun, mở ra triển vọng ứng dụng tương tự tại Cổ Loa.

Thứ hai, công nghệ thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR).

VR có thể tái hiện không gian thành quách, cung điện thời An Dương Vương, trong khi AR giúp khách tham quan sử dụng điện thoại hoặc kính thông minh để “nhìn thấy” hình ảnh phục dựng ngay tại hiện trường. Đây là cách thức vượt qua giới hạn của tham quan vật lý, đồng thời nâng cao tính tương tác và gắn kết của công chúng, đặc biệt là giới trẻ. Ví dụ, bảo tàng Louvre (Pháp) đã áp dụng AR để tái hiện cung điện thời Trung cổ, hay Hoàng thành Thăng Long từng triển khai ứng dụng VR cho du khách trải nghiệm “đi dạo” trong không gian cung điện cổ. Nếu được áp dụng tại Cổ Loa, du khách

có thể trải nghiệm bắn nỏ thần, dự lễ hội Cổ Loa, hay khám phá thành quách thời Âu Lạc qua hình thức nhập vai trực tuyến.

Thứ ba, hệ thống thông tin địa lý (GIS) và quản trị không gian.

Với quy mô rộng tới 860 ha, Cổ Loa là một không gian di sản phức tạp, gồm nhiều lớp di tích và di chỉ khảo cổ. Ứng dụng GIS sẽ giúp tích hợp dữ liệu bản đồ, hiện vật, các công trình khảo cổ và tư liệu lịch sử thành một hệ thống quản lý tổng thể. Điều này không chỉ hỗ trợ giám sát tình trạng bảo tồn (theo dõi sự xuống cấp), mà còn giúp các nhà quản lý đưa ra quyết định quy hoạch hợp lý, kiểm soát phát triển du lịch và đô thị hóa vùng ven. Trong những năm gần đây, nhiều địa phương đã bắt đầu ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) vào quản lý và bảo tồn di tích. Tiêu biểu như tại Thành cổ Quảng Trị, GIS kết hợp GPS, UAV và quét 3D để xây dựng cơ sở dữ liệu không gian phục vụ nghiên cứu và tu bổ; ở quần thể lăng Minh Mạng (Huế), GIS được dùng để quản lý hiện trạng, phân vùng bảo vệ và quy hoạch cảnh quan; hay tại Công viên Lịch sử - Văn hóa Dân tộc (TP.HCM), hệ thống GIS với nhiều lớp dữ liệu đã hỗ trợ quản lý công trình và quảng bá du lịch. Những mô hình này cho thấy GIS không chỉ giúp giám sát tình trạng bảo tồn, phân luồng khách tham quan, mà còn mở rộng khả năng kết hợp với dữ liệu 3D, bản đồ trực tuyến và cổng thông tin mở, tạo tiền đề để áp dụng cho các di tích quy mô lớn như Cổ Loa trong tương lai.

Thứ tư, xây dựng cơ sở dữ liệu mở và nền tảng thông tin tích hợp.

Một cơ sở dữ liệu tập trung, tích hợp hình ảnh, bản đồ, phim 3D, kết quả khai quật khảo cổ và tư liệu lịch sử, kết hợp cùng một website/portal chính thức

đa ngôn ngữ, sẽ đóng vai trò như “cổng thông tin điện tử” của Cổ Loa. Đây vừa là nguồn tham khảo cho nhà quản lý, vừa là tư liệu cho giới nghiên cứu, đồng thời là kênh quảng bá di sản tới công chúng trong và ngoài nước. Thực tiễn cho thấy Hải Phòng (Hải Dương cũ) với hệ thống dữ liệu điện tử tại Văn Miếu Mao Điền hay Phú Thọ với mạng lưới mã QR ở Đền Hùng và các di tích phụ trợ đã giúp nâng cao chất lượng trải nghiệm khách tham quan, đồng thời giảm tải công tác thuyết minh trực tiếp.

Cuối cùng, tích hợp công nghệ số vào giáo dục và truyền thông cộng đồng.

Bên cạnh các ứng dụng kỹ thuật, công nghệ số có thể được khai thác trong công tác truyền thông và giáo dục di sản. Các video 3D, mô hình AR, triển lãm trực tuyến hoặc bảo tàng ảo sẽ giúp học sinh, sinh viên và cộng đồng tiếp cận tri thức lịch sử - văn hóa một cách trực quan, sinh động. Đây là cách thức đã được nhiều bảo tàng quốc tế áp dụng trong bối cảnh đại dịch Covid-19, và vẫn tiếp tục duy trì như một kênh phổ biến văn hóa hiệu quả.

Sự kết hợp giữa quét 3D, VR/AR, GIS và cơ sở dữ liệu mở không chỉ giúp bảo tồn Cổ Loa một cách khoa học, mà còn mở ra cơ hội biến di sản thành nguồn lực cho giáo dục, du lịch thông minh và kinh tế sáng tạo. Tuy nhiên, để hiện thực hóa, cần cơ chế phối hợp đa bên giữa nhà nước, cơ quan nghiên cứu, doanh nghiệp công nghệ và cộng đồng địa phương.

4.4. Tác động dự kiến của số hóa di sản Cổ Loa

Ứng dụng công nghệ số vào bảo tồn và phát huy di sản Cổ Loa hứa hẹn mang lại nhiều tác động tích cực. Trước hết, số hóa giúp bảo tồn hiện vật và không gian di tích song song: trong khi hiện vật

gốc tiếp tục được gìn giữ tại chỗ, phiên bản số sẽ trở thành tư liệu an toàn, có thể tái sử dụng cho nghiên cứu, giáo dục và phục dựng. Tiếp đó, các nền tảng số đóng vai trò quan trọng trong truyền thông và quảng bá di sản. Với sự hỗ trợ của công nghệ VR/AR, du khách trên toàn thế giới có thể “tham quan trực tuyến” Cổ Loa, qua đó nâng cao nhận diện và lan tỏa giá trị văn hóa Việt Nam. Thứ ba, số hóa còn góp phần đổi mới giáo dục di sản trong trường học: học sinh, sinh viên có thể tiếp cận tri thức lịch sử - văn hóa thông qua các ứng dụng số sinh động thay vì chỉ dựa vào sách giáo khoa. Cuối cùng, công nghệ số tạo động lực thúc đẩy phát triển du lịch văn hóa bền vững. Khi trải nghiệm di sản được nâng cao, Cổ Loa có thể trở thành điểm đến hấp dẫn, thu hút khách trong và ngoài nước, đồng thời góp phần phát triển kinh tế địa phương gắn với bảo tồn (UNESCO, 2021).

4.5. Hạn chế và thách thức

Mặc dù tiềm năng ứng dụng công nghệ số tại Cổ Loa rất lớn, song vẫn tồn tại những hạn chế và thách thức cần được nhìn nhận khách quan. Một là, nguồn lực tài chính và nhân sự cho số hóa còn hạn chế. Việc triển khai các công nghệ hiện đại như quét 3D, VR/AR, GIS đòi hỏi chi phí lớn và đội ngũ chuyên môn cao, trong khi ngân sách bảo tồn thường eo hẹp và chủ yếu tập trung cho trùng tu vật chất. Hai là, chuẩn hóa dữ liệu và vấn đề bản quyền là thách thức không nhỏ. Nếu thiếu tiêu chuẩn thống nhất về định dạng dữ liệu và quyền sở hữu trí tuệ, thông tin số hóa có nguy cơ bị phân tán, khó khai thác hiệu quả hoặc bị thương mại hóa trái phép. Ba là, sự phối hợp giữa các bên liên quan - bao gồm cơ quan quản lý nhà nước, viện nghiên cứu, doanh nghiệp công nghệ và

cộng đồng địa phương - chưa thật sự đồng bộ. Việc thiếu một cơ chế phối hợp rõ ràng dễ dẫn đến tình trạng chồng chéo trách nhiệm, thiếu hiệu quả trong triển khai. Những hạn chế này đòi hỏi phải có chiến lược toàn diện và sự vào cuộc đồng bộ của nhiều chủ thể để biến số hóa di sản Cổ Loa thành hiện thực.

V. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, công nghệ số mở ra cơ hội bảo tồn và phát huy giá trị di sản Cổ Loa một cách toàn diện, không chỉ bổ sung cho các phương thức bảo tồn truyền thống mà còn tạo ra những hình thức truyền thông hiện đại, hấp dẫn hơn đối với công chúng. Sự kết hợp này giúp giải quyết đồng thời hai yêu cầu: lưu giữ giá trị lịch sử - khảo cổ cho các thế hệ sau và mở rộng khả năng tiếp cận, quảng bá ra phạm vi toàn cầu. Số hóa không chỉ là phương tiện kỹ thuật, mà còn là công cụ chiến lược trong việc gắn kết bảo tồn văn hóa với phát triển du lịch, giáo dục và kinh tế sáng tạo.

5.2. Kiến nghị

Để hiện thực hóa tiềm năng này, nghiên cứu đề xuất một số định hướng cụ thể. Thứ nhất, cần triển khai lộ trình số hóa theo từng giai đoạn: bước đầu ứng dụng mã QR và cơ sở dữ liệu mở nhằm cung cấp thông tin cơ bản cho khách tham quan; tiếp đến triển khai quét 3D, xây dựng mô hình VR/AR phục vụ giáo dục và quảng bá; cuối cùng tiến tới hình thành bảo tàng số Cổ Loa như một kênh tương tác toàn diện. Cách tiếp cận theo lộ trình sẽ đảm bảo tính khả thi, phù hợp với điều kiện ngân sách và năng lực công nghệ.

Thứ hai, cần thiết lập mô hình hợp tác đa bên giữa Nhà nước, các trường đại

học, doanh nghiệp công nghệ và cộng đồng địa phương. Mỗi chủ thể có vai trò riêng: Nhà nước ban hành cơ chế chính sách và phân bổ nguồn lực; trường đại học cung cấp nghiên cứu khoa học và nhân lực chất lượng; doanh nghiệp công nghệ đảm nhận giải pháp kỹ thuật; còn cộng đồng địa phương tham gia bảo vệ, quảng bá và khai thác di sản.

Thứ ba, cần chú trọng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực quản lý dữ liệu di sản. Việc này không chỉ đảm bảo tính bền vững của các dự án số hóa mà còn góp phần hình thành đội ngũ chuyên gia có khả năng tham gia vào mạng lưới bảo tồn số quốc tế.

Cuối cùng, cần gắn số hóa di sản với phát triển du lịch thông minh của Hà Nội. Bằng cách tích hợp dữ liệu số của Cổ Loa vào các ứng dụng du lịch thông minh, thành phố có thể tạo ra sản phẩm văn hóa - du lịch đặc thù, vừa nâng cao trải nghiệm du khách vừa đóng góp vào tăng trưởng kinh tế bền vững.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Ban Quản lý Di tích Cổ Loa. (2019). *Di tích Quốc gia đặc biệt Cổ Loa được công nhận là điểm du lịch*. Trang thông tin thanhcoloa.vn. <https://thanhcoloa.vn/di-tich-quoc-gia-dac-biet-co-loa-duoc-cong-nhan-la-diem-du-lich>
- [2]. Báo Nhân Dân. (2018, 22 tháng 8). *Di tích Cổ Loa bị xâm phạm: Cần hành động nhanh hơn nữa*. Báo Nhân Dân. <https://nhandan.vn/di-tich-co-loa-bi-xam-pham-can-hanh-dong-nhanh-hon-nua-post342559.html>
- [3]. Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), 1-36.

- [4]. Bộ Chính trị. (2019, 27 tháng 9). *Nghị quyết số 52-NQ/TW về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư*. Cổng thông tin Bộ Công Thương. <https://moit.gov.vn/bao-ve-nen-tang-tu-tuong-cua-dang/ngghi-quyet-so-52-nq-tw-cua-bo-chinh-tri-ve-mot-so-chu-truong.html>
- [5]. Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch. (2025, 13 tháng 3). *Hải Dương chuyển đổi số ở các di tích lịch sử, văn hóa*. Cổng thông tin Bộ VH-TT-DL. <https://bvhttdl.gov.vn/hai-duong-chuyen-doi-so-o-cac-di-tich-lich-su-van-hoa-20250313100154029.htm>
- [6]. Bảo tàng Lịch sử Quốc gia. (2021). *Ứng dụng công nghệ số trong trưng bày tại các bảo tàng Việt Nam*. Trang web Bảo tàng Lịch sử Quốc gia. <https://baotanglichsu.vn/vi/Articles/3099/72146/ung-dung-cong-nghe-so-trong-trung-bay-tai-cac-bao-tang-viet-nam.html>
- [7]. Cameron, F., & Kenderdine, S. (Eds.). (2007). *Theorizing digital cultural heritage: A critical discourse*. MIT Press. <https://direct.mit.edu/books/edited-volume/2433/Theorizing-Digital-Cultural-Heritage-A-Critical>
- [8]. Conway, P. (2010). Preservation in the age of Google: Digitization, digital preservation, and dilemmas. *The Library Quarterly*, 80(1), 61-79.
- [9]. Grilli, E., Remondino, F., & Georgopoulos, A. (2019). Classification of 3D digital heritage. *Remote Sensing*, 11(7), 847. <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/7/847>
- [10]. Knight, G., Pennock, M., & Wheatley, P. (2009). Digital preservation at the British Library. *Ariadne*, 60. https://www.researchgate.net/publication/28803210_Digital_Preservation_at_the_British_Library
- [11]. Parry, R. (2007). *Recoding the museum: Digital heritage and the technologies of change*. Routledge. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv2dt5m8g>
- [12]. Remondino, F. (2011). Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 1104-1138. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1260/2047-4970.3.1.141>
- [13]. Sở Văn hóa và Thể thao Hà Nội. (2021). *Số hóa để di sản hồi sinh và khởi động lịch sử - con đường dài còn lắm gian nan*. Sở VH-TT Hà Nội. <https://sovhth.hanoi.gov.vn/so-hoa-de-di-san-hoi-sinh-va-khoi-dong-lich-su-3-duong-dai-con-lam-gian-nan>
- [14]. Thủ tướng Chính phủ. (2020, 3 tháng 6). *Quyết định số 749/QĐ-TTg phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030*. Cổng thông tin Chính phủ. <https://chinhphu.vn/default.aspx?docid=200163&pageid=27160>
- [15]. Tia Sáng. (2018, 10 tháng 9). *Cổ Loa liệu có thể “cứu vãn”? Tạp chí Tia Sáng*. <https://tiasang.com.vn/dien-dan/co-loa-lieu-co-the-cuu-van-12486>
- [16]. Tổng cục Du lịch Việt Nam. (2023). *Phủ Thọ gắn mã QR tại các di tích phục vụ du khách*. Cổng thông tin Du lịch Việt Nam. <https://vietnamtourism.gov.vn/post/58977>
- [17]. Trung tâm Bảo tồn Di sản Thăng Long - Hà Nội. (2020). *Trưng bày trực tuyến Hoàng thành Thăng Long*. <https://trungbayonline.hoangthanhthanglong.vn>
- [18]. UNESCO. (2021). *Culture and digital technologies*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/culture-and-digital-technologies>
- [19]. Văn Miếu - Quốc Tử Giám. (2020). *Video giới thiệu ứng dụng công nghệ số trong thuyết minh di tích* [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/watch/?v=773973831207761>

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGY IN THE DIGITIZATION AND PRESERVATION OF THE CO LOA RELIC SITE

*Vu Thi Nhung*²

Abstract: *In the context of Vietnam's national digital transformation, applying modern technologies to preserve and promote cultural heritage has become a critical trend. The Co Loa relic site, a major archaeological and historical center associated with the foundation of the Au Lac kingdom, faces the dual challenge of conservation and accessibility. This paper analyzes the role of digital technologies-including 3D scanning, virtual reality (VR), augmented reality (AR), geographic information systems (GIS), and open databases-in digitizing artifacts, reconstructing heritage spaces, and developing digital museums at Co Loa. Drawing on literature review and comparative analysis of successful digitization models in Vietnam, the study proposes a feasible roadmap for Co Loa through multi-stakeholder collaboration among the State, academic institutions, technology enterprises, and local communities. Findings suggest that digitization not only enhances preservation efforts but also creates opportunities for heritage education, cultural tourism development, and broader dissemination of Co Loa's cultural values in the digital environment.*

Keywords: *Co Loa, heritage digitization, digital technology, cultural preservation, digital museum*

² East Asia University of Technology