

SỐ HÓA DI SẢN CỔ ĐÔ HUẾ - BẢO TỒN VÀ PHÁT HUY GIÁ TRỊ MỸ THUẬT TRONG THỜI ĐẠI SỐ

Nguyễn Hoàng Anh¹

Email: hoanganhnguyen7898@gmail.com

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.2025.856

Tóm tắt: Trong bối cảnh chuyển đổi số cùng quá trình công nghiệp văn hóa phát triển tại Việt Nam, số hóa di sản trở thành xu hướng tất yếu, mở ra cơ hội cho bảo tồn và phát huy giá trị văn hóa. Được UNESCO công nhận là di sản Thế giới, việc ứng dụng công nghệ số với quần thể di sản kiến trúc Cổ đô Huế nhằm lưu giữ, bảo tồn bên cạnh đó tạo điều kiện tái hiện, truyền thông và sáng tạo trong lĩnh vực mỹ thuật ứng dụng. Bài viết tập trung phân tích lợi ích, tiềm năng và thách thức trong số hóa di sản kiến trúc Huế, từ các ứng dụng thực tiễn như 3D, VR/AR, bảo tàng số, đến khai thác dữ liệu số cho sáng tạo mỹ thuật đương đại. Thông qua việc khảo sát các dự án tiêu biểu, nghiên cứu chỉ ra tính khả thi, hiệu quả của việc số hóa di sản trong việc bảo tồn và phát huy giá trị mỹ thuật ứng dụng. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở lý luận và thực tiễn cho việc phát triển chính sách, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc nâng cao chất lượng đào tạo gắn kết giữa di sản, công nghệ và sáng tạo như một nguồn tư liệu sáng tạo trong thời đại mới phù hợp với bối cảnh chuyển đổi số hiện nay.

Từ khóa: số hóa di sản, di sản số, thời đại số, Cổ đô Huế, kiến trúc, mỹ thuật ứng dụng

I. Đặt vấn đề

Cách mạng công nghiệp 4.0 và tiến trình chuyển đổi số đang tái định hình phương thức bảo tồn, quản trị và khai thác giá trị di sản trên phạm vi toàn cầu. Tại Việt Nam, định hướng này được cụ thể hóa bằng *Chương trình Chuyển đổi số quốc gia* (QĐ 749/QĐ-TTg, 03/6/2020) coi dữ liệu số và hạ tầng số là nền tảng cho đổi mới quản trị công, kinh tế số và dịch

vụ văn hóa-du lịch, tạo tiền đề cho số hóa di sản một cách hệ thống. Bên cạnh đó, *Chiến lược phát triển văn hóa đến năm 2030* (QĐ 1909/QĐ-TTg, 12/11/2021) nhấn mạnh nhiệm vụ xây dựng cơ sở dữ liệu văn hóa, thư viện-bảo tàng số và ứng dụng công nghệ trong bảo vệ, phát huy di sản. Trong bối cảnh đó, Quần thể di sản kiến trúc Cổ đô Huế mang những giá trị lịch sử, nghệ thuật và thẩm mỹ đặc sắc

¹ Học viên K24.2 hệ đào tạo trình độ Thạc sĩ, Trường Đại học Mỹ thuật Công nghiệp

trở thành mô hình tiêu biểu kiểm chứng khả năng số hóa di sản gắn với sáng tạo đương đại. Qua đó, nhấn mạnh tính cấp thiết của nghiên cứu nằm ở yếu tố bảo tồn bền vững và phát huy giá trị mỹ thuật ứng dụng qua công nghệ hiện đại. Nghiên cứu với mục tiêu phân tích thực trạng, tiềm năng và thách thức của quá trình số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế trong bối cảnh chuyển đổi số và công nghiệp văn hóa. Từ đó đề xuất giải pháp khai thác dữ liệu số phục vụ bảo tồn và sáng tạo trong các lĩnh vực mỹ thuật ứng dụng (thiết kế đồ họa, thiết kế nội thất, truyền thông thị giác), bảo đảm cân bằng giữa tính xác thực học thuật, khả năng tiếp cận của công chúng và hiệu quả kinh tế - xã hội. Bên cạnh đó, nghiên cứu bổ sung khung lý luận về di sản số và phương pháp số hóa/chuẩn hóa dữ liệu áp dụng cho di sản kiến trúc, góp phần kết nối các chuẩn mực Quốc gia (QĐ 749, QĐ 1909). Về thực tiễn, kết quả nghiên cứu cung cấp quy trình và khuyến nghị để hình thành kho dữ liệu mở, các trải nghiệm số (VR/AR) và bộ tư liệu thiết kế phục vụ giáo dục, du lịch văn hóa và chuỗi sản phẩm mỹ thuật ứng dụng mang bản sắc Huế.

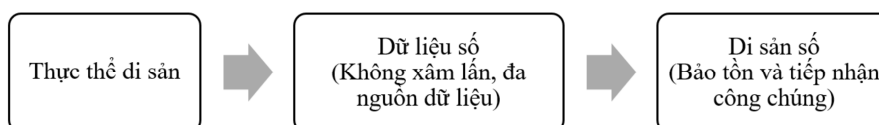
II. Cơ sở lý thuyết và thực tế

2.1. Cơ sở lý thuyết

Di sản số và số hóa di sản:

“Di sản số” theo định nghĩa UNESCO (2003) trong “*Hiến chương về bảo tồn di sản số*” có nêu: “gồm các nguồn lực độc nhất của tri thức và biểu đạt của con người, bao hàm tài nguyên văn hóa,

giáo dục, khoa học... được tạo ra ở dạng số hoặc chuyển đổi từ nguồn tương tự; tư liệu số gồm văn bản, cơ sở dữ liệu, ảnh tĩnh và động, âm thanh, đồ họa, phần mềm và trang web... được tạo lập, duy trì, quản lý có chủ đích để được gìn giữ”. Trong cuốn “*Sổ tay Trái Đất Số*” nhóm tác giả Huadong Guo et al. (2020) có nêu: “di sản số tự nhiên và văn hóa: là tài nguyên hay sản phẩm số được chuyển đổi từ di sản tự nhiên, di sản văn hóa hoặc từ nguồn tương tự bản gốc; gồm thông tin số tĩnh và động phát sinh trong toàn bộ quy trình số hóa như tạo lập - ghi chép, bảo tồn - bảo vệ, xử lý, phổ biến và trình bày; tồn tại như tài nguyên thông tin lưu trên vật mang tin hoặc cơ sở dữ liệu, hay được trưng bày và phổ biến qua Internet”. Theo đó, “Số hóa di sản” (heritage digitization) là quy trình tạo lập di sản số bằng cách chuyển các thực thể di sản sang dạng dữ liệu số thông qua các kỹ thuật không tiếp xúc, không hủy hoại, quét 3D, viễn thám vệ tinh, hàng không, khảo sát mặt đất và quan sát thủ công. Với mục tiêu cốt lõi là bảo tồn nguyên gốc và giảm thiểu rủi ro mất mát; tạo lập nguồn dữ liệu khoa học chuẩn hóa cho nghiên cứu, cung cấp nguồn tư liệu cho sáng tạo trong mỹ thuật ứng dụng, du lịch văn hóa và công nghiệp sáng tạo; mở rộng phổ biến và giáo dục cộng đồng qua các nền tảng như bảo tàng số, tham quan ảo VR/AR... đồng thời hỗ trợ công tác quản lý và hoạch định chính sách bảo tồn. Đây không chỉ lưu giữ thông tin mà còn là động lực phát triển bền vững, kết nối bảo tồn với nghiên cứu, giáo dục, sáng tạo và quản lý di sản trong thời đại số.



Hình 1. Sơ đồ đơn giản minh họa quy trình “Số hóa di sản”

Nguồn: Tác giả

Di sản kiến trúc Cố đô Huế:

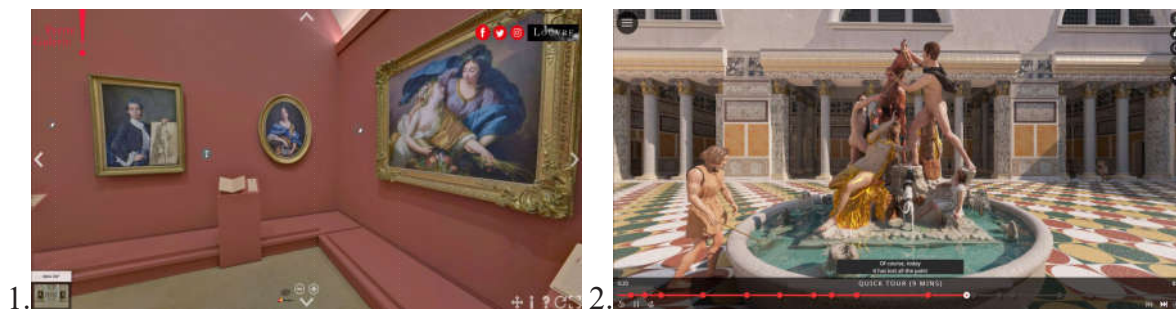
Tác giả Cảnh Toàn (2025) trong bài viết “*Di tích lịch sử và kiến trúc nghệ thuật Quần thể kiến trúc Cố đô Huế*” có nêu quần thể kiến trúc Cố đô Huế: “là tập hợp các di tích lịch sử-văn hóa do triều Nguyễn xây dựng từ đầu thế kỷ 19 đến nửa đầu thế kỷ 20 tại kinh đô Huế xưa. Gồm các công trình như Kinh thành, Hoàng thành, Tử Cấm thành, lăng tẩm các vua Nguyễn, cung, miếu, đình, đền đài, văn miếu, võ miếu, bến thuyền Cung đình... được phân bố trong thành phố Huế và các huyện lân cận” và được UNESCO công nhận là Di sản Văn hóa Thế giới năm 1993, đồng thời được Chính phủ Việt Nam xếp hạng là di tích quốc gia đặc biệt quan trọng năm 2009. Di tích Huế được chia thành các cụm: trong Kinh thành (Đại nội, Hoàng thành, Tử Cấm Thành, Ngọ Môn, điện Thái Hòa ...) và ngoài Kinh thành (lăng tẩm, cung An Định, miếu, đình, nhà vườn, bến thuyền, thành trấn, đài, đền miếu...).

Giá trị thẩm mỹ của di sản kiến trúc Cố đô Huế được kết tinh trong bố cục không gian, cảnh quan theo quan niệm phương Đông: kinh đô đặt trong thế “son-thủy” với Núi Ngự Bình làm “bình phong”, sông Hương dẫn mạch, các trục kiến trúc - nghi lễ theo Ngũ phương, Ngũ hành và Ngũ sắc (vàng, trắng, xanh, đen, đỏ). Trong cấu trúc ấy, hệ thành quách - Hoàng thành - Tử Cấm thành cùng các cung điện, đền

miếu, lăng tẩm được sắp đặt chặt chẽ theo trục chính - phụ, cho thấy tính kỷ luật hình khối và sự hòa điệu với địa hình tự nhiên. Vật liệu và kỹ thuật Huế nổi bật với khung gỗ sơn son thếp vàng, đồ pháp lam, mái lợp hoàng lưu ly; tại Điện Thái Hòa nổi bật với kết cấu “lưỡng lâu nhất thể”, hệ cột gỗ sơn thếp và hoạ tiết rồng - mây bao phủ không gian. Ngói men vàng - xanh trên các bộ mái (vàng ở trục trung tâm biểu thị hoàng quyền, xanh ở hai bên) tạo nên bảng màu cung đình đặc thù giàu biểu tượng. Bên cạnh đó, kỹ thuật khảm sành sứ (mosaic) đạt đỉnh cao ở lăng Khải Định, nơi các mảnh ghép gốm làm giàu ngôn ngữ trang trí cung đình. Toàn bộ tài nguyên di sản kiến trúc tại Huế từ bố cục trục nghi lễ, mô-típ rồng, phượng, mây, liên, bảng màu hoàng, đỏ, lục, chất liệu pháp lam/khảm/hoàng lưu ly đã tạo nên nguồn tư liệu giàu bản sắc cho các ngành mỹ thuật ứng dụng hiện đại, tái tạo tinh thần cung đình Huế trong ngôn ngữ thiết kế đương đại.

2.2. Cơ sở thực tiễn

Việc số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế có thể kế thừa nhiều kinh nghiệm từ các mô hình đã thành công tại Quốc tế. Với những dự án tiêu biểu như: Bảo tàng Louvre (Pháp), Kyoto (Nhật Bản) hay Colosseum (Ý)... đã chứng minh hiệu quả của việc kết hợp công nghệ quét 3D, VR/AR và nền tảng dữ liệu mở trong bảo tồn và quảng bá di sản.



Hình 2: Giao diện số hóa Bảo tàng (1. Louvre, Pháp, 2. Colosseum, Ý)

Nguồn: Tác giả trải nghiệm tại 1. <https://www.louvre.fr/visites-en-ligne/petitegalerie/saison5/>,
2. <https://yorescape.com/?dashboard/virtualtour/id/12596>

Từ các mô hình đã thành công tại Quốc tế có thể rút ra những bài học then chốt: (1) chuẩn hóa và sao lưu dữ liệu để bảo đảm tính lâu dài và tính xác thực; (2) thiết lập cơ chế bản quyền và quyền sử dụng minh bạch, áp dụng giấy phép mở khi thích hợp; (3) phát triển nền tảng tương tác thân thiện, đa phương tiện nhằm thu hút công chúng và biến di sản số thành tài nguyên giáo dục, sáng tạo. Đây chính là những định hướng quan trọng để áp dụng vào quá trình số hóa quần thể di sản kiến trúc Cố đô Huế.

III. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập, nghiên cứu tài liệu thứ cấp: tác giả tiến hành phân tích, tổng hợp các tài liệu thứ cấp là sách báo chuyên khảo, tạp chí chuyên ngành, các công trình nghiên cứu, báo cáo từ Trung tâm Bảo tồn Di tích Cố đô Huế, UNESCO.

Phương pháp thu thập dữ liệu sơ cấp: tác giả tiến hành quan sát trực tiếp một số di tích trọng điểm tại Huế (Điện Thái Hòa, Lầu Tàng Thơ, Hiển Lâm Các...) kết hợp cùng quá trình trải nghiệm những nhận hình ảnh, thông tin về quá trình ứng dụng VR/AR, bảo tàng số, quét 3D.

Phân tích, so sánh và tổng hợp dữ liệu: Sau khi tổng hợp dữ liệu các nguồn, tiến hành phân tích, so sánh và tổng hợp nhằm liên hệ mối tương quan giữa lý thuyết và thực tiễn hiện nay nhằm xây dựng nên bức tranh toàn diện, tạo nền tảng đưa ra những khuyến nghị và giải pháp thực tiễn trong tương lai.

IV. Kết quả và thảo luận

4.1. Thực trạng số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế hiện nay

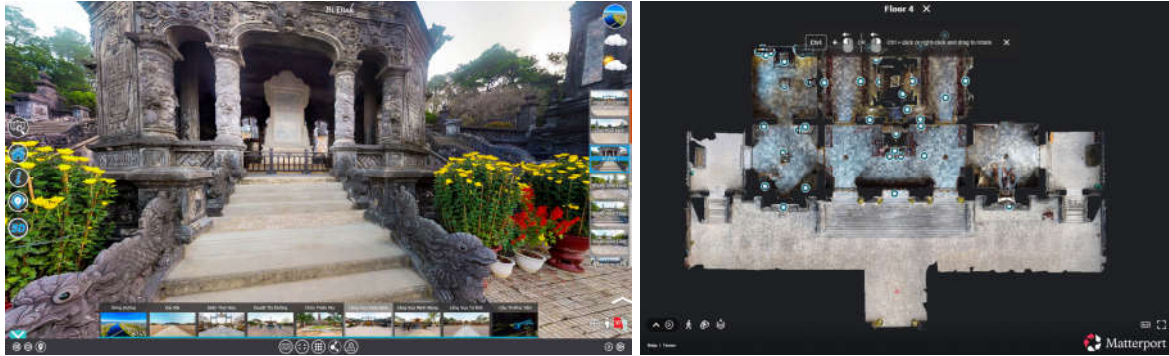
Trong gần một thập niên qua, công tác số hóa di sản tại Huế đã có những bước tiến rõ rệt, thể hiện qua các dự án

ứng dụng công nghệ trong bảo tồn, nghiên cứu, phát triển và quảng bá. Điều này được nhận diện qua ba nhóm hoạt động tiêu biểu quan tới số hóa: (1) sử dụng công nghệ quét 3D các công trình trọng điểm, (2) phát triển tour tham quan thực tế ảo (VR/AR), (3) thiết lập hệ thống bảo tàng số và dữ liệu mở.

Những dự án quét 3D đánh dấu bước ngoặt trong ứng dụng công nghệ số vào bảo tồn di sản. Nổi bật tại các dự án: quét 3D Điện Thái Hòa; laser scanning toàn bộ kiến trúc, cấu trúc, hoa văn trang trí Di tích Cố đô Huế... Dữ liệu số thu thập được nhằm theo dõi mức độ hư hỏng, phục vụ phục dựng nguyên dạng, cung cấp dữ liệu cho khách tham quan trực tuyến, các nhà nghiên cứu qua các mô hình 3D và VR360.

Bên cạnh đó, các dự án tham quan ảo VR360 cũng được triển khai. Tiêu biểu như dự án số hóa 9 địa điểm kiến trúc Huế (Đại Nội, Ngọ Môn, Điện Thái Hòa, chùa Thiên Mụ...) cho phép người truy cập khám phá không gian 360°, có thuyết minh đa ngôn ngữ. Một số công trình còn được ứng dụng công nghệ Matterport cho phép di chuyển trong không gian. Kết hợp cùng công nghệ AR Nreal Air Glass được sử dụng trong dự án “*Đi tìm Hoàng cung đã mất*”, tái hiện nghi lễ đổi gác, biểu diễn nhã nhạc cung đình ngay tại không gian gốc, giúp công chúng trải nghiệm sự hòa trộn giữa thực tại và quá khứ lịch sử.

Ngoài ra, hệ thống QR/NFC code được gắn tại các di tích kiến trúc: Điện Thái Hòa, Văn Miếu, lăng Gia Long... nói riêng và các di tích tại Huế nói chung đã nâng cao quá trình tương tác và trải nghiệm của khách tham quan. Chỉ cần thiết bị thông minh có khả năng quét mã, khách tham quan có thể tiếp cận dữ liệu 3D, tư liệu, hình ảnh và thuyết minh đa ngôn ngữ chi tiết.



Hình 3. Giao diện số hóa không gian Lăng Khải Định, Huế

Nguồn: Tác giả trải nghiệm tại <https://vr360.com.vn>

Giá trị thẩm mỹ của sản phẩm số hóa di sản kiến trúc Cổ đô Huế:

Từ góc độ kiến trúc (quy hoạch, không gian, kết cấu): Bằng việc chuẩn hóa bộ dữ liệu trực - tỷ lệ - mô đun (scan/BIM), cấu trúc đô thị-cảnh quan của Cổ đô Huế được tái hiện chính xác trên bản đồ số: trực nghi lễ định hướng theo địa hình, hệ thành tổ chức theo bố cục trọng tâm, đăng đối, bảo đảm trật tự, tỷ xứng và hòa điệu. Hình thành các template tham số phục vụ phục dựng 3D, diễn giải VR/AR. Ở cấp công trình, dữ liệu số hóa chi tiết kết cấu gỗ truyền thống (chông rường - giả thủ, nhịp khung cột - xà) cùng quy ước mái hoàng lưu ly/thanh lưu ly cho phép mô phỏng vật liệu - ánh sáng - màu sắc một cách chuẩn xác và nhất quán trong toàn bộ pipeline thiết kế.

Từ góc độ nghệ thuật tạo hình (tạo khối, bố cục thị giác, biểu tượng): Bằng việc chuẩn hóa dữ liệu thị giác-ánh sáng-trường nhìn (HDRI, light probe, photogrammetry), các trường nhìn nghi lễ (nghi môn-sân châu-bảo tòa), nhịp thăng đứng của hàng cột, và độ sâu hiên mái được tái lập chính xác dưới dạng thông số chiếu sáng-tương phản-độ rọi. Từ đó hình thành template tham số cho đường đi camera, điểm nhìn, vùng nhấn thị giác nhằm bảo toàn “không khí nghi lễ” của không gian nguyên gốc. Ở lớp ý nghĩa,

việc xây ontology biểu tượng (rồng, nhật-nguyệt, ngũ/cửu, bát bửu) gắn thẻ trực tiếp lên mô hình 3D/ảnh HR cho phép diễn giải đa ngữ - truy vấn ngữ nghĩa, đồng thời cung cấp “bản đồ biểu tượng” cho các dự án mỹ thuật ứng dụng sau này

Từ góc độ nghệ thuật trang trí (vật liệu, kỹ nghệ, họa tiết-màu sắc): Bằng việc số hóa bề mặt theo chuẩn PBR (albedo/normal/roughness/metallic) kết hợp RTI/multispectral và hiệu chuẩn màu, các lớp sơn son thếp vàng, pháp lam, khảm sành sứ/mosaic, ngói lưu ly được ghi nhận đúng ánh, sắc, độ bóng và vi cấu trúc. Từ dữ liệu, thiết lập atlas texture cho từng hạng mục, chuẩn hóa palette Ngũ sắc (vàng-trắng-xanh-đen-đỏ) và dựng thư viện họa tiết vector (SVG) theo quy tắc bố cục cung đình (dải, hồi văn, ô học).

4.2. Lợi ích và tiềm năng

Quá trình số hóa di sản Huế mang lại bộ lợi ích kép khi bảo tồn tính nguyên bản, cho phép truy cập dài hạn và nâng cao khả năng tiếp cận di sản. Cùng với đó tạo ra hạ tầng tài nguyên số với tiềm năng ứng dụng trong các sản phẩm ngành mỹ thuật ứng dụng đương đại mang bản sắc Huế với sự hỗ trợ của công nghệ. Từ đó trở thành đòn bẩy cho công nghiệp văn hóa, phát triển du lịch bền vững và kinh tế sáng tạo địa phương.

4.2.1. Lợi ích mang lại

Bảo tồn bền vững và mở rộng khả năng tiếp cận: Số hóa di sản lưu giữ lại những thông tin gốc (hình học, màu sắc, vật liệu, lịch sử, văn hóa...) đồng thời tạo điều kiện truy cập dài hạn, tính xác thực cao gắn với hai mục tiêu cốt lõi của di sản số “bảo tồn lâu dài” và “tiếp cận trong tương lai”.

Nghiên cứu và giáo dục mở: Khi kho dữ liệu mở được chuẩn hóa với chất lượng cao, các nhà nghiên cứu, sinh viên, học viên và cộng đồng sáng tạo có thể khai thác sâu, ứng dụng trong các sản phẩm đương đại.

Động lực cho công nghiệp văn hóa và du lịch: Dữ liệu di sản số trở thành động lực phát triển cho chuỗi sản phẩm văn hóa trong bối cảnh du lịch trong nước và Quốc tế đang phục hồi và dự báo sẽ tiếp tục tăng trưởng trong tương lai. Đây là tín hiệu tích cực khi chuyển hóa trải nghiệm số thành giá trị kinh tế gắn với di sản Huế.

4.2.2. Tiềm năng cho các ngành mỹ thuật ứng dụng

Thiết kế đồ họa và truyền thông thị giác: Kho ảnh độ phân giải cao và 3D cho phép trích hoa văn, mô-típ, bảng màu, cấu trúc bố cục chuẩn xác để tạo poster, infographics, bộ nhận diện sự kiện, ấn phẩm triển lãm và quảng bá du lịch thông minh.

Thiết kế nội thất và không gian: Dữ liệu quét 3D/BIM, VR có thể dùng để phục dựng nội thất cung đình, dựng mô hình ánh sáng, vật liệu, tạo thư viện texture (vàng son, khảm sành sứ, ngói lưu ly) và thử nghiệm bố cục trong môi trường ảo. Bên cạnh đó, với xu hướng hạ tầng dữ liệu cùng trí tuệ nhân tạo đã cho thấy tiềm năng ứng dụng AI đề gợi ý phối màu, phân loại hoa văn, tăng tốc dựng phương án.

Phim/hoạt hình/game 3D và XR:

Mô hình 3D, ảnh HR, audio/video chất lượng cao cho phép dựng bối cảnh lịch sử chính xác, giảm chi phí tiền kỳ, tăng độ thuyết phục của trải nghiệm nhập vai (VR/AR/MR).

Thiết kế sản phẩm thủ công và thời trang : Kho dữ liệu số mô-típ, họa tiết, hình chạm... được chuẩn hóa và cho phép dùng lại sẽ trở thành ngân hàng ý tưởng cho sản phẩm lưu niệm, vật liệu bề mặt, dệt-in kỹ thuật số và phụ kiện....

4.3. Thách thức

Bên cạnh những cơ hội bảo tồn và sáng tạo, số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế đang phải đối diện với những thách thức mang tính hệ thống. Nếu đưa ra những giải pháp, kiến nghị phù hợp sẽ giảm thiểu được rủi ro và tạo tiền đề bứt phá trong tương lai. Những vấn đề thách thức như:

Bảo tồn dài hạn và chuẩn hóa thông tin: Thách thức với nền tảng là đảm bảo dữ liệu 2D/3D tồn tại, truy cập và sử dụng trong nhiều thập kỷ. Điều này đòi hỏi chiến lược lưu trữ, sao lưu, di trú định dạng định kỳ; áp dụng siêu dữ liệu chuẩn, định danh bền vững (PID) và chuẩn mở cho ảnh/3D. Nếu không có chuẩn hóa ngay từ đầu, kho dữ liệu di sản số Huế sẽ bị phân mảnh, khó tích hợp với những nền tảng học thuật, giáo dục. Dẫn tới sai lệch về nội dung, độ tin cậy của mô hình số hóa. Bên cạnh đó, là vấn đề về “sai số” trong quá trình số hóa làm giảm giá trị khoa học khi ứng dụng trong việc phục dựng kiến trúc, nội thất.

Pháp lý, sở hữu trí tuệ, đạo đức: Quá trình số hóa tạo ra những sản phẩm dưới dạng 2D/3D/media tuy nhiên vấn đề bản quyền cũng cần được làm rõ (quyền sở hữu, tác quyền, quyền liên quan...). Bên cạnh đó, khi các sản phẩm được khai thác thương mại cần cơ chế cấp phép phân

tàng, ghi nhận nguồn, chia sẻ lợi ích. Ở lớp dữ liệu hành vi (vé điện tử, XR/AR) việc thu thập, xử lý tuân thủ bảo vệ dữ liệu cá nhân. Với di sản phi vật thể, mọi ghi chép công bố cần được sự đồng thuận, tự do tuân thủ các quy tắc đạo đức tránh xâm hại văn hóa. Thêm vào đó là thách thức về an ninh mạng, tính xác thực đặc biệt với sự hỗ trợ của trí tuệ nhân tạo đòi hỏi hệ thống xác thực, tem chống giả mạo, bảo vệ độ nguyên bản của kho dữ liệu số.

Nhân lực và quản trị dữ liệu: Thiếu đội ngũ liên ngành (bảo tồn - kiến trúc - mỹ thuật - công nghệ thông tin - pháp lý) khiến chuỗi số hóa dễ bị đứt gãy, quy trình chưa đồng bộ về chất lượng, chưa có sự thống nhất dẫn tới khó di trú sang chuẩn mở và tăng chi phí vòng đời. Cùng với đó, nguy cơ “thảm mỹ hóa rừng ngũ cảnh” xuất hiện khi trải nghiệm XR/AR chỉ tập trung thị giác mà thiếu thuyết minh khoa học và bối cảnh lịch sử - xã hội do thiếu sự tham gia của các nghệ nhân, nhà nghiên cứu, cộng đồng địa phương, hội đồng thẩm định.

Mô hình khai thác và đo lường giá trị kinh tế: Việc cân bằng giữa mở dữ liệu để kích thích sáng tạo và tạo doanh thu để tái đầu tư bảo tồn đặt ra vấn đề về mô hình minh bạch và đồng bộ giá. Thêm vào đó là chi phí số hóa, lưu trữ sản phẩm số hóa.

4.4. Đề xuất giải pháp

Về công nghệ và các vấn đề hạ tầng số: Cần hình thành kho dữ liệu mở di sản Huế, phân cấp truy cập, dùng chuẩn thống nhất, có chế định danh và sao lưu nhiều vị trí. Trên nền tảng, phát triển các dịch vụ trải nghiệm số đa phương tiện: VR/AR, triển lãm, bản đồ tương tác theo thời gian cùng các dữ liệu liên quan trực tiếp tới quá trình thiết kế mỹ thuật ứng dụng (thư viện văn hóa, texture vật liệu, hệ vector, mô

hình 3D..). Cùng với đó, ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phục dựng màu sắc, tính toán độ xuống cấp vật liệu và phân loại. Từ đó, triển khai các mô hình chu kỳ ngắn với thang đo chỉ số truy cập, thời gian tương tác và số lượng sản phẩm thiết kế phát sinh từ kho dữ liệu.

Về đào tạo: Các cơ sở đào tạo mỹ thuật ứng dụng, kiến trúc và bảo tồn cần tích hợp học phân liên quan di sản số, ứng dụng di sản số trong thiết kế các ngành mỹ thuật ứng dụng vào chương trình học. Phù hợp với những chính sách, chủ trương Nhà nước, từ đó, giúp sinh viên thực hành đầy đủ chuỗi công việc: xử lý hiện trường, chụp, quét, đo, tái tạo mô hình, trực quan hóa qua công nghệ VR/AR và chuyển hóa thành sản phẩm thiết kế. Trên cơ sở đó, cần đội ngũ nhân lực chuyên ngành có chuyên môn về cả ngôn ngữ nghệ thuật cũng như kỹ năng xử lý công nghệ. Các chương trình thực địa, workshop, hội thảo chuyên môn... tại các địa điểm, trung tâm di sản cũng cần được phát huy để rút ngắn khoảng cách giữa đào tạo và thực tiễn. Bên cạnh đó, các khóa bồi dưỡng ngắn hạn cho sinh viên, học viên, cán bộ, giảng viên sẽ mở rộng khả năng tiếp cận di sản trong cộng đồng nói chung và phạm vi trường học nói riêng.

Về hợp tác: Số hóa di sản là bài toán hệ sinh thái, cần xây dựng cơ chế đồng kiến tạo, đồng kiểm giữa các trường đại học - viện nghiên cứu - doanh nghiệp công nghệ - đơn vị quản lý di tích. Trong đó, mỗi bên có vai trò rõ ràng: nhà trường nghiên cứu và đào tạo; viện chuẩn hóa phương pháp, kiểm định chất lượng; doanh nghiệp mang tới giải pháp kỹ thuật; đơn vị bảo tồn di tích chủ nhiệm dữ liệu và đầu mối cấp phép kết hợp cùng các chính sách Nhà nước về bản quyền, tác quyền. Bên

cạnh đó, hợp tác với các chương trình, bảo tàng, trường học, viện nghiên cứu... trên Quốc tế sẽ tăng khả năng tiếp cận được công nghệ mới đồng thời đưa dữ liệu Huế vào mạng lưới di sản số toàn cầu. Ở cấp độ cộng đồng, cần thiết kế các chương trình để người dân hiến tặng ảnh tư liệu, câu chuyện, thông tin... từ đó bổ sung cho những thiếu sót thông tin, tăng mức độ đồng thuận của xã hội với các hoạt động bảo tồn.

Về công nghệ và các vấn đề hạ tầng số: Cần hình thành kho dữ liệu mở di sản Huế, phân cấp truy cập, dùng chuẩn thống nhất, có chế định danh và sao lưu nhiều vị trí. Trên nền tảng, phát triển các dịch vụ trải nghiệm số đa phương tiện: VR/AR, triển lãm, bản đồ tương tác theo thời gian cùng các dữ liệu liên quan trực tiếp tới quá trình thiết kế mỹ thuật ứng dụng (thư viện văn hóa, texture vật liệu, hệ vector, mô hình 3D...). Cùng với đó, ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phục dựng màu sắc, tính toán độ xuống cấp vật liệu và phân loại. Từ đó, triển khai các mô hình chu kỳ ngắn với thang đo chỉ số truy cập, thời gian tương tác và số lượng sản phẩm thiết kế phát sinh từ kho dữ liệu.

Về kinh tế - xã hội, cộng đồng: Thông qua cơ chế khai thác di sản số hóa có kiểm soát, dữ liệu số có thể phát triển chuỗi các sản phẩm du lịch văn hóa sáng tạo: bộ nhận diện, triển lãm, vật phẩm lưu niệm, mô hình 3D, trò chơi, phim ngắn... Những lợi ích kinh tế thu được sẽ hỗ trợ những quỹ bảo tồn, học bổng, nghệ nhân bản địa cũng như quá trình số hóa di sản. Đồng thời, phát triển những dự án truyền thông, du lịch, kể chuyện, trải nghiệm di sản qua đó nâng cao niềm tự hào và trách nhiệm gìn giữ trong cộng đồng.

4.5. Dự báo xu hướng phát triển

Hình thành hệ sinh thái di sản số, bảo tàng số, nền tảng metaverse: Trong giai đoạn 5 năm tiếp theo, tại Việt Nam xu hướng chủ đạo là phát triển liên kết các dự án số hóa rời rạc sang hệ sinh thái di sản số liên thông. Trên thực tế, mô hình dữ liệu mở của *Smithsonian Institution* cho thấy khi bảo tàng cấp phép và cung cấp tài về dữ liệu di sản dưới dạng 2D/3D, cộng đồng các nhà thiết kế, giáo dục có thể tạo sinh vô số sản phẩm phái sinh có giá trị học thuật và thương mại. Hay mô hình hợp tác giữa *Google Arts* và *Culture - CyArk* đã chứng minh khả năng chia sẻ dữ liệu quét 3D/LiDAR ở quy mô toàn cầu, các dự án số hóa tại các bảo tàng Quốc tế như “*Mona Lisa: Beyond the Glass*” hay “*Ancient Olympia: Common Grounds*” cũng cho thấy xu hướng dịch chuyển mạnh mẽ của hệ thống triển lãm từ trung bày tại chỗ tới bản phân phối trực tuyến VR/MR. Từ đó, báo hiệu giai đoạn tăng tốc chuẩn hóa dữ liệu di sản số 3D, mở API và kết hợp công nghệ AI để tăng khả năng tái sử dụng nội dung di sản phù hợp với Việt Nam hiện nay.

Đóng góp cho công nghiệp văn hóa, du lịch bền vững và kinh tế sáng tạo tại Việt Nam: Kho dữ liệu di sản mở và có khả năng ứng dụng trong các ngành mỹ thuật tạo nên chuỗi giá trị sáng tạo, trở thành động lực phát triển ngành kinh tế sáng tạo - lĩnh vực theo UNESCO (2025) khẳng định là một trong những ngành có tốc độ phát triển nhanh nhất Thế giới và hiện chiếm khoảng 3,1% GDP toàn cầu và 6,2% việc làm. Ở bình diện toàn cầu, với những số liệu phục hồi ngành du lịch sau đại dịch Covid đã chỉ ra trải nghiệm số, tương tác nhập vai sẽ mang lại lời thề cạnh tranh thu hút khách, phân tán và kéo dài thời gian ở lại trên môi trường số của

du khách. Bên cạnh đó, những bài học về bảo tồn di sản trên Thế giới cũng cho thấy chiến lược “mở để lớn”: dữ liệu số hóa di sản thúc đẩy sự nở rộ của các sản phẩm phái sinh (ấn phẩm, thời trang, nội thất, multimedia...), đồng thời vẫn quản trị minh bạch lớp nội dung nhạy cảm qua chính sách dữ liệu - cấp phép.

Bảo tồn di sản phi vật thể trong môi trường số: Xu hướng số hóa này chuyển từ “ghi chép - lưu trữ” sang hệ sinh thái cộng đồng làm trung tâm theo Công ước 2003 và các Nguyên tắc đạo đức của UNESCO để đảm bảo tính chính danh và ngữ cảnh sống của thực hành văn hóa. Đồng thời, áp dụng nền tảng quản trị cộng đồng dưới sự hỗ trợ của công nghệ đa phương tiện. Với riêng Huế, trong tương lai các di sản phi vật thể như Nhã nhạc cung đình Huế, Lễ hội điện Hòn Chén, Nghề làm bún làng Vân Cù... sẽ hình thành hệ di sản số đa lớp (audio + video 360 + chú thích + nhãn quyền), liên thông kho dữ liệu mở và các chương trình giáo dục số, qua đó vừa bảo tồn vừa mở rộng cơ hội sáng tạo, truyền thông trên không gian số.

V. Kết luận

Nghiên cứu đã chứng minh rằng số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế là hạ tầng chiến lược kết nối bốn trụ cột: bảo tồn khoa học, nghiên cứu - giáo dục, công nghiệp văn hóa - du lịch bền vững và chuỗi giá trị mỹ thuật ứng dụng. Trên cơ sở lý thuyết và khảo sát thực tiễn, bài viết chỉ ra bộ lợi ích kép: bảo tồn nguyên gốc, bảo đảm truy cập dài hạn, nâng cao năng lực quản trị di sản; kiến tạo “nguyên liệu số” chuẩn hóa (ảnh HR, 3D, VR/AR, bảo tàng số) cho các sản phẩm thiết kế mỹ thuật ứng dụng mang bản sắc Huế. Đồng thời, nghiên cứu nhận diện những thách thức: bảo tồn dài hạn và chuẩn liên thông dữ liệu; pháp lý, sở hữu trí tuệ, quyền riêng tư và đạo đức; kỹ thuật, chất lượng và tính xác thực nội dung; tổ chức nhân lực và quản trị dữ liệu;

mô hình khai thác và đo lường hiệu quả. Từ đó, đề xuất khung giải pháp trọng tâm theo logic: chuẩn mở + cấp phép phân tầng + quản trị dữ liệu chuyên trách + KPI tác động. Khi bốn trụ này vận hành đồng bộ, dữ liệu số Huế sẽ vừa đáng tin cậy cho bảo tồn - học thuật, vừa giàu khả năng tái sử dụng cho các ngành mỹ thuật ứng dụng. Trong tương lai, Huế có thể trở thành điển hình “di sản sống trên không gian số” của Việt Nam nếu hoàn tất vòng khép kín: chuẩn hóa dữ liệu; mở và liên thông; trải nghiệm XR thương mại; đo lường, tái đầu tư cho bảo tồn. Số hóa di sản kiến trúc Cố đô Huế là đòn bẩy để vừa gìn giữ cội nguồn, vừa nuôi dưỡng sáng tạo đương đại để hiện thực hóa mục tiêu phát triển bền vững, nâng vị thế văn hóa Huế trong kỷ nguyên số.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Guo, H., Goodchild, M. F., & Annoni, A. (Eds.). (2020). *Manual of Digital Earth* [Sổ tay Trái Đất Số]. Singapore: Springer Nature Singapore.
- [2]. Smithsonian Institution. (2025). Trang thông tin điện tử *Smithsonian*. Nguồn: <https://www.si.edu/openaccess>
- [3]. Cảnh Toàn. (2025). Di tích lịch sử và kiến trúc nghệ thuật Quần thể kiến trúc Cố đô Huế. Trang thông tin điện tử *Cục Di sản văn hóa*. Nguồn: <https://dsvh.gov.vn/di-tich-lich-su-va-kien-truc-nghe-thuat-quan-the-kien-truc-co-do-hue-2944>
- [4]. UNESCO. (2003). *Charter on the Preservation of Digital Heritage* [Hiến chương về bảo tồn di sản số]. UNESCO. Nguồn: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000179529>
- [5]. UNESCO. (2025). *Everyone can make a difference* [Mỗi cá nhân đều có thể tạo nên sự khác biệt]. Nguồn: <https://www.unesco.org/creativity/en/ifcd/support/private-sector>

DIGITALIZATION OF THE HUE IMPERIAL HERITAGE - PRESERVING AND PROMOTING AESTHETIC VALUES IN THE DIGITAL AGE

Hoang Anh Nguyen²

Abstract: *In the context of digital transformation and the development of cultural industries in Vietnam, the digitalization of heritage has become an inevitable trend, creating opportunities for the preservation and promotion of cultural values. Recognized by UNESCO as a World Heritage Site, the application of digital technologies to the architectural heritage complex of the Hue Imperial City not only preserves and safeguards the site but also enables recreation, communication, and innovation in the field of applied fine arts. This article analyzes the benefits, potential, and challenges of digitalizing Hue's architectural heritage, covering practical applications such as 3D modeling, VR/AR, and digital museums, as well as the use of digital data in contemporary art and design practices. By examining exemplary projects, the study demonstrates the feasibility and effectiveness of digital heritage initiatives in preserving and promoting aesthetic values. The research findings provide both theoretical and practical foundations for policy development, emphasizing the importance of enhancing training quality by integrating heritage, technology, and creativity as sources of artistic inspiration in the digital era.*

Keywords: *digital heritage, digitalization, digital age, Hue Imperial City, architecture, applied fine arts*

² Master's Student, Cohort K24.2, University of Art and Design