

ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI)
TRONG BẢO TỒN DI SẢN KIẾN TRÚC

Đặng Thị Lan Phương

Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Email: lanphuong810@gmail.com

Ngày nhận bài: 21/4/2024; ngày hoàn thành phản biện: 28/5/2024; ngày duyệt đăng: 24/7/2024

TÓM TẮT

Trong xu thế hội nhập và phát triển không ngừng của thế giới, sự phát triển của đô thị hóa và công nghệ đang đặt ra những thách thức lớn cho việc bảo tồn di sản kiến trúc. Tuy nhiên, công nghệ Trí tuệ Nhân tạo (AI) đã mở ra những khả năng mới, giúp chúng ta bảo tồn và phục hồi các công trình kiến trúc có giá trị lịch sử và văn hóa một cách hiệu quả. Bài viết này sẽ đánh giá vai trò của công nghệ AI trong quá trình hỗ trợ, phục dựng bảo tồn di sản kiến trúc, và cung cấp cái nhìn sâu rộng về tiềm năng và những thách thức mà công nghệ này mang lại trong việc kết nối quá khứ với tương lai một cách hợp lý, đồng thời giúp bảo tồn và phát huy giá trị của di sản kiến trúc cho các thế hệ tương lai.

Từ khóa: Trí tuệ nhân tạo (AI); bảo tồn; di sản kiến trúc, công nghệ số.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, sự phát triển vũ bão của AI đã mở ra những cơ hội mới trong việc bảo tồn và trùng tu di sản kiến trúc, một vấn đề ngày càng trở nên cấp bách trước sự đe dọa của biến đổi khí hậu và đô thị hóa. Việc ứng dụng AI vào bảo tồn di sản không chỉ giúp gia tăng hiệu quả công việc mà còn góp phần tìm ra những giải pháp sáng tạo để đối mặt với những thách thức hiện nay. Cụ thể, AI có khả năng phân tích dữ liệu số lượng lớn và phức tạp, từ đó dự báo và phát hiện sớm những tổn hại mà mắt thường không thể nhận biết, giúp định hướng chính xác các biện pháp tu bổ và bảo dưỡng.

Tài liệu của các nhà khoa học trước đây đã chỉ ra rằng việc sử dụng AI, cụ thể là học máy và xử lý ảnh, đang ngày càng phổ biến trong việc nghiên cứu và phục hồi các khu di tích. Nhóm nghiên cứu tại Đại học Oxford, ví dụ, đã phát triển một hệ thống AI có khả năng phân tích bề mặt và cấu trúc của vật liệu xây dựng, cho phép phân loại và đánh giá tình trạng hư hại dựa trên hình ảnh chụp từ thiết bị Bay Không Người Lái (UAV). Mặt khác, một thí nghiệm tại Italia đã áp dụng thuật toán phân loại để phân

tích mô hình ba chiều (3D) của các cấu trúc lịch sử, giúp lập kế hoạch bảo tồn chi tiết và khoa học hơn.

Trước những tiến bộ đã đạt được, nghiên cứu hiện tại nhận thức rõ ràng nhu cầu tiếp tục khám phá và mở rộng vai trò của AI trong bảo tồn di sản kiến trúc. Bài báo này sẽ đề cập đến cách thức AI có thể tối ưu hóa quy trình giám sát, phân tích và tu sửa di sản kiến trúc, đồng thời trình bày những k, nhấn mạnh vào tiềm năng cũng như những thách thức khi đưa AI vào thực tiễn bảo tồn di sản văn hóa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để tiến hành nghiên cứu về ứng dụng AI trong bảo tồn di sản kiến trúc, tác giả sử dụng phương pháp thu thập và phân tích tài liệu tổng quan về di sản kiến trúc cùng với các thực trạng về sử dụng AI cho việc bảo tồn di sản kiến trúc trên thế giới. Thông qua phương pháp nghiên cứu này, bài báo cung cấp một bức tranh tổng quan về vai trò và khả năng mà AI có thể mang lại, trong lĩnh vực bảo tồn di sản kiến trúc thông qua ứng dụng các tiến bộ của trí tuệ nhân tạo và đưa ra những thách thức cần có khi ứng dụng tại Việt Nam.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực trạng việc bảo tồn di sản kiến trúc ở Việt Nam hiện nay

Bảo tồn di sản kiến trúc là một nhiệm vụ quan trọng đối với bất kỳ quốc gia nào, nhằm giữ gìn bản sắc văn hóa và lịch sử cho thế hệ tương lai. Thực tế hiện nay, Chính phủ đã đưa ra nhiều chính sách liên quan đến việc bảo tồn di sản văn hoá. Đặc biệt là chương trình mục tiêu quốc gia về phát triển văn hoá giai đoạn 2025 - 2035. Bên cạnh chương trình mục tiêu đó thì cũng đã có nhiều những dự án bảo tồn liên quan được thực hiện.

Phố cổ Hà Nội là một ví dụ, với lịch sử hơn 1.000 năm, đã trải qua nhiều dự án bảo tồn và phục hồi do chính phủ Việt Nam phối hợp với các tổ chức quốc tế như UNESCO. Dự án tập trung vào việc phục hồi các ngôi nhà cổ, cải thiện cơ sở hạ tầng mà không làm mất đi bản sắc văn hóa đặc trưng của khu vực.

Kinh thành Huế, một di sản thế giới được UNESCO ghi danh, đã được Chính phủ Việt Nam và các đối tác quốc tế chú trọng bảo tồn và phục hồi. Dự án bảo tồn không chỉ tập trung vào việc phục hồi các công trình bị hư hại do thời tiết và thảm họa tự nhiên mà còn trong việc bảo tồn cảnh quan và môi trường xung quanh.

Quần thể di tích Mỹ Sơn, một trong những trung tâm tôn giáo Hindu cổ nhất tại Đông Nam Á, đã được Việt Nam và các tổ chức quốc tế như UNESCO, JICA (Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản) hợp tác bảo tồn. Công tác bảo tồn bao gồm việc phục

hồi các đền đài và tượng, cũng như áp dụng công nghệ để theo dõi và bảo vệ khu vực khỏi các tác động môi trường.

3.2. Tầm quan trọng của ứng dụng AI trong công việc bảo tồn di sản kiến trúc

3.2.1. Các phương pháp ứng dụng AI trong bảo tồn di sản kiến trúc

Phân tích hình ảnh và dữ liệu từ quá khứ: Thuật toán học máy (machine learning) có thể phân tích hàng ngàn bức ảnh, bản vẽ, và tài liệu liên quan đến một công trình kiến trúc để tạo ra mô hình 3D chính xác, từ đó giúp các nhà khoa học và kiến trúc sư hiểu rõ về cấu trúc ban đầu của công trình. Phương pháp này bao gồm việc thu thập dữ liệu về thời tiết và môi trường từ quá khứ đến hiện tại, sau đó sử dụng các thuật toán học máy để phân tích và dự đoán những tác động tiềm ẩn đến di sản kiến trúc. Các mô hình dự đoán này giúp chúng ta hiểu rõ hơn về cách thức và mức độ mà thời tiết và các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến các cấu trúc kiến trúc, từ đó phát triển các biện pháp phòng ngừa và bảo tồn hiệu quả.

Công nghệ Drone không người lái: Ngày nay, việc chụp ảnh tĩnh và quay video từ máy bay không người lái rất phổ biến. Máy bay không người lái về cơ bản là một máy bay không có phi công trên máy bay và được biết đến rộng rãi là UAV của phương tiện bay không người lái. Có nhiều loại máy bay không người lái khác nhau trên thị trường và có thể được phân loại theo loại ứng dụng như chụp ảnh, lập bản đồ trên không, kiểm tra, giám sát [6]. Di tích lịch sử của Iraq được xây dựng lại bằng mô hình 3D bằng cách sử dụng video máy bay không người lái từ nguồn cộng đồng, đó là: Tu viện Rabban Hormizd (640 sau Công nguyên), Taq Kasra (242 đến 272 sau Công nguyên) và Nhà thờ Hồi giáo vĩ đại Samarra (849 – 851 sau Công nguyên) [6]. Các thử nghiệm đã cho thấy mô hình 3D thành công của ba đối tượng di sản được đề cập bằng cách sử dụng hình ảnh video từ máy bay không người lái từ nguồn cộng đồng mặc dù được chụp cho các mục đích không phải 3D đòi hỏi chuyên môn và lập kế hoạch cao.



Hình 1. Hình ảnh sử dụng máy bay không người lái để chụp ảnh dữ liệu

Hình ảnh Lăng mộ tưởng niệm của Aba [11]

Dự đoán và phân loại hư hại: Các mô hình máy được huấn luyện để nhận diện các dấu hiệu của hư hại trên cấu trúc kiến trúc, từ đó đề xuất các biện pháp can thiệp phù hợp. Điều này giúp tiết kiệm thời gian và nguồn lực trong quá trình bảo dưỡng và phục hồi.

Tái tạo và mô phỏng: Trong trường hợp công trình bị hư hại nặng hoặc mất mát thông tin thiết kế, học máy có thể sử dụng dữ liệu từ các công trình tương tự để tái tạo và mô phỏng cấu trúc ban đầu, giúp việc phục hồi được thực hiện một cách chính xác nhất. Phương pháp tính toán và mô phỏng để tạo ra bản sao chính xác của kiến trúc gốc

Phương pháp Deep learning: Sự tiến bộ trong phương pháp deep learning của AI mang lại một triển vọng mới trong việc bảo tồn và phục hồi di sản kiến trúc. Bằng cách sử dụng dữ liệu lịch sử và ứng dụng công nghệ tiên tiến, chúng ta không chỉ khôi phục được vẻ đẹp vật lý của các công trình mà còn bảo tồn được giá trị văn hóa và lịch sử. Deep learning, với khả năng xử lý và phân tích dữ liệu lớn, mở ra một hướng đi mới cho công tác bảo tồn, giúp tái tạo các di sản kiến trúc. Deep learning là công nghệ có điểm số lựa chọn cao nhất cho các tổ chức thiết kế uy tín về việc khảo sát sử dụng công nghệ cho ngành thiết kế kiến trúc [10]. Một ví dụ điển hình về việc sử dụng deep learning trong bảo tồn kiến trúc là dự án tái tạo cung điện Versailles tại Pháp. Cung điện này, một biểu tượng của kiến trúc Pháp Baroque, đã trải qua nhiều thế kỷ với sự thay đổi và hư hại. Nhằm tái tạo chính xác các phòng và hội trường đã mất, các nhà nghiên cứu đã sử dụng deep learning để phân tích hàng ngàn bức ảnh, bản vẽ và tài liệu lịch sử. Các mạng nơ-ron sâu được huấn luyện để nhận diện các mẫu kiến trúc, nội thất và trang trí đặc trưng, từ đó mô phỏng và tái tạo chính xác những phần của cung điện đã không còn tồn tại hoặc bị hư hại. Phần mềm này cũng có khả năng dự đoán vật

liệu xây dựng và kỹ thuật được sử dụng dựa trên dữ liệu lịch sử, giúp việc phục hồi không chỉ giữ được vẻ đẹp hình thức mà còn đảm bảo tính xác thực về mặt lịch sử và kiến trúc. Kết quả là một bản sao số hóa đầy đủ và chính xác của Cung điện Versailles, không chỉ phục vụ mục đích bảo tồn mà còn tạo ra một công cụ quý giá cho nghiên cứu và giáo dục, cho phép công chúng khám phá cung điện một cách sinh động và chi tiết như nó từng tồn tại hàng trăm năm trước.

Phân tích và dự đoán các tác động của thời tiết và môi trường đối với di sản kiến trúc

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và những thách thức môi trường ngày càng gia tăng, việc bảo vệ di sản kiến trúc trở thành một nhiệm vụ cấp bách. Các công trình di sản, mang đậm giá trị lịch sử và văn hóa, thường xuyên phải đối mặt với sự tàn phá từ các yếu tố thời tiết và môi trường. Phương pháp ứng dụng phân tích và dự đoán các tác động của thời tiết và môi trường, thông qua công nghệ AI và học máy, mở ra một hướng tiếp cận mới mẻ và hiệu quả trong việc bảo tồn và phục hồi các công trình này. Không chỉ vậy, AI còn có thể hỗ trợ trong việc đánh giá mức độ hư hại, ưu tiên công trình cần phục hồi gấp và dự đoán những vấn đề tiềm ẩn có thể gây ra hư hại tiếp theo[5]. Điều này đưa ra một hệ thống quyết định thông minh, giúp chúng ta tiếp cận việc bảo tồn di sản một cách khoa học và bài bản hơn.

3.2.2. Vai trò của AI trong bảo tồn di sản kiến trúc

Trong bối cảnh kỹ thuật số ngày càng phát triển, việc áp dụng công nghệ AI trong bảo tồn di sản kiến trúc đã mở ra một hướng đi mới, mang lại hiệu quả đáng kinh ngạc. Ngoài ra, AI cũng đã chứng minh tầm quan trọng của mình trong việc hỗ trợ ra quyết định thông qua việc đưa ra các giải pháp phục hồi chính xác. Ví dụ việc Phục hồi Nhà thờ St. Michael ở Coventry thực sự là một dự án nổi bật. Các công nghệ số và AI đã được sử dụng để tái tạo lại các phần của nhà thờ bị phá hủy trong Thế chiến II. Trong dự án phục hồi Nhà thờ St. Michael ở Coventry, Vương quốc Anh, AI và công nghệ thực tế ảo đã được sử dụng để phục hồi những phần bị hủy hoại trong Thế chiến II. Các mô hình 3D của nhà thờ gốc được tái tạo dựa trên các tài liệu lịch sử, hình ảnh và dữ liệu từ các cuộc khảo sát trước đây. Đặc biệt hơn, theo việc phục hồi Nhà thờ Đức Bà Paris (Pháp) sau hỏa hoạn vào ngày 15.4.2019 là một minh chứng thuyết phục nhất của việc số hóa, khi vụ hỏa hoạn đã phá hủy phần lớn mái nhà, tháp chuông và các cấu trúc gỗ bên trong. May mắn nhất là tất cả các chi tiết này đã được Ubisoft, nhà phát triển trò chơi điện tử Assassin's Creed quét 3D Laser scan vào năm 2014. Các nhà nghiên cứu và kỹ sư đã sử dụng dữ liệu 3D laser scan tạo ra một mô hình H-BIM chi tiết của nhà thờ, giúp xác định vị trí và kích thước của các cấu trúc bị phá hủy. Mô hình này cũng đã được sử dụng để tạo ra các kế hoạch cho việc phục hồi nhà thờ, giúp quá trình phục hồi Nhà thờ Đức Bà Paris diễn ra nhanh chóng và hiệu quả hơn [1].

Với khả năng không chỉ phục vụ cho việc bảo tồn mà còn giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng, AI đã trở thành một công cụ không thể thiếu trong việc bảo tồn di sản kiến trúc hiện đại. Một ví dụ điển hình là dự án CyArk (theo cyark.org.) Tổ chức phi lợi nhuận này đã sử dụng công nghệ quét laser kết hợp với khả năng xử lý dữ liệu của AI để tạo ra các mô hình 3D chi tiết của nhiều di sản kiến trúc trên khắp thế giới như Đền Bayon ở Campuchia và Thành phố Machu Picchu ở Peru. Các mô hình 3D này không chỉ giúp lưu giữ những hiện trạng của các di sản mà còn hỗ trợ quy hoạch và thực hiện các công tác phục hồi.

3.3. Thực trạng ứng dụng AI trong việc bảo tồn di sản kiến trúc ở Việt Nam và kinh nghiệm của một số nước trên thế giới

3.3.1. Thực trạng ứng dụng AI trong bảo tồn di sản Kiến trúc tại Việt Nam

Ứng dụng AI trong bảo tồn di sản kiến trúc tại Việt Nam đang ở giai đoạn đầu phát triển và tiếp cận dần với các xu hướng công nghệ mới. Bảo tồn di sản văn hóa ngày nay là một khía cạnh rất quan trọng trong cuộc sống của chúng ta. Nhờ di sản đó mà chúng ta có thêm kiến thức về tổ tiên, phương thức sản xuất và lối sống của họ. Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ 3D cho phép phản ánh ngày càng trung thực hơn về lĩnh vực cuộc sống này. Di sản văn hóa phong phú có thể được bảo tồn cho các thế hệ tương lai nhờ sử dụng công nghệ 3D tiên tiến [12].

Việc sử dụng AI trong phân tích và dự đoán các tác động của biến đổi khí hậu lên di sản kiến trúc cũng là một ứng dụng quan trọng khác. Ví dụ như, tại biển Đông, nơi có nhiều di sản kiến trúc ven biển như phố cổ Hội An tại Việt Nam, các mô hình dự báo thời tiết và biến đổi môi trường do AI cung cấp đã giúp đánh giá được rủi ro và đề xuất các biện pháp ứng phó với hiện tượng nước biển dâng hay xói lở, bảo vệ di sản không chỉ cho hiện tại mà còn cho cả tương lai.

Tại hội thảo “Phát huy giá trị không gian khảo cổ học tại Hoàng Thành Thăng Long” – nằm trong chuỗi sự kiện Hội nghị hợp tác giữa các địa phương Việt Nam – Pháp, nhiều chuyên gia đưa ra phương án khôi phục không gian chính Điện Kính Thiên. Bên cạnh việc sử dụng các tư liệu dựa vào kết quả của các cuộc khảo cổ học, để dựng lên phác thảo chính xác tới 70-80% công trình kiến trúc cổ. Bên cạnh đó, sử dụng công nghệ số để dựng mô hình 3D cho công trình, đặc biệt là giữ nguyên trạng và không phá hủy giá trị gốc của công trình.



Hình 2. Hình ảnh phục dựng tái thiết Điện Kính thiên.

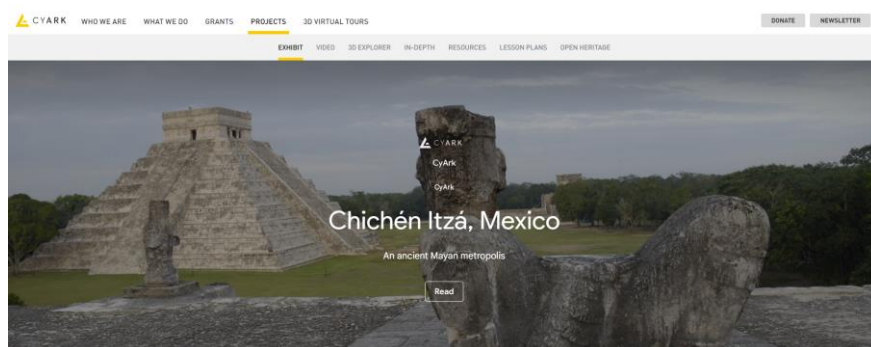
(Nguồn ảnh: Bùi Minh Trí, Viện Nghiên cứu Kinh thành)

Ngoài ra, Kiến trúc sư Đinh Việt Phương cũng là người thiết kế toàn bộ những hình ảnh trình chiếu về di sản, lịch sử trong Đại lễ 1000 năm Thăng Long - Hà Nội. Anh cũng đóng góp vào việc ứng dụng số hóa các hiện vật của bảo tàng tỉnh Quảng Ninh; sản phẩm trình chiếu cho bảo tàng Hà Giang; các phần mềm quản lý hiện vật cũng như đưa ra những giải pháp về VR, AR... Hiện nay, anh cũng đang thực hiện những dự án số hóa về bảo vật quốc gia liên quan đến Phật giáo.

Một trong những công trình cũng đã được số hoá là Nhà hát thành phố Hồ Chí Minh, từ những chi tiết bức tượng chạm trổ tinh tế, đèn chùm pha lê rực rỡ, cho đến sàn đá granit sáng bóng đại sảnh... Nhà hát đã qua nhiều lần tu bổ và lần tu bổ lớn nhất cách nay 25 năm, đã phục chế gần như nguyên bản. Sau hơn 1 năm thực hiện, công trình đã số hóa hoàn chỉnh theo đúng mô hình thông tin xây dựng di sản (H-BIM) để thực hiện các thủ tục của UNESCO (*theo Ông Trần Tấn Phúc, Chủ tịch HĐQT Công ty cổ phần tư vấn Cảng - Kỹ thuật Biển – nơi trực tiếp thi công số hoá Nhà hát*). Nhóm nghiên cứu thực hiện đưa ra giải pháp số hóa toàn bộ không gian, kiến trúc nhà hát. “Khoảng 30 kỹ sư với hơn chục máy quét tia laser (laser scan), máy trắc đạc chia thành từng nhóm từ 5 đến 7 người, bắt đầu quét laser hơn 350 vị trí xung quanh nhà hát như khu vực sân khấu biểu diễn với sức chứa hơn 400 chỗ, mái vòm, tầng hầm”. [1]

3.3.2. Kinh nghiệm ứng dụng AI trong bảo tồn di sản Kiến trúc của một số nước

CyArk là một tổ chức phi lợi nhuận với sứ mệnh bảo tồn di sản văn hóa thế giới thông qua việc sử dụng công nghệ 3D hiện đại. Họ sử dụng quét laser 3D và AI để tạo ra các bản sao kỹ thuật số chính xác của các di tích và công trình kiến trúc trên khắp thế giới. Một ví dụ cụ thể là việc họ đã tạo ra mô hình 3D cho Chichen Itza, một trong những di sản văn hóa quan trọng của Mexico (cyark.org).



Hình 3. Hình ảnh trang web giới thiệu các mô hình 3D của các công trình cũng như quần thể di tích kiến trúc nổi tiếng (Nguồn ảnh: web: cyark.org)

Sự kết hợp giữa AI và các công nghệ tiên tiến khác như quét laser 3D và cảm biến từ xa cho phép chúng ta có cái nhìn sâu rộng và chi tiết về tình trạng hiện tại của các di sản, từ đó đưa ra các biện pháp can thiệp kịp thời và phù hợp. Cụ thể như công trình Cung điện Hoàng Gia Thẩm Dương Trung Quốc đã sử dụng máy bay không người lái và công cụ dựng 3D để bảo tồn di sản Kiến trúc từ thời Đế Quốc Trung Hoa.

Trong nỗ lực bảo tồn lăng mộ Pharaoh Tutankhamun, AI đã được sử dụng để phân tích và giám sát các bức tranh tường cổ. Phần mềm AI đã phát hiện ra các dấu hiệu sớm của sự xuống cấp và giúp các chuyên gia bảo tồn lên kế hoạch can thiệp kịp thời, bảo vệ các hình vẽ tường quý giá khỏi sự hư hại thêm (theo cyark.org.)

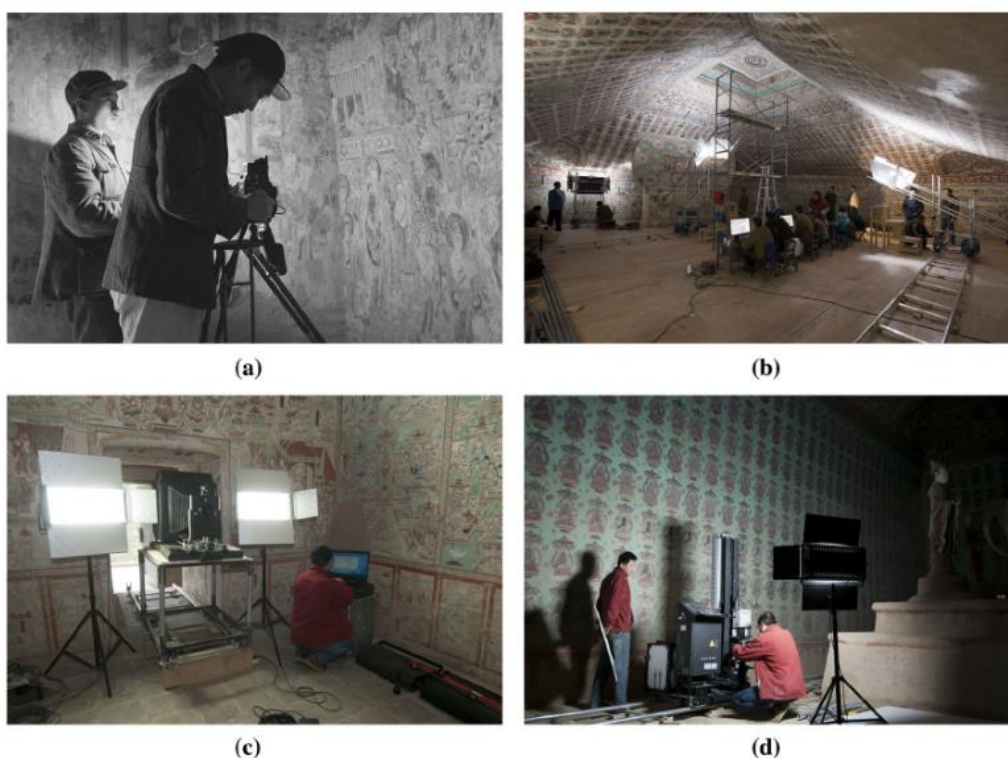
Chính phủ Trung Quốc đã sử dụng AI để quản lý và bảo vệ di sản văn hóa, bao gồm cả Tử Cấm Thành và Bức Tường Thành. Các hệ thống AI giám sát từ xa đã giúp xác định các vấn đề bảo tồn cần được ưu tiên giải quyết, giảm thiểu rủi ro hư hại do lượng khách tham quan lớn và các yếu tố môi trường. Việc giám sát và bảo dưỡng di sản kiến trúc một cách hiệu quả.

Được sử dụng để phân tích điều kiện của Cung điện Doge (Palazzo Ducale) tại Venice, trí tuệ nhân tạo đã đem lại những kết quả rất ấn tượng. Việc thu thập và xử lý hình ảnh từ cảm biến và drone đã cho phép chúng ta nhận ra những khu vực cần phải tập trung bảo tồn, đồng thời đề xuất những biện pháp phục hồi phù hợp. Bằng cách áp dụng công nghệ này vào việc bảo tồn di sản, chúng ta sẽ giúp duy trì sự đa dạng văn hóa và lịch sử của những nơi quý báu trên khắp thế giới. Sự kết hợp giữa truyền thống và công nghệ hiện đại sẽ không chỉ làm giàu thêm cho di sản văn hóa mà còn làm cho chúng trở nên sống động và hiện đại hơn trong mắt người xem. Đây đích thực là một bước tiến to lớn trong việc bảo tồn và tôn vinh di sản văn hóa của chúng ta.

Hơn nữa, công nghệ AI còn có thể hỗ trợ trong việc tái hiện dữ liệu và mô phỏng trạng thái ban đầu của các công trình di sản. Ví dụ như công trình tại Đền Parthenon ở Hy Lạp, nơi mà AI được sử dụng để mô phỏng những cảnh quan lịch sử

và kiến trúc của đền trong các thời kỳ khác nhau, từ đó phục vụ nghiên cứu và giúp du khách có cái nhìn sinh động và toàn diện về di sản.

Công nghệ AI giúp tái hiện các di sản kiến trúc đã mất hoặc bị hư hại nặng nề qua thời gian. Một ví dụ nổi bật chính là việc sử dụng AI trong dự án Digital Dunhuang ở Trung Quốc, nơi mà các hệ thống AI tiên tiến đã được áp dụng để tái tạo lại các bức bích họa và điêu khắc tinh xảo trong Hang Động Mogao, làm sống lại những tác phẩm nghệ thuật có niên đại hàng nghìn năm [13]. Không chỉ giúp các nhà khoa học và nghệ sĩ hiểu rõ hơn về các phương pháp sáng tạo cổ xưa, AI còn mang đến trải nghiệm ảo 3D cho công chúng, cho phép họ khám phá và tương tác với di sản mà không cần phải đến tận nơi.



Hình 4 a,b,c,d. Hình ảnh thu thập dữ liệu ảnh từ các khoảng thời gian khác nhau trong dự án Digital Dunhuang ở Trung Quốc [13]

Các mô hình dự báo thời tiết tiên tiến có thể được huấn luyện bằng cách sử dụng lượng lớn dữ liệu về điều kiện thời tiết lịch sử và hiện tại, từ đó "học" được mô hình của các xu hướng thời tiết và những ảnh hưởng của chúng đối với các vật liệu xây dựng và cấu trúc kiến trúc. Thêm vào đó, AI cũng được sử dụng để dự đoán sự ăn mòn, hư hại do các yếu tố như mưa acid, nhiệt độ cực độ, hay bão và gió to gây ra.

Với việc tích hợp các dữ liệu từ vệ tinh, đài khí tượng và các cảm biến môi trường, AI có khả năng cung cấp những dự đoán chính xác về những thay đổi trong môi trường có thể gây hại cho di sản kiến trúc. Ngoài ra, AI còn giúp thiết lập một hệ

thống giám sát liên tục, tự động cảnh báo khi có những dấu hiệu bất thường tới các nhà quản lý di sản, nhờ đó có thể đưa ra các biện pháp bảo vệ kịp thời.

Trong lĩnh vực bảo tồn và phục hồi những công trình kiến trúc có giá trị lịch sử, công nghệ AI đang mở ra những khả năng mới mẻ và đáng kinh ngạc cho các nhà khoa học cũng như chuyên gia bảo tồn. Thông qua sự hỗ trợ của AI, việc phục hồi các cấu trúc kiến trúc bị hư hại không chỉ được đẩy nhanh tiến độ mà còn gia tăng đáng kể về độ chính xác và hiệu quả.

3.4. Tiềm năng và thách thức khi ứng dụng AI trong bảo tồn di sản kiến trúc ở Việt Nam

3.4.1. Tiềm năng trong ứng dụng AI vào việc bảo tồn di sản kiến trúc ở Việt Nam

Phục hồi và Bảo tồn Di sản

Việt Nam là một nước có nhiều di sản văn hóa và kiến trúc đa dạng, từ Thành nhà Hồ ở Thanh Hóa đến Hội An và Mỹ Sơn ở Quảng Nam, đó là chưa kể đến những di sản nổi tiếng Áp dụng AI trong việc bảo tồn di sản này không chỉ giúp phục hồi các công trình kiến trúc cổ mà còn bảo tồn chúng cho các thế hệ tương lai. Ví dụ, việc sử dụng AI trong việc phân tích và chẩn đoán tình trạng hư hại của các di tích, dựa trên hình ảnh từ drone và cảm biến, đã được thử nghiệm và cho kết quả khả quan tại một số nơi trên thế giới. Việc này có thể được áp dụng cho việc kiểm tra tình trạng của các di tích lịch sử tại Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp phục hồi và bảo tồn phù hợp. Theo Nhóm Sen Heritage, gồm các nhà nghiên cứu, kiến trúc sư, họa sĩ, và các bạn trẻ yêu thích văn hóa cổ truyền Việt Nam đã trải qua nhiều năm nghiên cứu và sử dụng công nghệ để đưa ra cho người xem chiêm ngưỡng hình ảnh cổ xưa của chùa Một Cột, và có thể bước vào không gian di sản kiến trúc vàng son thời Lý cách nay 800 năm từ hàng nghìn mảnh vỡ khảo cổ, từ hàng trăm hiện vật mỹ thuật còn lại sau bao thăng trầm lịch sử (theo Vneconomy.vn).

Nghiên cứu và Phát triển

AI có thể hỗ trợ nghiên cứu sâu hơn về di sản kiến trúc thông qua việc tạo ra các mô hình số hóa chính xác. Công việc này không chỉ hỗ trợ bảo tồn mà còn giúp các nhà nghiên cứu và học giả có cái nhìn sâu sắc hơn về kiến trúc và kỹ thuật xây dựng của các công trình lịch sử. Một dẫn chứng tiêu biểu là việc ứng dụng AI trong việc số hóa di sản văn hóa tại các bảo tàng. Có thể thấy, phần lớn các bảo tàng ở nước ta đã ứng dụng công nghệ số trong việc bảo tồn, giáo dục di sản ở các mức độ khác nhau. Các bảo tàng đều đã có Website, số hóa một số hiện vật dưới dạng 2D, 3D, xây dựng các video clip, liên kết các mảnh ghép của không gian, thời gian thành các câu chuyện hiện vật sống động [2].

Giáo dục và Truyền thông

Công nghệ AI có thể mang lại những trải nghiệm giáo dục mới mẻ và hấp dẫn, qua đó nâng cao nhận thức và tăng cường sự quan tâm của công chúng đối với di sản kiến trúc. Ví dụ, ứng dụng thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR) dựa trên AI cho phép người dùng tham quan ảo các di tích lịch sử, giúp họ hiểu rõ hơn về lịch sử và giá trị văn hóa của di sản mà không cần phải có mặt tại hiện trường [5]. Thực tế tại Việt Nam, việc số hóa trong bảo tàng cũng. Ở Việt Nam, việc áp dụng công nghệ VR và AR đã hiện thực hóa các giả thuyết khoa học và tái lập các di sản, hiện vật, đem đến sức sống mới cho hiện vật và di sản. Theo Kienviet.net (2020) buổi trưng bày “Khám phá di sản kiến trúc chùa Một Cột-Diên Hựu thời Lý bằng công nghệ thực tế ảo” tại Bảo tàng Mỹ thuật Việt Nam đã thu hút hàng nghìn lượt người tham quan, trải nghiệm không gian và hiện vật thông qua kính VR3D. Điều đó đã làm tăng tính giáo dục và truyền thông cho người dân hiểu rõ hơn về công trình và càng in sâu vào tâm trí của mỗi người con Việt Nam.

3.4.2. Những thách thức khi ứng dụng AI vào việc bảo tồn di sản kiến trúc ở Việt Nam

Tài chính và Ngân sách

Việc triển khai AI trong bảo tồn di sản kiến trúc đòi hỏi một ngân sách đáng kể không chỉ cho việc phát triển và mua sắm công nghệ mà còn cho việc bảo trì và cập nhật công nghệ. Việt Nam, với hạn chế về tài chính, có thể gặp khó khăn trong việc tận dụng công nghệ này một cách triệt để. Việc tìm kiếm nguồn tài trợ từ các tổ chức phi chính phủ, quỹ đầu tư quốc tế, và các dự án hợp tác quốc tế có thể là giải pháp, nhưng vẫn cần phải đối mặt với thách thức về cạnh tranh và yêu cầu kỹ thuật cao.

Thiếu chuyên gia và Đào tạo

Việt Nam đang đối diện với tình trạng thiếu hụt chuyên gia trong lĩnh vực AI và bảo tồn di sản. Việc phát triển một chương trình đào tạo chuyên sâu cho cả hai lĩnh vực này là cần thiết nhưng không dễ dàng. Điều này đòi hỏi sự hợp tác giữa các trường đại học, viện nghiên cứu và các tổ chức quốc tế để phát triển chương trình giáo dục và đào tạo chất lượng cao, tập trung vào nhu cầu cụ thể của Việt Nam trong việc ứng dụng AI vào bảo tồn di sản.

Dữ liệu Số hóa:

Một trong những thách thức lớn nhất khi áp dụng AI là thiếu dữ liệu số hóa chất lượng cao. Việc số hóa di sản kiến trúc đòi hỏi công nghệ chụp hình 3D tiên tiến và quy trình số hóa tài liệu lịch sử, cả hai đều tốn kém và mất thời gian. Hơn nữa, vấn đề về bảo tồn và quản lý dữ liệu cũng cần được xem xét kỹ lưỡng để đảm bảo tính toàn vẹn và bảo mật [10].

4. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh nghiên cứu này, chúng ta đã khám phá và chứng minh sự hiệu quả của việc ứng dụng AI trong việc bảo tồn di sản kiến trúc. Các mô hình AI đã được sử dụng không chỉ để nhận diện và phân tích các yếu tố kiến trúc một cách chính xác mà còn góp phần vào việc đưa ra các quyết định bảo tồn thông minh và bền vững. AI hỗ trợ đắc lực trong việc lập kế hoạch tu sửa và bảo dưỡng các công trình có giá trị lịch sử, đồng thời mở ra hướng tiếp cận mới trong việc bảo tồn di sản văn hóa một cách hiệu quả.

Tuy nhiên, việc triển khai các dự án bảo tồn cần phải có sự cân nhắc kỹ lưỡng, đảm bảo sự phối hợp chặt chẽ giữa các nhà khoa học dữ liệu, kiến trúc sư, và những người làm công tác bảo tồn để đạt được mục tiêu phát triển bền vững và bảo tồn hiệu quả. Nhìn chung, trong tương lai, sự phát triển của các công nghệ AI mới hứa hẹn sẽ mang lại những tiến bộ đáng kể trong lĩnh vực này, tiếp tục khai thác tiềm năng của AI trong việc bảo vệ và tôn vinh giá trị của di sản kiến trúc toàn cầu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hà An (2020), *Số hoá Nhà hát Thành phố Hồ Chí Minh hơn 120 tuổi*, truy cập ngày, tại trang web <https://vnexpress.net/so-hoa-nha-hat-tp-hcm-hon-120-tuoi-4180639.html>.
- [2]. Trần Thị Hoài Diễm (2018), "Suy nghĩ về vai trò của trí tuệ nhân tạo (AI) trong phục dựng, bảo tồn tác phẩm mỹ thuật ở Huế".
- [3]. Michael E. Habicht Cicero Moraes, Francesco M. Galassi, Elena Varotto, Thiago Beaini (2023), *Pharaoh Tutankhamun: a novel 3D digital facial approximation.*, Italian Journal of Anatomy and Embryology
- [4]. L.E. Mansuri, Patel, D.A. In: Li, R.Y.M., Chau, K.W., Ho, D.C.W. (2022), " Artificial Intelligence for Heritage Conservation: A Case Study of Automatic Visual Inspection System.", *Current State of Art in Artificial Intelligence and Ubiquitous Cities*. Springer, Singapore.
- [5]. Gamze Akyol, and Avci, Ali Berkay, (2023), "'AI applications in cultural heritage preservation: technological advancements for the conservation" In 4", *Baskent International Conference on Multidisciplinary Studies*, pages: 94–101.
- [6]. B. Alsadik (2022), "Crowdsourced Drone Imagery – A Powerful Source for the 3D Documentation of Cultural Heritage at Risk", *International Journal of Architectural Heritage*, 16(7), 977–987.
- [7]. S. Brusaporci (2017), "Digital Innovations in Architectural Heritage Conservation: Emerging Research and Opportunities. ", IGI Global.
- [8]. S Chaillou (2022), "Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice".

-
- [9]. Delgado-Martos (2024), "Automatic Virtual Reconstruction of Historic Buildings Through Deep Learning. A Critical Analysis of a Paradigm Shift. ". Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction. .
- [10]. Giuseppe & Wirz Gallo, Fulvio & Tuzzolino, Giovanni. (2020), "The role of Artificial Intelligence in architectural design: conversation with designers and researchers. ".
- [11]. Engin & Alptekin Kanun, Aydın & Yakar, Murat. 1. 24-33. (2021), "Cultural heritage modelling using UAV photogrammetric methods: a case study of Kanlıdivane archeological site.". 1. 24-33.
- [12]. M. Skublewska-Paszkowska, Milosz, M., Powroznik, (2022), "3D technologies for intangible cultural heritage preservation—literature review for selected databases".
- [13]. Tianxiu & Lin Yu, Cong & Zhang, Shijie & Wang, Chunxue & Ding, Xiaohong & An, Huili & Liu, Xiaoxiang & Qu, Ting & Wan, Liang & You, Shaodi & Wu, Jian & Zhang, Jiawan. (2022). (2022), "Artificial Intelligence for Dunhuang Cultural Heritage Protection: The Project and the Dataset. International Journal of Computer Vision. 130. 1-28. ".

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN ARCHITECTURAL HERITAGE CONSERVATION

Dang Thi Lan Phuong

Faculty of Architecture, Hanoi Architectural University

Email: lanphuong810@gmail.com

ABSTRACT

In the context of continuous integration and development in the world, urbanization and technology development are posing significant challenges for architectural heritage conservation. However, Artificial Intelligence (AI) technology has opened up new possibilities, enabling us to effectively preserve and restore buildings with historical and cultural value. This article will assess the role of AI technology in supporting the restoration and conservation of architectural heritage, providing a comprehensive view of its potential and challenges. It will examine how this technology can bridge the past and the future in a reasonable manner, aiding in the preservation and promotion of architectural heritage for future generations.

Keywords: Architectural heritage, conservation, Artificial Intelligence (AI).



Đặng Thị Lan Phương Sinh ngày 08/10/1982 tại Hà Nội. Bà tốt nghiệp Kiến trúc sư năm 2005 và thạc sĩ chuyên ngành Kiến trúc công trình năm 2008 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà nội; nhận học vị tiến sĩ năm 2023 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà nội. Bà công tác tại Khoa Kiến Trúc, trường Đại học Kiến trúc Hà Nội từ năm 2006.

Lĩnh vực nghiên cứu: Công nghệ Kiến trúc, Kiến trúc nhà ở nông thôn và đô thị.