

# Bảo tồn di sản văn hóa và du lịch phát huy giá trị thành phố: Áp dụng xu hướng số hóa vào di sản văn hóa

Nguyễn Anh Thư<sup>1,2,\*</sup>, Lê Mỹ Uy Như<sup>1,2</sup>, Nguyễn Hữu Đại<sup>1,2</sup>, Nguyễn Hồng Sơn<sup>1,2</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Bộ môn Thi công và Quản lý xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM (HCMUT), số 268, Đường Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP.HCM, Việt Nam

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Phường Linh Trung, TP. Thủ Đức, TP.Hồ Chí Minh, Việt Nam

## Liên hệ

**Nguyễn Anh Thư**, Bộ môn Thi công và Quản lý xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM (HCMUT), số 268, Đường Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP.HCM, Việt Nam

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Phường Linh Trung, TP. Thủ Đức, TP.Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: nathu@hcmut.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 04-4-2022
- Ngày chấp nhận: 03-8-2022
- Ngày đăng: 20-8-2022

DOI : 10.32508/stdjet.v5i2.975



## Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## TÓM TẮT

Mặc dù việc sử dụng Mô hình thông tin công trình (HBIM) cho các tòa nhà lịch sử vẫn còn nhiều khó khăn và thách thức, nhưng sự phát triển tích cực có thể được nhìn thấy trong sự phát triển không ngừng của kỹ thuật mới này của các nhà nghiên cứu trên toàn thế giới. Tuy nhiên, ở Việt Nam, nghiên cứu về HBIM vẫn còn hạn chế. Do đó, với nỗ lực mở rộng và quảng bá HBIM đến một cộng đồng rộng lớn hơn, nghiên cứu này nhằm số hóa di sản văn hóa tại Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam bằng mô hình dữ liệu thông tin di sản (HBIM) được tích hợp với công nghệ thực tế ảo (Virtual Reality) và thực tế ảo tăng cường (Augmented Reality) nhằm phục vụ cho tour du lịch ảo và bảo tồn di sản văn hóa; từ đó, cả giá trị vật thể và phi vật thể của di sản thành phố được quảng bá và giám sát bảo tồn. Nghiên cứu bao gồm bốn bước: (1) nghiên cứu đánh giá tiềm năng của công nghệ 3D Laser Scanning trong việc bảo tồn di sản văn hóa hữu hình, (2) triển khai công việc 3D Laser Scanning cho một nghiên cứu điển hình tại Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam; (3) xác định quy trình làm việc tích hợp công nghệ; và (4) định hướng phát triển trong tương lai. Trong nghiên cứu này, Đền thờ vua Hùng ở thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam, được chọn để nghiên cứu điển hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy những hạn chế trong việc sử dụng máy 3D Laser Scanner, Trimble X7 được kiểm tra để cải thiện quy trình làm việc trong tương lai. Có thể kết luận rằng sự kết hợp của HBIM với các môi trường lịch sử ứng dụng cho phân tích hiệu suất công trình, phân tích cấu trúc, quản lý cơ sở vật chất, thực tế tăng cường, thực tế ảo và thiết kế an toàn phòng cháy cho các tòa nhà di sản. Bên cạnh đó, tích hợp mô hình HBIM và VR, AR cũng được trình bày bằng cách phát triển du lịch ảo, góp phần quảng bá di sản văn hóa tiếp cận đại chúng.

**Từ khóa:** Đền thờ Vua Hùng, Bảo tồn di sản văn hóa, 3D Laser Scanning, Công nghệ cao, VR, AR

## GIỚI THIỆU

Theo dữ liệu của Tổ chức Du lịch Thế giới, trong giai đoạn tăng trưởng mạnh mẽ trong những năm gần đây, tăng trưởng du lịch đến các nước OECD đã vượt mức trung bình toàn cầu kể từ năm 2014<sup>1</sup>. Ở Việt Nam, tổng đóng góp của Lữ hành & Du lịch vào GDP là 7,0% tổng nền kinh tế quốc dân vào năm 2019<sup>2</sup>. Năm 2017, Di tích Cố đô Huế đã đón hơn 3 triệu lượt khách du lịch, tạo ra hơn 320 tỷ đồng doanh thu bán vé và tăng trưởng kinh tế đáng kể<sup>3</sup>. Nếu được bảo tồn và tận dụng hợp lý, di sản văn hóa có thể là nguồn thu nhập quý giá cho nền công nghiệp du lịch và nền kinh tế và xã hội nói chung, đặc biệt là cho việc phát triển bền vững đất nước. Do đó, có thể thấy việc bảo tồn di sản văn hóa địa phương là cần thiết.

Dự án Open Heritage 3D cung cấp quyền truy cập mở vào bộ dữ liệu di sản văn hóa 3D cho giáo dục, nghiên cứu đồng thời xóa bỏ các rào cản đối với các nhà sản xuất nội dung trong việc xuất bản dữ liệu của họ. CyArk cùng với các tổ chức sáng lập khác cung cấp hơn 200 bộ dữ liệu vào năm 2019 cũng như các dự án tài liệu 3D mới của các công trình di sản<sup>4</sup>. Năm

2019, Trung tâm bảo tồn di tích Cố đô Huế cũng đã tổ chức trải nghiệm VR (Virtual Reality - Thực tế ảo) - “Đi tìm Hoàng cung đã mất” 3D hóa chính hoàng cung Huế và thu hút tới 28.000 tham gia trải nghiệm chỉ sau khoảng hơn bốn tháng đưa vào hoạt động<sup>5</sup>. Một trong những bước tiến lớn trong việc mô hình hóa di sản, mô hình thông tin công trình di sản (Heritage Building Information Modeling - HBIM) có thể được sử dụng để lập tài liệu, nghiên cứu, bảo tồn và quản lý cơ sở cho vòng đời sử dụng của công trình ấy<sup>6</sup>. Áp dụng HBIM cho việc quản lý công trình di sản là một lĩnh vực học thuật tương đối mới ở Việt Nam và đang dần phổ biến trong lĩnh vực bảo tồn di sản trên thế giới.

Tại Việt Nam, ngành công nghiệp thực tế ảo – VR, AR hiện đang ở giai đoạn sơ khai với hầu hết các bước phát triển trong vòng 3 - 4 năm trở lại đây và thị trường còn khá phân tán, không có công ty dẫn đầu thị trường rõ ràng. Các sản phẩm công nghệ mới nổi trong lĩnh vực này chỉ được xem là sản phẩm kinh doanh, chưa đóng góp nhiều cho mảng giáo dục<sup>7</sup>. Trong khi nhiều nghiên cứu trước đây tập trung vào

**Trích dẫn bài báo này:** Thư N A, Như L M U, Đại N H, Sơn N H. Bảo tồn di sản văn hóa và du lịch phát huy giá trị thành phố: Áp dụng xu hướng số hóa vào di sản văn hóa. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 5(2):1536-1548.

việc áp dụng hình ảnh 360 độ, không có nghiên cứu nào có thể bao quát toàn bộ quá trình, từ Scan-to-HBIM đến tích hợp xây dựng ứng dụng để thu hút khách du lịch. Nghiên cứu này nhằm mục đích xây dựng quy trình áp dụng 3D Laser Scanning trong di sản thành phố từ thu thập dữ liệu đến Scan-to-HBIM và đánh giá tiềm năng ứng dụng Scan-to-HBIM tích hợp công nghệ cao trong bảo tồn di sản vật thể. Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, Đền Thờ Vua Hùng với hơn 100 năm tuổi được chọn là dự án thí điểm và được xếp hạng là di tích TP.HCM vào năm 2015, đền thờ mang phong cách kiến trúc Triều Nguyễn<sup>8</sup>, là một biểu trưng cho bảo tồn di sản hữu hình trong nghiên cứu này. Đây có thể được xem là một dự án thí điểm về tính khả thi của việc áp dụng công nghệ thông tin vào bảo tồn, phục hồi di sản. Bằng việc kết hợp sử dụng công nghệ 3D Laser Scanning và số hóa thông tin đến thờ thông qua mô hình thông tin công trình, để phát triển các tour du lịch ảo, thúc đẩy ý thức cộng đồng địa phương liên quan đến các địa điểm di sản và tín ngưỡng lâu đời. Số hóa 3D là tiền đề cơ sở để tiến hành các công việc tiếp theo như trưng bày ảo, bảo tàng ảo, quảng bá, truyền thông bằng công nghệ AR (Augmented Reality - Thực tế tăng cường) và VR (Virtual Reality - Thực tế ảo)<sup>9</sup>. Các khía cạnh khác nhau của trải nghiệm du lịch tăng cường đang được nghiên cứu về mặt học thuật và là khuôn khổ trong tương lai cho du lịch ảo<sup>10,11</sup>.

## CƠ SỞ LÝ LUẬN

Các công trình di sản theo thời gian, không thể tránh khỏi vấn đề xuống cấp, sai khác so với phiên bản gốc, cần được trùng tu, sửa chữa lại, nhưng đa phần không có bản vẽ chi tiết, chính xác<sup>12</sup>. Công nghệ 3D Laser Scanning là một công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực khảo sát, thu thập dữ liệu chi tiết với độ chính xác đáng kể<sup>13</sup>. Tuy nhiên, việc chuyển đổi nhanh chóng dữ liệu viễn thám thành các mô hình thông tin chứa tham số đã xây dựng là một thách thức chưa được giải quyết<sup>14</sup>. Ở Châu Âu, 80% các tòa nhà được xây dựng trước năm 1990, và hầu hết chúng không có mô hình BIM hoàn công, những trường hợp này, Scan-to-BIM đang trở thành quy trình tiêu chuẩn<sup>15</sup>. Mô hình BIM cho các tòa nhà mới được áp dụng bằng các quy trình tiêu chuẩn hóa đã được phát triển từ lâu, trong khi HBIM là một lĩnh vực nghiên cứu mới và kém phát triển<sup>16</sup>. Các tòa nhà di sản thường có hình học phức tạp (phi tham số) làm cho số hóa thông qua các phương pháp thông thường trong các quy trình không chính xác và tốn thời gian<sup>14</sup>. Việc kết hợp hai công nghệ này, Scan-to-HBIM, có ý nghĩa quan trọng trong việc phân tích và so sánh và tự động hóa quy trình tài liệu hoặc bằng cách sử dụng cơ sở dữ liệu

gồm các yếu tố kiến trúc tham số có thể được điều chỉnh khi cần thiết.

Năm 2021, Phó Thủ tướng đã ký Quyết định số 2026/QĐ-TTg ngày 2/12/2021 phê duyệt Chương trình số hóa Di sản văn hóa Việt Nam giai đoạn 2021-2030 với mục tiêu xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia về di sản văn hóa trên nền tảng công nghệ số thống nhất, phục vụ công tác lưu trữ, quản lý, nghiên cứu, bảo tồn, khai thác, quảng bá di sản, thúc đẩy phát triển du lịch bền vững<sup>17</sup>. Chuyển các dữ liệu về di sản văn hóa sang dạng số, sử dụng các công nghệ nhận dạng, Scan 3D cập nhật thường xuyên lên hệ thống kho dữ liệu di sản văn hóa tập trung.

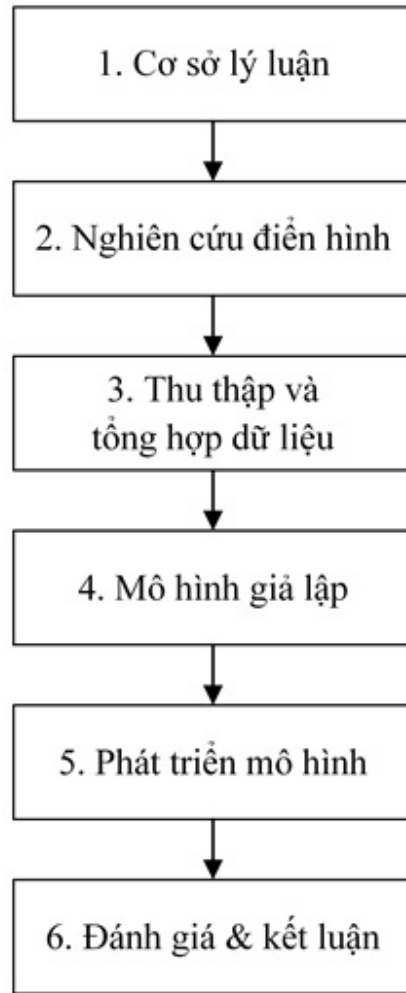
Hiện nay, công nghệ số hóa di sản đồng thời có thể tạo ra những thay đổi mang tính cách mạng trong quản lý, bảo tồn và phát huy giá trị di sản<sup>18</sup>. Tiềm năng của các ứng dụng VR để thúc đẩy du lịch Di sản văn hóa được chứng minh bằng cách phát triển một số dự án đáng kể trong lĩnh vực nghiên cứu. Thực tế ảo (VR) và Thực tế tăng cường (AR) sẽ trở thành một công cụ quản lý cho các di sản văn hóa phức tạp nói chung và thông qua chuyến tham quan thực tế ảo nhập vai có thể mở đường cho sự tương tác trong việc bảo tồn kiến trúc bằng cách tăng cường sự hiểu biết của du khách về di sản văn hóa vật thể.

Việc quảng bá di sản văn hóa địa phương tạo ra triển vọng phát triển du lịch<sup>19</sup>, là trường hợp thí điểm cho phép các địa phương khác trên cả nước thụ hưởng từ mô hình du lịch và góp phần xóa đói giảm nghèo. Mô hình thực tế ảo có thể hoạch định chiến lược mô phỏng các tình huống trong tương lai và chuẩn bị các phương án xử lý, bảo tồn, duy tu công trình di sản<sup>20</sup>. Đây cũng được coi là một dự án thí điểm điều tra tính khả thi của việc sử dụng công nghệ để xây dựng trường du lịch ảo tại Thành phố Hồ Chí Minh.

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được trình bày trong Hình 1 nhằm áp dụng xu hướng số hóa trong di sản văn hóa, bảo tồn di sản văn hóa và phát huy giá trị thực sự của thành phố trong tương lai. Nhìn chung, phương trình gồm 6 bước, bắt đầu với một khảo sát chung tình hình tổng quan các tài liệu nghiên cứu liên quan đến bảo tồn di sản và xúc tiến du lịch tích hợp BIM và Laser Scanning. Sau đó nghiên cứu chọn dự án thí điểm là các dự án di sản ở TP.HCM để tiến hành vì thuận tiện tiếp cận để thu thập dữ liệu và tổng hợp thông tin. Sau khi xác định di sản văn hóa phù hợp - Đền thờ Vua Hùng - nhóm tác giả đã tổng hợp thông tin trên Google Maps và Google Earth để lập kế hoạch thu thập dữ liệu tại hiện trường. Sau đó một kế hoạch dự



**Hình 1:** Phương pháp nghiên cứu ứng dụng xu hướng số hóa di sản văn hóa

thảo cho bố trí vị trí trạm máy trên công trình, danh sách máy móc, thiết bị và danh sách trách nhiệm thực thi được lập. Ngay sau khi dữ liệu đám mây điểm của ngôi đền Hùng Vương được thu thập, mô hình đám mây điểm dự án đang được xử lý để mô hình hóa xây dựng mô hình giả lập (BIM) và tích hợp với công nghệ cao (AR, VR) nhằm thúc đẩy, quảng bá di sản đến công chúng. Sau cùng, tính khả thi của quy trình làm việc được đánh giá, một số lỗi và giải pháp trong việc triển khai Trimble X7 Laser Scanner để thu thập và xử lý dữ liệu được tổng hợp, từ đó đưa ra định hướng trong tương lai để phát triển và mở rộng dự án.

### Thông tin công trình

Bảng 1 trình bày khái quát về thông tin công trình thí điểm với các nội dung thông tin chung của công trình

cho đến các miêu tả sơ bộ về dự án khởi tạo. Đền thờ vua Hùng nằm trong khuôn viên của Thảo Cầm Viên, do người Pháp xây dựng năm 1926. Công năng ban đầu của công trình là đền tưởng niệm những người Việt tử trận vì đi lính cho Pháp trong Thế chiến thứ nhất. Sau năm 1954, khi người Pháp rút khỏi Việt Nam, công trình được đổi tên thành đền Quốc Tổ Hùng Vương.

### Thiết bị và phần mềm

Do giới hạn về số ngày mở cửa tại đền Hùng Vương, bên cạnh các quy định không được phép dán các băng đánh dấu mục tiêu (Targets) vào công trình, nên việc thu dữ liệu pointcloud đòi hỏi phải được thực hiện trong thời gian ngắn và bất kỳ dữ liệu Scan thu được nào cũng phải được đảm bảo sử dụng được. Vì diện tích khu vực Đền thờ Vua Hùng là (Google Earth) trong khi phạm vi hoạt động của Trimble X7 là 0.6m – 80m, do đó việc sử dụng máy 3D Laser Scanner Trimble X7 phù hợp cho công trình này. 3D Laser Scanning có thể ghép nối trạm (registration) đầy đủ tại hiện trường, cho phép người dùng kiểm tra xem chất lượng của đám mây điểm (pointcloud) để đáp ứng yêu cầu ghép trạm và đảm bảo quá trình tự động định hướng (auto-orientation) được hoàn thành. Nghiên cứu này sử dụng phần mềm Trimble Perspective cho bộ điều khiển hỗ trợ hiển thị và xử lý dữ liệu 3D.

Thiết bị scan (X7) được sử dụng để thu thập khu vực bên ngoài, bên trong của ngôi đền, dữ liệu 3D được tổng hợp thành một bộ dữ liệu trong Trimble Perspective và phần mềm Trimble Realwork sử dụng chế độ đăng ký tự động tiêu chuẩn. Trước khi thu thập dữ liệu bằng máy scan laser Trimble X7, một kế hoạch được lên hoạch định kỹ lưỡng là cần thiết và các kỹ sư khảo sát được yêu cầu tuân thủ nghiêm ngặt kế hoạch và quản lý trạm Scan. Bộ dữ liệu 3D sau xử lý đã được xuất sang phần mềm Trimble Clarity để chia sẻ, nhập vào Revit và các phần mềm phát triển khác để tiếp tục phát triển mô hình và ứng dụng trực quan hóa. Bởi vì không có sự hỗ trợ từ việc nâng hoặc giàn giáo, tầng mái của ngôi đền quá cao để có thể thu được trong phạm vi scan X7, do đó, mô hình pointcloud của ngôi đền thiếu chi tiết mái.

## KẾT QUẢ

### Thu thập thông tin công trình di sản

Một bản phác thảo bản vẽ 2D kết hợp với bản đồ khu vực tham khảo trên Google Earth đã được thành lập sau khi kiểm tra hiện trạng của di sản cho kế hoạch mặt bằng bố trí trạm máy cho việc thu thập dữ liệu. Dữ liệu thô (dữ liệu được thu trực tiếp chỉ mới qua xử lý của phần mềm hiện trường Trimble Perspective) sau đó được gửi đến thiết bị lưu trữ như ổ cứng

**Bảng 1: Thông tin công trình**

Nội dung	Chi tiết
Tên công trình	Đền thờ Vua Hùng
Quốc gia	Việt Nam
Địa chỉ	Số 2, đường Nguyễn Bình Khiêm, Bến Nghé, quận 1, Thành phố Hồ Chí Minh
Thông tin dữ liệu	LiDAR Terrestrial – Dữ liệu scan mặt đất
Ngày thu thập dữ liệu	2021-05-17
Thông tin chung của công trình	Đền thờ Vua Hùng là một trong những di tích lịch sử quan trọng và linh thiêng nhất ở Thành phố Hồ Chí Minh của Việt Nam. Đền Hùng là đền thờ linh thiêng, nơi thờ Vua Hùng, vị vua đầu tiên của Việt Nam, các dũng tướng trong lịch sử. Năm 2012, UNESCO đã công nhận Tín ngưỡng thờ cúng các Vua Hùng ở tỉnh Phú Thọ là Di sản văn hóa phi vật thể của thế giới. Nghi lễ Giỗ Tổ Hùng Vương đã có từ hàng nghìn năm nay, thể hiện sức sống bền bỉ của văn hóa Việt Nam. Ngôi đền có bố cục hình vuông với những dãy mái xếp chồng lên nhau tạo thành ba tầng mái uốn lượn theo phong cách kiến trúc thời Nguyễn. Công trình tổng thể giống sân Minh Lâu của làng Minh Mạng ở Huế.
Miêu tả đề án	BIMLab-HCMUT đã hợp tác với Trimble trong năm 2021 để lập hồ sơ về đề án số hóa Đền Hùng. Dự án này là một phần trong dự án của AUN về bảo tồn các tòa nhà di tích; sản phẩm đề án là tài liệu thiết yếu về vận hành, bảo hành bảo trì công trình và quản lý tài sản kỹ thuật số, và cũng để quảng bá điểm đến. BIMLab đã thực hiện thu thập dữ liệu di tích bên trong và bên ngoài bằng công nghệ 3D Laser Scanning trên mặt đất với 3D Laser Scanner Trimble X7.

di động để xử lý phần mềm trong Trimble Realwork. Đối với dự án này, có tổng cộng 162 trạm scan (xem Hình 2). Trimble X7 cung cấp sáu chế độ scan có sẵn. Đối với khu vực bên ngoài Chế độ sử dụng là B2 và khu vực bên trong đến là A (xem Bảng 2, Bảng 3).

Nguyên nhân giữa sự khác nhau trong chế độ scan là do sự khác biệt về ánh sáng và độ phức tạp của chi tiết bên trong và bên ngoài công trình. Theo kinh nghiệm thực tế, thời gian tốt nhất để thu thập dữ liệu ngoài trời là 5:30 sáng đến 5:30 chiều khi cường độ ánh sáng đủ cho quá trình thu thập dữ liệu. Trong nghiên cứu điển hình này, sai số tổng thể nhỏ hơn 10mm (có thể chấp nhận được đối với dự án Di sản đã xây dựng).

Sơ đồ (Hình 3) minh họa quy trình làm việc tại hiện trường công trình với máy scan X7. Lưu đồ đưa ra bao gồm năm bước chính, được chia thành ba phần chính. Phần I mô tả quy trình thiết lập thiết bị và giá ba chân để đảm bảo độ ổn định của máy scan để scan các bề mặt và vật thể với độ chính xác cao. Phần II và III trình bày quy trình làm việc khi làm việc với Máy tính bảng T10, sử dụng Trimble Perspective để điều khiển máy scan thu được đám mây điểm.

Thao tác thiết lập bắt đầu từ việc thiết lập giá ba chân, lắp pin, điều chỉnh các chân trên giá ba chân đến độ cao cần thiết và ổn định giá ba chân. Sau đó, thiết bị được đặt trên đầu của chân máy trước khi khởi động bằng cách bật nguồn, sau đó cân bằng thiết bị (I). Phần mềm Trimble Perspective cho phép người dùng tạo,

chọn và gắn nhãn cho các trạm scan (II). Khi thiết bị được khởi động, thiết bị có sẵn để kết nối bằng phần mềm hiện trường với Wi-Fi hoặc qua cáp USB 2.0 (1). Sau khi thiết lập đầy đủ bộ điều khiển, bắt đầu bước scan (III-2). Có thể tạo một tập hợp các trạm mới nếu cái đầu tiên bị lỗi tại chỗ trong lỗi ghép nối trạm.

Phần mềm Trimble Real works cũng có thể được sử dụng để ghép dữ liệu giữa các trạm bằng phương pháp thực hiện ghép thủ công. Nguyên tắc ghép trạm là chọn những trạm, mà dữ liệu có nhiều điểm trùng nhất. Giả sử lượng đám mây điểm giữa hai trạm không đáp ứng yêu cầu ghép trạm (>60%), thông thường, hãy tiến hành thiết lập một trạm trung gian kết nối hai trạm (III-3,4). Nếu vẫn không thể kết nối với các trạm cũ, việc tạo một tập hợp mới để tiếp tục quá trình thu thập dữ liệu là cần thiết. Cuối cùng, mô hình thông tin công trình di sản, HBIM, sẽ được trích xuất ra ngoài (5), mô hình sẽ được sử dụng cho các mục đích tích hợp khác như thực tế ảo AR, VR và ứng dụng du lịch ảo trong tương lai. Dữ liệu sau đó sẽ được chuyển tiếp cho quy trình ở bước tiếp theo, trong phần mềm Trimble Realwork.

### Sự thể hiện thông tin công trình di sản

Sau bước thu thập thông tin di sản là bước diễn giải, thể hiện thông tin di sản, dữ liệu sau khi thu thập sẽ được xuất ra và lưu dưới dạng tệp dữ liệu laze (TZF). Dự án dữ liệu TZF sau đó được nhập vào phần mềm



Hình 2: Mặt bằng bố trí trạm máy (trong phần mềm Trimble Realwork)

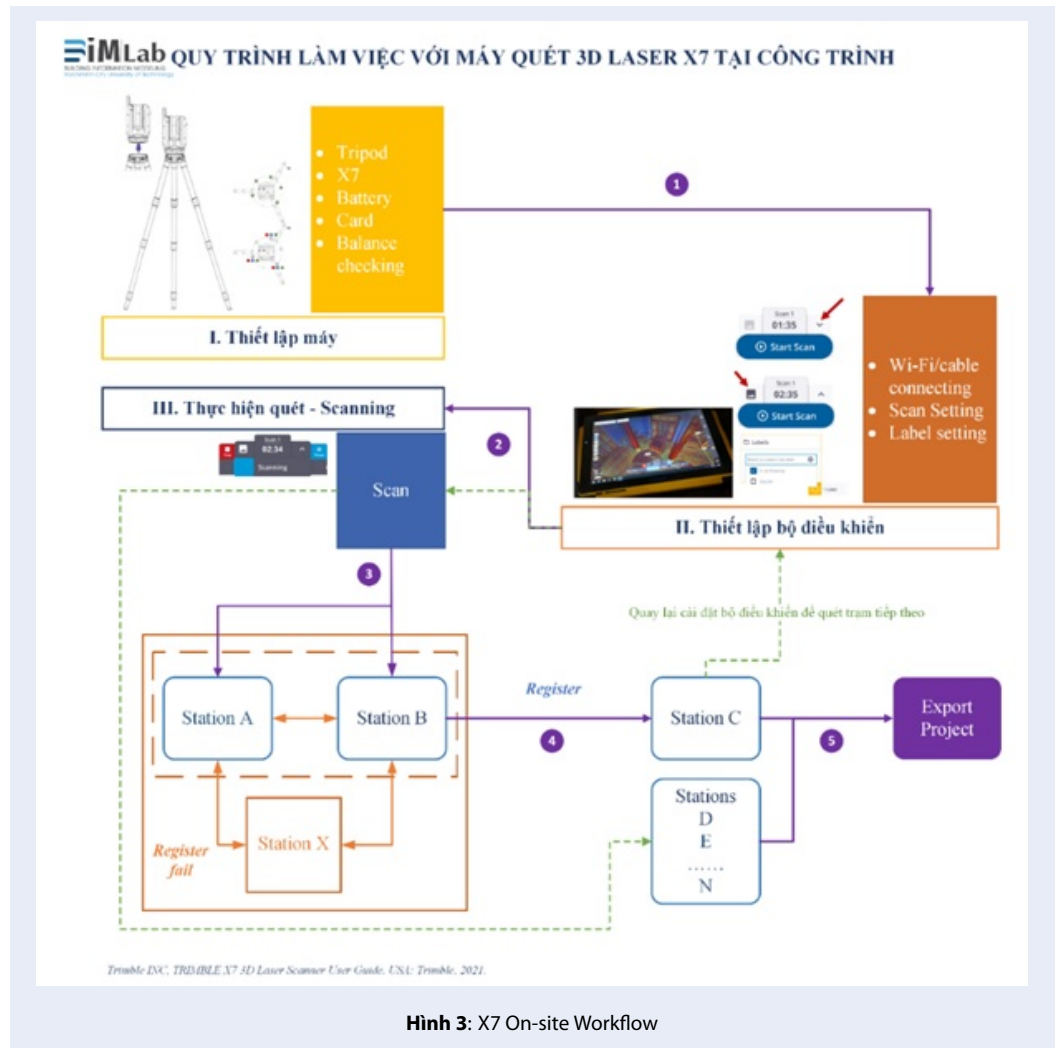
**Bảng 2: Tóm tắt – Giai đoạn 1 – Thu thập dữ liệu**

STT	Nội dung	Kết quả
1	Tổng trạm (station)	162 Station
2	Tổng Pointcloud	3.955.396.603 Points
3	Tổng ảnh chụp	More than 162 360o Images
4	Tổng thời gian làm việc (ngoài hiện trường)	Inner (01 day) (17/05/2021) Outer (1.5 days) (04/05/2021 + 18/05/2021)
5	Tổng thời gian thu thập dữ liệu mỗi trạm (station)	9 mins / stations (Mode A) 12 mins / stations (Mode B2)
6	Thời gian xử lý dữ liệu pointcloud	05 ngày
7	Nhân sự chính (thu thập và xử lý dữ liệu point cloud)	02 kỹ sư
8	Chế độ scan	Interior: Mode A Exterior: Mode B2

**Bảng 3: Scan mode trong Trimble Perspective**

Thời gian <sup>[1]</sup> (min)	Chế độ	Số điểm (Mpts)	Kích thước tối đa của tệp (MB)	Chế độ scan
2	Standard	12	160	A
4	High Sensitivity	17	190	B2

<sup>[1]</sup> Thời lượng làm tròn đến phút gần nhất và bao gồm thời gian tự động hiệu chuẩn.



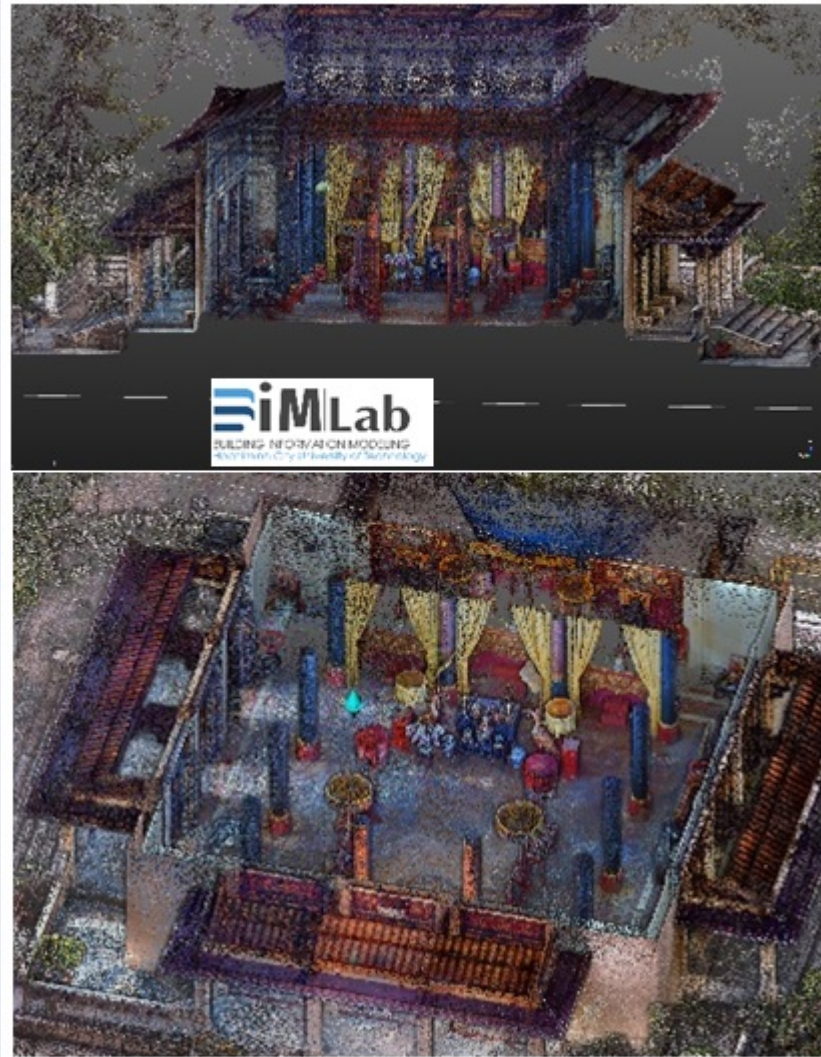
chuyên dụng cho đám mây điểm xử lý. Các hình dưới đây thể hiện đầy đủ mô hình đám mây điểm của Đền Hùng từ mặt trong và mặt ngoài (xem Hình 4; Hình 5). Không có vấn đề đáng kể nào gặp phải trong giai đoạn này. Tuy nhiên, thực tế là có một số người đang gặp khó khăn trong bước đăng ký và ghép trạm. Việc bố trí trạm scan thiếu ghi chú trong bước trước dẫn đến việc điều chỉnh lựa chọn trạm gốc để ghép nối với các trạm còn lại bị sai sót vì không thể ghép nối với các trạm do mật độ chồng lấp không đủ. Do đó, cần ghi chú vị trí trạm và đặt nhãn riêng cho từng trạm scan tại chỗ. Người thực hiện cần xác định khu vực ban đầu và vị trí bắt đầu và sơ đồ di chuyển trạm, bao gồm phân chia khu vực, đánh số, nhãn khu vực, v.v. Ví dụ tên nhãn dán gồm chế độ, khu vực của ngôi đền, hướng của công trình và số thứ tự (A-EX-N-01: <Mode A-Exterior-North-Number>).

Sơ đồ trạm trong công việc thực tế của Trimble chỉ mang tính chất tham khảo (biểu đồ chỉ được hiển thị

**Bảng 4: Báo cáo ghép trạm – Trimble Realwork**

Registration Report (Using TZF Scans) User Name: BIMLab Date: Thu May 27 18:04:41 2021 Project Name: HTM_DenHung_210526_V1 Length Measurement Units: Meters Coordinate System: X, Y, Z Overall Cloud-to-Cloud Error: 5.23 mm
---

khi trạm được ghép nối thích hợp với các trạm trước đó). Giả sử trạm không thể được đăng ký với các trạm khác. Trong trường hợp đó, mô hình đám mây điểm của trạm sẽ bị lơ lửng trong không gian và không được kết nối với bất kỳ trạm lân cận nào, vì vậy việc xác định vị trí trạm và kết nối mục tiêu (target) là một thách thức. Một trong những cách để tăng điểm trùng lắp là thêm một trạm trung gian. Trạm trung gian mới



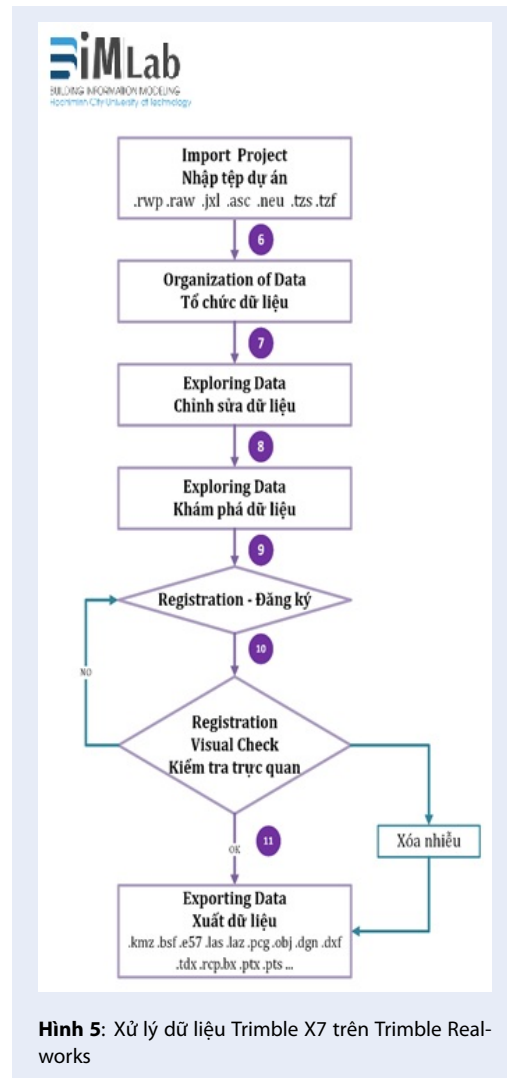
Hình 4: Mô hình point cloud khu vực bên trong Đền thờ Vua Hùng

kết nối với hai trạm có thể nhìn thấy với hai đường ngắm giữa hai trạm ghép nối không thành công. Do đó, các trạm bị lỗi có thể ghép nối thành công. Quá trình ghép trạm tại vị trí cầu thang ( thay đổi độ cao và có độ dốc), tương tự như tình huống ngay góc. Mặc dù các trạm scan được bố trí tương đối gần nhau (1-2m) nhưng phần mềm vẫn báo lỗi đăng ký. Để giải quyết vấn đề này, hãy giảm khoảng cách giữa các trạm ở vị trí này xuống 3 trạm ở mỗi bên của bậc thang và đặt các đế của các trạm lại với nhau. Hạ độ cao máy khi lên cầu thang và ngược lại. Trạm có thể được ghép nối thành công. Mặt khác, tính năng Auto-Register sử dụng mặt phẳng để thực hiện ghép trạm và đăng ký trong nghiên cứu điển hình này, vì các tấm mục tiêu (targets) và cầu (sphere) không thể sử dụng tại Đền thờ Vua Hùng.

Từ khía cạnh số hóa lịch sử, sai số tổng thể cloud-to-cloud error là 5,23mm (<10mm) là có thể chấp nhận được (xem Bảng 4). Từ góc độ mô hình hóa, do tính chất lịch sử của cấu trúc, sự thiếu vuông vắn của các bức tường và sự không đối xứng của các bề mặt công trình đã dẫn đến nhiều vấn đề khác nhau trong việc dựng lại mô hình Revit.

Hình 5 bên dưới tóm tắt quy trình xử lý dữ liệu đám mây-điểm, sau khi thu thập dữ liệu mô hình công trình bằng Máy 3D Laser Scanner Trimble X7 tại hiện trường. Quy trình trên thể hiện tóm tắt hoạt động trên phần mềm chuyên dụng của Trimble - Trimble Realwork. Quy trình xử lý dữ liệu Máy 3D Laser Scanner Trimble X7 bao gồm 7 bước chính, được bắt đầu sau quy trình tại chỗ. Dữ liệu được trích xuất từ thẻ nhớ của máy scan và được sắp xếp thành 6 thao tác

để chỉnh sửa dữ liệu. Quá trình tổ chức dữ liệu được hoàn thành bằng cách chỉnh sửa và thực hiện sáu thao tác tùy thuộc vào mục đích và đối tượng mong muốn. Các thao tác bao gồm kéo và thả (Drag and Drop), cắt và dán (Cut and Paste), sao chép và dán (Copy and Past), xóa (Delete), tạo nhóm (Create Group) và đổi tên (Change a Name). Phần mềm của Trimble - Trimble Realwork - có thể tổ chức dữ liệu theo quy định sắp xếp của dự án.



Sau quá trình chỉnh sửa dữ liệu, tiến hành Khám phá dữ liệu ( Explore Data) để đảm bảo dữ liệu được tổ chức hợp lý và phù hợp thực hiện các bước sau. Sau khi quá trình thăm dò dữ liệu hoàn thành, tiến hành việc ghép trạm (Registration), quá trình ghép trạm có thể thực hiện theo trạm scan (Scan-Based Registration ) và mục tiêu ghép (Target-Based Registration), quá trình ghép trạm scan bao gồm các tính năng cơ

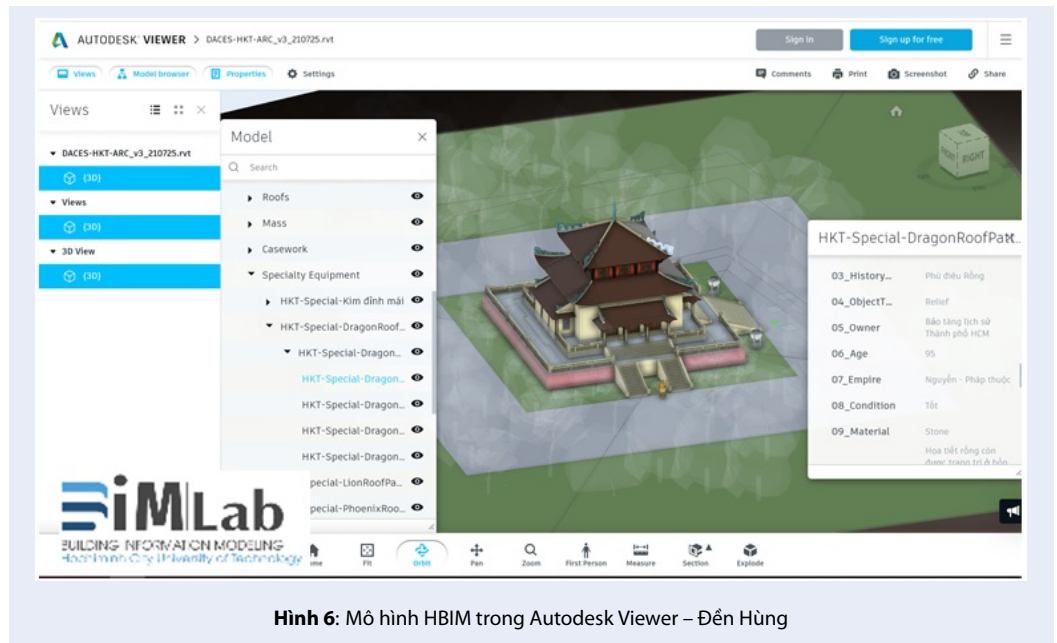
bản như ghép trạm tự động với planes (Auto-Register Using Planes), ghép trạm dựa trên dữ liệu (Cloud-Based Registration), ngoài ra ghép trạm mục tiêu còn có các tính năng nâng cao như tự động phân tích và trích xuất mục tiêu (Auto-Extract Targets), ghép trạm tự động dựa trên mục tiêu (Target-Based Registration). Trimble Realwork là công cụ phân tích dữ liệu thời gian thực cho phép người dùng lập bản đồ môi trường xung quanh. Cuối cùng, xuất dự án cho các ứng dụng nâng cao hơn (VR, AR, Scan-to-BIM cho mô hình As-built). Trimble Realwork cho phép người dùng xuất dự án dưới nhiều định dạng khác nhau như .kmz / .bsf / .e57 .las / .obj / .dgn / .dxf / .tdx / .rcp / .bx / .ptx / .pts.

### Sản phẩm Hi-tech

Mô hình ảo của một di tích lịch sử có thể có nhiều giá trị khác nhau như khoa học, giáo dục, lịch sử, v.v., tùy thuộc vào thông tin yêu cầu. Mô hình cũng có thể được sử dụng để đánh giá sự phát triển của môi trường bằng cách so sánh các bản tái tạo 3D được thực hiện nhiều lần trong suốt cuộc đời của đối tượng<sup>9</sup>. Hơn nữa, các công nghệ cao như AR, VR hỗ trợ nâng cao tính phổ biến của ngôi đền, mang lại trải nghiệm cảm giác chân thực cho du khách. Autodesk Viewer cho phép người dùng xem và cộng tác trên cùng một mô hình trên bất kỳ thiết bị hoặc hệ điều hành nào (xem Hình 6). Du khách có thể trải nghiệm mô hình thực tế ảo tăng cường (AR) của công trình Đền thờ Vua Hùng chỉ qua điện thoại thông minh và ứng dụng theo dõi ảnh được xây dựng trên nền tảng Unity tương thích đa phương tiện (xem Hình 7).

Enscape đã thử nghiệm với Thực tế ảo (VR) trong mô phỏng không gian kiến trúc (Hình 8). Giờ đây, khách truy cập có chế độ xem 360 độ đầy đủ, cho phép họ cảm nhận không gian và thiết kế cũng như hình dung về quy mô không gian và thực tế của dự án, đặc biệt là các công trình di tích và di sản lịch sử. Thực tế ảo và thực tế tăng cường sẽ được sử dụng để mô phỏng công việc trùng tu di sản. Các hoạt động ảo sẽ dựa trên các mô hình thực tế và được quản lý thông qua một quy trình Scan-to- HBIM nhằm hiện thực hóa hệ thống thông tin về di sản văn hóa, kiến trúc và bảo tồn. Bên cạnh đó, tích hợp AR, VR trên truyền thông đại chúng còn góp phần quảng bá di sản đến đại chúng, là cánh tay đắc lực trong vấn đề lưu giữ, bảo tồn và phát huy giá trị di tích, di sản. Ứng dụng công nghệ vào việc bảo tồn và phát huy giá trị di sản, gắn với phát triển du lịch hiện nay chính là cầu nối các thế hệ trong việc bảo tồn, lưu giữ di tích của cha ông gắn với phát triển kinh tế từ du lịch và giáo dục truyền thống.







Hình 8: Mô hình HBIM trong Enscape – Đền Hùng

## KẾT LUẬN VÀ THẢO LUẬN

### Kết luận

Nghiên cứu này chỉ ra các bước thiết yếu để làm việc với quá trình scan laser từ xử lý dữ liệu thô đến một mô hình đám mây điểm hoàn chỉnh và giải quyết các lỗi trong quá trình xử lý. Quá trình này được coi là một quy trình tiêu chuẩn, thể hiện quá trình xử lý 3D Laser Scanning điển hình của các sản phẩm hiện có. Kinh nghiệm của nhóm nghiên cứu đảm bảo tính chính xác và nhất quán. Đây là cơ sở cho các bước xử lý tiếp theo và các bước triển khai phần mềm, dự án khác.

Thao tác dữ liệu đám mây điểm được chia thành ba bước chính: thu thập dữ liệu đám mây điểm tại công trình, thể hiện dữ liệu đám mây điểm và ứng dụng dữ liệu thu được dựa trên nhu cầu. Các công tác liên quan trình bày theo 3 bước bao gồm thu thập dữ liệu thô, sử dụng phần mềm để xử lý và phân tích các yêu cầu công việc. Căn cứ vào yêu cầu công việc, các kỹ sư cần vạch ra phạm vi công việc của dự án để làm rõ mục tiêu nghiên cứu. Trong Bước 1, một khảo sát trong-ngoài công trình và chi tiết cấu kiện công trình được thực hiện để scan tòa nhà bên ngoài và bên trong trước khi cách sử dụng máy 3D Laser Scanner Trimble X7 để thu thập dữ liệu công trình. Các thông tin hình

dạng bề mặt của công trình sẽ được thu thập và lưu trữ dưới dạng định dạng đám mây điểm thô vẫn có lỗi và nhiễu.

Trong Bước 2, cần thực hiện kiểm soát chất lượng và xử lý đám mây điểm từ dữ liệu thô thu thập trước đó bằng cách sử dụng ứng dụng Trimble để lọc nhằm giữ lại thông tin bổ sung cần thiết và loại bỏ nhiễu. Thứ ba, dữ liệu đám mây điểm cuối cùng sẽ được sử dụng như dữ liệu đầu vào xây dựng mô hình thông tin di sản (HBIM) với sự hỗ trợ của các phần mềm khác như Trimble Clarity, Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, v.v. Dữ liệu này cũng được sử dụng cho các mục đích như giám sát tình trạng bảo tồn, quản lý di sản, phòng ngừa bảo trì, phân tích các phương án can thiệp, lập kế hoạch bảo tồn và phục hồi, xây dựng mô phỏng, phòng ngừa thiên tai, v. v.

### Thảo luận

Nghiên cứu này chỉ thảo luận về việc sử dụng phương pháp 3D Laser Scanning - trên mặt đất để ghi lại và hình dung các di sản văn hóa. Về công nghệ 3D Laser Scanning, bài viết này không phân biệt giữa Scan trên không (UAV) và Scan trên mặt đất (Terrestrial LIDAR). Do thiếu thiết bị và nhân viên hỗ trợ chuyên trách vận hành theo phương thẳng đứng nên thiếu dữ liệu thô của mái. Hạn chế chính của nghiên cứu này là thu thập thông tin về độ cao của các đối tượng (ví dụ: độ lệch và độ cao). Do loại thông tin này thường nằm rải rác trong các bản vẽ mặt cắt, bản vẽ chi tiết hoặc bản vẽ chi tiết vật thể, nên khó có được thông tin cao độ đầy đủ và hiệu quả nếu chỉ dựa vào các bản vẽ khung cơ bản. Trong nghiên cứu sau, chúng tôi sẽ tập trung vào việc kết hợp các bản vẽ khác nhau và xây dựng bộ cơ sở dữ liệu HBIM với nhiều chi tiết hơn. Với kết quả thu được từ nghiên cứu, Mô hình hóa thông tin tòa nhà lịch sử (HBIM) là một công nghệ mới có thể được sử dụng để quản lý di sản và các tòa nhà lịch sử trong tương lai. Vì khái niệm HBIM vẫn còn mới trong ngành nên chỉ có một số lượng nhỏ các kết quả được xác định trong bài báo. Do đó, với nỗ lực mở rộng và quảng bá HBIM đến một cộng đồng rộng lớn hơn, bài báo trình bày một đánh giá về ứng dụng HBIM và nhằm mục đích minh họa những lợi ích của nó trong lĩnh vực tài liệu lưu trữ di sản văn hóa.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM trong khuôn khổ đề tài mã số To-KTXD-2021-22. Chúng tôi xin cảm ơn BIMLab đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích.

## ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Anh Thư: viết bản thảo, kiểm tra bài báo; Lê Mỹ Uy Như: viết bài báo và tham gia phân tích dữ liệu; Nguyễn Hữu Đại: thực hiện thao tác Scan ngoài hiện trường; Nguyễn Hồng Sơn: xây dựng quy trình và thực hiện phân tích.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UNWTO Annual Report 2015," Spain, 2015. [Online];Available from: <https://doi.org/10.18111/9789284418039>.
2. W. T. T. Council, "Economic Impact Reports," VIET NAM 2021 Annual Report, March 2021;.
3. LINH Đ. Phát triển du lịch bền vững gắn với bảo tồn, phát huy giá trị di sản," in Báo Nhân Dân, ed. Hà Nội, 2018;.
4. OpenHeritage. Open Heritage 3D makes primary 3D cultural heritage data open and accessible;Available from: <https://openheritage3d.org/about>.
5. Như B. Số hóa di sản: không chỉ cần nhà công nghệ;Available from: <https://tiasang.com.vn/-van-hoa-hoa-so-hoa-di-san-Khong-chi-can-nha-cong-nghe-26726>.
6. E. Historic. 3D laser scanning for heritage: advice and guidance on the use of laser scanning in archaeology and architecture ed: Historic England Swindon, 2018;.
7. C. t. T. v, OCD QL. Báo cáo Ngành VR-AR Việt nam 2021. Cục Xúc Tiến Công Nghiệp CNTT Hàn Quốc (NIPA), 2021;.
8. Sơn T. Đền Hùng Vương ở Thào Cẩm Viên được xếp hạng di tích;Available from: <https://vnexpress.net/den-hung-vuong-o-thao-cam-vien-duoc-xep-hang-di-tich-3241090.html>.
9. Fassi F, Mandelli A, Teruggi S, Rechichi F, Fiorillo F, Achille C. VR for cultural heritage Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics., Lecture Notes in Computer Science. 2016:139-57;Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40651-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40651-0_12).
10. Kerstetter DL, Confer JJ, Graefe AR. An exploration of the specialization concept within the context of heritage tourism. J Travel Res. 2001;39(3):267-74;Available from: <https://doi.org/10.1177/004728750103900304>.
11. Yovcheva Z, Buhalis D, Gatzidis C. Engineering augmented tourism experiences. In: Information and communication technologies in tourism 2013. Springer; 2013. p. 24-35;Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36309-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36309-2_3).
12. Khalil A, Stravoravdis S, Backes D. Categorisation of building data in the digital documentation of heritage buildings. Appl Geomat. 2021;13(1):29-54;Available from: <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00322-7>.
13. Pfeifer N, Briese C. Laser scanning-principles and applications. Geo. 2007-, pp. cp-59-00077;Available from: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201403279>.
14. Rocha G, Mateus L, Fernández J, Ferreira V. A scan-to-BIM methodology applied to heritage buildings. Heritage. 2020 [online];3(1):47-67;Available from: <https://doi.org/10.3390/heritage3010004>.
15. Volk R, Stengel J, Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings Literature review and future needs. Autom Constr. 2014;38:109-27;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.
16. Capone M, Lanzara E. Scan-to-BIM vs 3d ideal model hbim: parametric tools to study domes geometry. Int Arch Photogramm Remote Sens Spatial Inf Sci. 2019;XLII-2/W9:219-26;Available from: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-219-2019>.
17. Quyết định số 2026/QĐ-TTg: Phê duyệt Chương trình số hóa Di sản văn hóa Việt Nam giai đoạn 2021-2030. 2021;.
18. Hà M. Số hóa di sản: Cầu nối tương lai. Báo Nghệ An. 2022;Available from: <https://e.baonghean.vn/so-hoa-di-san-cau-noi-tuong-lai/#:~:text=S%E1>.

19. Nayyar A, Mahapatra B, Le D, Suseendran G. Virtual Reality (VR) & Augmented Reality (AR) technologies for tourism and hospitality industry. *Int J Eng Technol*, vol. 2018;7(21):156-60; Available from: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.21.11858>.
20. Yung R, Khoo-Lattimore C. New realities: a systematic literature review on virtual reality and augmented reality in tourism research. *Curr Issues Tourism*. 2019;22(17):2056-81; Available from: <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1417359>.

# Preserving cultural heritage and tourism promoting city values: Applying digitalization trends to cultural heritage

Thu Anh Nguyen<sup>1,2,\*</sup>, Nhu My Uy Le<sup>1,2</sup>, Dai Huu Nguyen<sup>1,2</sup>, Son Hong Nguyen<sup>1,2</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Department of Construction Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

## Correspondence

**Thu Anh Nguyen**, Department of Construction Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: nathu@hcmut.edu.vn

## History

- Received: 04-4-2022
- Accepted: 03-8-2022
- Published: 20-8-2022

DOI : 10.32508/stdjet.v5i2.975



## ABSTRACT

Even if the implementation of Heritage Building Information Modeling (HBIM) for historic buildings is still beset with challenges and difficulties, researchers all over the globe are continually developing new technologies, which exhibits positive tendencies. However, there hasn't been a lot of study done on HBIM in Vietnam yet. Therefore, in an effort to expand and promote HBIM to a wider community, the purpose of this study is to digitize cultural heritage in Ho Chi Minh City, Vietnam using a heritage information data model integrated enhanced data model that incorporates Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) for the virtual tour, as well as historical preservation; as a result, the city's legacy may have a greater value, both in terms of its tangible and intangible aspects. The research is broken down into four main steps: (1) observing the potential application of 3D Laser Scanning in preserving the tangible cultural heritage; (2) implementing scanning work for a case study in Ho Chi Minh city, Vietnam; (3) identifying the workflow for integrations; and (4) assessing the orientation of the research, the Temple of King Hung in Ho Chi Minh City, Vietnam, is chosen for the case study. The research results show the constraints in utilizing the Trimble X7 3D Laser Scanner; the working experience is examined to improve the future workflow for future case studies. The coupling of HBIM with application history environments for building performance analysis, structural analysis, facilities management, augmented reality, virtual reality, and secure design fire protection for historic buildings may be determined to be beneficial. An altered approach involving VR, AR vision algorithms is also presented by promoting digital tourism, making valuable cultural heritage and tourism accessible to people by technology.

**Key words:** Temple of Hung King, Cultural Heritage Preservation, 3D Laser Scanning, Hi-Tech, VR, AR

**Cite this article :** Nguyen T A, Le N M U, Nguyen D H, Nguyen S H. **Preserving cultural heritage and tourism promoting city values: Applying digitalization trends to cultural heritage.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 2022, 5(2):1536-1548.