

Giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu số di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam

ISSN: 2734-9195

16:49 07/07/2023

Phần mềm khi đưa vào sử dụng sẽ góp phần quảng bá rộng rãi Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo nghệ thuật Phật giáo của nước ta đến với đông đảo công chúng trong và ngoài nước. Thông qua phần mềm, du khách từ bất cứ đâu cũng có thể kết nối, khám phá và chiêm ngưỡng các di tích Phật giáo Việt Nam mà không gặp trở ngại về không gian, thời gian.

KTS.Đinh Việt Phương Tham luận Hội thảo khoa học: Kiến trúc Phật giáo Việt Nam – thống nhất trong đa dạng, ngày 15/4/2023 tại hội trường Bảo tàng Lịch sử quốc gia (Hà Nội)

1. Mở đầu

Phật giáo là tôn giáo lâu đời và có ảnh hưởng sâu rộng trong đời sống tinh thần của người dân Việt Nam. Tôn chỉ của Phật giáo thích hợp với mọi người, mọi thời đại, mang đến tình yêu thương, an lạc, hạnh phúc và hòa bình đến cho nhân loại.

Kể từ khi du nhập vào nước ta cho đến nay, Phật giáo đã để lại những kiệt tác kiến trúc, nghệ thuật độc đáo, chứa đựng tinh thần, tay nghề và trình độ thẩm mỹ của ông cha ta từ ngàn xưa trong việc hiện thực hóa những triết lý, tư tưởng Phật giáo.

Kiến trúc Phật giáo truyền thống dung hòa với kiến trúc của dân tộc, thể hiện sự phát triển theo thời đại của kỹ thuật và nghệ thuật kiến trúc. Nghệ thuật Phật giáo là sản phẩm của hoàng dương chính pháp. Các tác phẩm nghệ thuật vừa mang tính Phật giáo (từ bi và trí tuệ) lại vừa mang giá trị tạo hình và lý tưởng thẩm mỹ, hướng con người làm việc thiện, thoát khổ đau. Nghệ thuật Phật giáo vừa là tác phẩm nghệ thuật lại vừa là "*phương tiện*" để tín đồ Phật tử học hỏi, tu dưỡng đạo đức. Nhìn chung, nghệ thuật Phật giáo phục vụ tín đồ Phật giáo và

do đó, bản thân nó mang 2 lớp chức năng tôn giáo và nghệ thuật. Tôn giáo và nghệ thuật dung hòa nhau thành một thể. Song, trong quá trình phát triển, nghệ thuật Phật giáo thoát khỏi sự ảnh hưởng của tôn giáo, dần độc lập và truyền tải nhiều giá trị thẩm mỹ cho chúng ta thưởng lãm.

Những năm qua, di sản kiến trúc, nghệ thuật Phật giáo đã được nhận diện, nhiều giá trị được bảo tồn và phát huy, góp phần không nhỏ vào việc giáo dục lịch sử, vun đắp truyền thống tốt đẹp của dân tộc. Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo đã và đang thể hiện ngày càng rõ hơn vai trò quan trọng trong việc giáo dục con người phát triển toàn diện, hướng con người đến chân, mỹ, thiện, thể hiện tinh thần từ bi của Phật giáo.

Đặc biệt, các di sản Phật giáo góp phần quan trọng xây dựng và quảng bá hình ảnh đất nước Việt Nam, truyền bá các giá trị lịch sử, văn hóa, khoa học và thẩm mỹ quan trọng của di sản Phật giáo nước ta ra thế giới thông qua hoạt động du lịch, giao lưu văn hóa và hợp tác giữa các giáo hội. Các di tích lịch sử văn hoá đã trở thành những sản phẩm văn hóa - du lịch hoàn chỉnh, vừa là động lực vừa là mục tiêu cho sự phát triển ngành kinh tế mũi nhọn du lịch, đồng thời, từng bước làm thay đổi cơ cấu kinh tế của địa phương nơi có di sản Phật giáo, mang tới cho cộng đồng và địa phương những lợi ích thiết thực và bền vững. Chú thích hình ảnh

Nhận thức tầm quan trọng của di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo, trong suốt chiều dài lịch sử, dân tộc Việt Nam luôn quan tâm đến việc giữ gìn, bảo tồn và phát huy các giá trị di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo. Tuy nhiên, cùng với thời gian, các di tích bị hư hại, xuống cấp, các di sản kiến trúc và nghệ thuật ngày càng ít người biết đến là điều không thể tránh khỏi, vậy làm thế nào để lưu trữ lại kho di sản Phật giáo quý giá này còn sống mãi với thời gian luôn là một vấn đề được coi trọng?

Những năm gần đây, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ hiện đại, số hóa di sản đã trở xu hướng chung của ngành Di sản trên toàn thế giới. Đặc biệt bối cảnh dịch bệnh Covid-19 đã đẩy nhanh tốc độ hiện đại hoá của kỹ thuật số hoá khiến chúng ngày càng thông minh và gọn nhẹ hơn, chất lượng số hóa ngày một nhanh chóng và chính xác vượt bậc. Tình trạng lockdown toàn thế giới trong đại dịch Covid-19 cũng là cú hích mạnh mẽ để các quốc gia đẩy nhanh quy trình số hóa và ra mắt các trung bày ảo, triển lãm trực tuyến, thúc đẩy phát triển di sản số, du lịch tham quan số.

2. Giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu số di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam

2.1. Cơ sở lý thuyết, bối cảnh thế giới và Việt Nam

2.1.1. Cơ sở lý thuyết: Số hoá di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo: tiếp cận Di sản số thức (Digital Heritage)

Số hoá di sản là một cách diễn đạt Việt hoá từ khái niệm “*Di sản số thức (Digital Heritage, viết tắt là DH)*” dùng để chỉ việc sử dụng các phương tiện truyền thông kỹ thuật số (digital media) phục vụ cho việc hiểu biết và bảo tồn di sản văn hóa (Cultural Heritage) hoặc di sản tự nhiên (Natural Heritage)[1]. Di sản số thức (Digital Cultural Heritage) là khái niệm để chỉ nhánh bảo tồn thứ nhất với đối tượng hướng đến là các giá trị mang tính lịch sử, văn hóa, khảo cổ, khoa học, dân tộc, và nhân học đối với xã hội nhằm mục tiêu duy trì hay bảo tồn các vật thể bằng kỹ thuật số. Do đó, các nguồn tư liệu số hóa có thể bao gồm các vật thể như các hiện vật khảo cổ-lịch sử-văn hoá, công trình kiến trúc,...; các vật thể mang chữ viết như văn bản viết, minh văn trên văn bia, minh chung trên chuông, mộc bản khắc in,...; các cơ sở dữ liệu của hình ảnh tĩnh (bản đồ, tranh ảnh), hình ảnh động, audio, đồ họa; các cơ sở dữ liệu phi vật thể (băng ghi âm, ghi hình,...). Số hóa di sản có lưu trữ thông tin, hệ thống hóa tư liệu, bảo tồn các giá trị nội dung và hình thức của di sản, quản lý văn hóa, phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học, trưng bày thuyết minh bảo tàng, hỗ trợ dịch vụ du lịch, phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập lịch sử, đặc biệt là lịch sử văn hóa (kiến trúc, mỹ thuật, điện ảnh,...) trong môi trường giáo dục. Do đó, với mục tiêu trọng tâm ban đầu là bảo tồn thì số hoá di sản ngày càng phát huy tác dụng trong việc khai thác di sản phục vụ đời sống xã hội, qua đó, kéo dài tuổi thọ và tăng cường giá trị của di sản trực quan và trực tuyến cùng một lúc.

Trước khi khái niệm “*Di sản số thức*” được xác lập, các nhà nghiên cứu khoa học xã hội và nhân văn trong quá trình hành nghiệp đã cập nhật và ứng dụng ở các mức độ khác nhau các ứng dụng của công nghệ kỹ thuật số vào phục vụ hoạt động của mình.[2] Tuy nhiên, phải từ đầu thế kỷ 21 trở đi, sự liên kết giữa các nhà nghiên cứu khoa học xã hội và nhân văn và khoa học công nghệ thực sự đã trở thành một xu hướng tiên phong với nhiều thành tựu.

2.1.2. Bối cảnh thế giới

Từ năm 2007, SIDART (Integrated System for Cultural Heritage Diagnostic) đã phát triển gói phần cứng, phần mềm (laser clouds) để áp dụng cho di sản văn hóa. Dự án đã sử dụng các thiết bị khảo sát khác nhau (như: máy quét laze, máy ảnh đa phổ, máy ảnh đo quang hệ mét đã hiệu chỉnh, máy đo nhiệt độ) để phát triển một hệ thống tích hợp trong chẩn đoán di sản văn hóa.

[caption id="attachment_16730" align="aligncenter" width="623"]

Tap Chi Nghieng Cuu Phat Hoc Tham Luan Hoi Thao Kien Truc Giai Phap Xay Dung Co S

Biểu đồ phương pháp áp dụng để phát triển hệ thống triển lãm ảo. (Bruno và các cộng sự 2010, tr. 44)[/caption]

Công cụ này được sử dụng để khôi phục trong ứng dụng nghiên cứu kiến trúc và văn hóa. Phần mềm được sử dụng thư viện Bộ công cụ Trực quan (Visualization Toolkit) là một hệ thống phần mềm miễn phí mã nguồn mở có sẵn cho đồ họa máy tính 3D, xử lý hình ảnh và trực quan.[3]

Ở Trung Quốc, năm 2018, Bảo tàng Di sản Hồng Kông và Học viện Đôn Hoàng tổ chức một cuộc triển lãm ảo về văn hóa hang động Đôn Hoàng. Triển lãm này nêu bật những thành tựu của các dự án số hóa của Học viện Đôn Hoàng, cùng với việc giới thiệu các đồ tạo tác được khai quật, nghệ thuật hang động của Đôn Hoàng, và công nghệ đa phương tiện mới nhất, cho phép du khách có cơ hội nghiên cứu văn hóa Đôn Hoàng cận cảnh và đánh giá cao những câu chuyện của cõi Phật và người thường. Số hóa bao gồm các loại công nghệ khác nhau như 360 VR, 3D VR, thiết bị điện tử được thiết kế riêng, hoạt hình 2D & 3D cũng như hệ thống an ninh được thiết kế riêng cho một số cuộc triển lãm.

Năm 2020, Chùa hang Seokguram (một hang động nhân tạo và di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo đáng chú ý nhất của Hàn Quốc) đã được số hoá phục vụ cho công tác bảo tồn và du lịch. Một nền tảng thực tế ảo cho mô tả 3D của chùa Seokguram được phát triển dựa trên nền tảng Oculus Rift 2 với tương tác AirTouch. Các mô hình 3D của đền Seokguram trong môi trường ảo được tái tạo bằng cách chụp toàn bộ ngôi đền bằng công cụ quét 3D. Kỹ thuật quét laze hiện có được sử dụng rộng rãi để tạo ra bản sao kỹ thuật số 3D của Seokguram để biểu diễn lập thể 3D. Hình ảnh trực quan kết quả khám phá ý nghĩa văn hóa, khoa học và tôn giáo to lớn của nó đối với những người tham quan bảo tàng.[4]

2.1.3. Tình hình Việt Nam

Ở Việt Nam, việc áp dụng công nghệ kỹ thuật số trong nghiên cứu, bảo tàng và du lịch đã có một số tiến triển bước đầu. Một điểm sáng trong ứng dụng công nghệ số hoá là Bảo tàng Quốc Hội[5] cũng đã có trưng bày scan panorama không gian trưng bày trợ giúp cho các trưng bày thực tế. Bản trưng bày số thức này đã có cập nhật hơn các bảo tàng khác khi cho phép người xem click và xem hình ảnh chụp (2D) của từng hiện vật, cùng các thông tin cơ bản về niên đại, motif. Tuy số lượng còn ít, nhưng đây là một hướng cần phát triển hơn. Trong Bảo tàng Quốc Hội cũng có sản phẩm phim 3D phục dựng lại 1 đơn nguyên kiến trúc cung điện thời Lý dựa trên kết quả khảo cổ học và nghiên cứu hình thái kiến trúc và kĩ thuật thời Lý.

Từ năm 2008, 3DART đã thực nghiệm số hóa Hoàng thành Thăng Long và là một trong những tổ chức ngoài công lập đầu tiên thực hiện những dự án phi lợi nhuận về di sản như dự án này. Trong gần 10 năm trở lại đây, một số bảo tàng ở Việt Nam đã rất cố gắng sử dụng công nghệ để thu hút khách du lịch.

Song song với số hoá, trưng bày và triển lãm, 3DART kết hợp với các nhà nghiên cứu khảo cổ, lịch sử, Hán-Nôm, mỹ thuật, kiến trúc để phục dựng và ra mắt kiến trúc chùa Dạm bằng công nghệ 3D, đem lại trải nghiệm thực tế ảo VR cho người dùng. Gần đây, 3DART đã tiến hành phục dựng tỉ lệ 1-1 bia Sùng Thiện Diên Linh tại chùa Long Đọi.

Không dừng lại ở việc số hóa và dựng hình 3D, 3DART còn có mong muốn biến những thực thể số thành hiện thực. Do đó, 3DART đã nghiên cứu và ứng dụng công nghệ in 3D kết hợp với các kĩ thuật cổ truyền để tiến hành phục dựng các bảo vật quốc gia như tượng Hoàng hậu Trịnh Thị Ngọc Trúc, tượng Quan Âm Hội Hạ, tượng Phật Hoàng Trần Nhân Tông, bảo tượng A Di Đà chùa Phật Tích,... Đặc biệt, 3DART là đơn vị đầu tiên phục dựng pho tượng Thiên Thủ Thiên Nhãn Quán Thế Âm chùa Báo Ân đã lưu lạc từ thế kỉ 20 và hiện đang nằm tại Bảo tàng Guimet (Pháp), mở ra thêm một cách thức mới trong công tác hồi hương di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo. Các tác phẩm phục dựng của 3DART đã được triển lãm tại nhiều sự kiện lớn trong và ngoài nước, như gian hàng Việt Nam tại triển lãm Dubai Expo, sự kiện Vietnam Summer Fair tại Huế, sự kiện Đại hội đại biểu Phật giáo tỉnh Bắc Ninh năm 2022,...

Như vậy, có thể thấy, số hoá là xu hướng tất yếu trong nghiên cứu, bảo tồn và phát huy di sản trong thời gian tới. Từ góc nhìn địa phương, những năm gần đây Việt Nam chứng kiến sự tăng trưởng dù chậm nhưng rõ rệt của lĩnh vực số hoá với sự xuất hiện của ngày càng nhiều các cá nhân, tập thể, đơn vị tham gia vào thị trường số hoá với những sở trường khác nhau, các chương trình, dự án số hoá với nhiều cách tiếp cận. Tuy nhiên, nếu so sánh với bình diện thế giới có thể thấy chúng ta vẫn còn một khoảng cách nhất định với các quốc gia khác mà đặc biệt là khối các quốc gia chia sẻ sự tương đồng về lịch sử văn hoá như các nước Đông Á và ở một mức độ nhất định là Đông Nam Á.

2.2. Cơ sở thực tiễn cho số hóa di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam

2.2.1. Chính sách của Nhà nước về số hoá di sản

Trong những năm qua, Việt Nam đã dần tiếp cận xu hướng số hoá di sản và bước đầu đã có được một số kết quả nhất định nhưng ở mức độ còn rất hạn chế. Trong bối cảnh cách mạng khoa học công nghệ đang phát triển mạnh mẽ và

đóng vai trò quan trọng trong đời sống xã hội, sự tăng trưởng như vũ bão của xu hướng kỹ thuật số trong mọi lĩnh vực của đời sống đặc biệt là ở phương diện văn hóa trong bối cảnh đại dịch Covid-19 diễn biến phức tạp đã làm thay đổi diện mạo và phương thức ứng xử của toàn thế giới, hơn lúc nào hết số hóa di sản được đặt ra một cách cấp thiết.

Đầu tháng 12-2021, Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam đã ký Quyết định phê duyệt chương trình “Số hóa di sản văn hóa Việt Nam giai đoạn 2021-2030”. [6] Đây là chủ trương thật sự cần thiết, đóng góp tích cực vào quá trình bảo tồn và phát huy giá trị di sản văn hóa truyền thống mà một điểm mới cần chú ý đó là 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 kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo, thúc đẩy phát triển du lịch bền vững. Chương trình đặt mục tiêu cụ thể cho giai đoạn 2021-2030 là: 100% các di sản văn hóa vật thể, phi vật thể và di sản tư liệu được UNESCO ghi danh, 100% các di tích quốc gia đặc biệt, 100% các bảo vật quốc gia, các di sản trong Danh mục di sản văn hóa phi vật thể quốc gia được số hóa và ứng dụng trên các nền tảng số (ưu tiên số hóa theo nhu cầu sử dụng của xã hội các di tích quốc gia và các hiện vật, nhóm hiện vật tại các bảo tàng, ban quản lý di tích). Cùng với đó, 100% người làm công tác chuyên môn trong ngành di sản văn hóa được đào tạo, đào tạo lại, cập nhật các kiến thức, kỹ năng chuyển đổi số.” Để đạt được các mục tiêu trên, một trong những nhiệm vụ và giải pháp của chương trình này là hoàn thiện cơ chế, chính sách và các quy định pháp luật. Cụ thể, xây dựng, hoàn thiện và ban hành các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về di sản văn hóa số và ứng dụng công nghệ trong việc số hóa thông tin, chuẩn hóa hệ dữ liệu di sản văn hóa trong kho dữ liệu số quốc gia; kết nối, liên thông, chia sẻ thông tin, dữ liệu với các lĩnh vực bảo tàng, thư viện; xác lập quyền truy cập, khai thác và sử dụng thông tin, dữ liệu cho các tổ chức, cá nhân phục vụ phát triển du lịch và các nhu cầu khác ở trong nước và quốc tế.

2.2.2. Sự phát triển về năng lực tiếp nhận và cải biến công nghệ phù hợp với đặc thù Việt Nam

Nhiều năm trở lại đây, cùng với "Nghị quyết số 52-NQ/TW"[7] thúc đẩy sự phát triển công nghệ tại Việt Nam, "Cách mạng 4.0" là từ khóa được nhắc đến thường xuyên trên truyền thông và mạng xã hội, một xu hướng đã và đang ăn sâu bám rễ trong tất cả các lĩnh vực của đời sống. Đóng vai trò thiết yếu trong kỷ nguyên số, nếu như số hóa nói chung là sự chuyển đổi thông tin cơ bản sang định dạng kỹ thuật số, thì số hóa 3D lại phức tạp và đặc thù hơn cả, khi đòi hỏi nền tảng và trình độ công nghệ cao. Có thể hiểu, số hóa 3D là một hình thức số hóa dữ liệu ở thể khối trong không gian thật, sang dữ liệu số trong không gian

ba chiều giả lập, với đầy đủ kích thước, chiều sâu, vật liệu, chất cản vật liệu - được lưu giữ trên không gian số.

Nắm bắt được tầm quan trọng cũng như ý nghĩa của số hóa ba chiều trong nhiều lĩnh vực, 3DART đã nghiên cứu, xây dựng giải pháp và quy trình số hóa ba chiều chuyên biệt cho công trình, di tích được triển khai theo quy trình số hóa tiêu chuẩn trên thế giới, kết hợp nhiều công nghệ scan đặc thù cho ra được kích thước chuẩn xác, bản vẽ mặt bằng, mặt cắt, bản vẽ chi tiết kiến trúc, chạm khắc, điêu khắc...

2.2.2.1. Công nghệ chủ chốt

- Kỹ thuật Lidar: Thiết bị quét 3D Lidar có phạm vi trải dài rộng khắp, tùy thuộc vào các thiết bị khác nhau. Riêng tại 3DART, chúng tôi sử dụng máy quét Lidar có phạm vi 150m, siêu di động cho phép đo nhanh, đơn giản và chính xác các đối tượng.

Ứng dụng trong scan toàn bộ các công trình di tích, kỹ thuật scan 3D lidar tạo ra pointcloud, từ đó kết xuất ra dạng hình khối 3D.

- Kỹ thuật Photogrammetry: Photogrammetry là công nghệ tái tạo mô hình 3D dựa trên việc phân tích nhóm các hình ảnh chụp, sử dụng thuật toán phân tích nội suy phức tạp cùng với trí tuệ nhân tạo AI. Kết quả tính toán của công nghệ này ngày một chính xác hơn, tiệm cận với công nghệ quét Lidar, nhưng lại vượt trội trong kết quả thu được về chất lượng hình ảnh vật liệu của đối tượng 3D. Công nghệ Photogrammetry cho phép tính toán các đối tượng, từ kích thước siêu nhỏ đến rất lớn như một vùng đất. Do đó đây là phương pháp số hóa tiện dụng và tiết kiệm chi phí nhất hiện nay.

[caption id="attachment_16731" align="aligncenter" width="800"]

Tap Chi Nghien Cuu Phat Hoc Tham Luan Hoi Thao Kien Truc Giai Phap Xay Dung Co

Minh họa kỹ thuật Photogrammetry[/caption]

- Kết hợp các dữ liệu thu thập được: Việc kết hợp các dữ liệu số hóa từ hai phương pháp khác nhau, yêu cầu phải sử dụng phần mềm chuyên dụng dành cho model 3D.

Đây là bước quan trọng trong quy trình số hóa ba chiều, đòi hỏi bề dày kinh nghiệm, kỹ thuật chuyên môn vững vàng, để biết cách xử lý và kết hợp cho ra sản phẩm kết quả tốt nhất, với chất lượng cao.

Các thành phần thừa sẽ được bỏ bớt để tối ưu hình khối. Các đối tượng lỗi sẽ được sửa lại theo ảnh chụp và các kết quả đo vẽ thực tế.

Tùy thuộc vào nội dung cần cung cấp, toàn bộ mô hình 3D sẽ được kết xuất ra định dạng phù hợp như các bản vẽ dạng kỹ thuật - sử dụng hình khối ba chiều, bản vẽ 2D kỹ thuật chuyên dụng, đồng thời bổ sung các thông tin ghi chú và kích thước đảm bảo việc in ấn bản vẽ ra dạng giấy sau này,...

Công nghệ VR Tour 360: VR Tour 360 cho phép người dùng tham quan trong không gian ảo của di tích thông qua các công cụ di chuyển đa hướng, bản đồ teleport, thao tác xoay hướng, di chuyển để bao quát các phòng theo nhiều góc nhìn khác nhau, tương tác với các mẫu vật trong không gian, tra cứu thông tin chi tiết dù không cần phải đến tận nơi, tích hợp thuyết minh tự động (âm thanh, nhạc nền, phim).

[caption id="attachment_16732" align="aligncenter" width="800"]

Tap Chi Nghien Cuu Phat Hoc Tham Luan Hoi Thao Kien Truc Giai Phap Xay Dung Co So Di San Kien Truc
Minh họa ứng dụng công nghệ VR Tour 360 trong tham quan chùa Keo[/caption]

Những ưu việt của công nghệ VR Tour 360:

- Bảo tồn công trình di tích ngay cả khi công trình đã được di dời hoặc phá dỡ.
- Chương trình tham quan ảo kết hợp tương tác 3D chạy trên nền web với trường. thông tin không hạn chế là sản phẩm độc đáo, rất ít đơn vị ở nước ta có thể thực hiện được.
- Giúp tiếp cận đến nhiều khách hàng ở bất cứ đâu trên thế giới.
- Có thể kết xuất ra kính VR.
- Cơ sở dữ liệu mở, dễ dàng tích hợp và nâng cấp.

2.2.2.2. Phương pháp số hoá di tích

Bước 1. Số hóa 3D địa hình không chỉ là các bản vẽ đường đồng mức đơn giản như trước đây mà là hình khối 3D chi tiết với đầy đủ màu sắc như thật, cùng quy mô số hóa rộng nhưng chi phí lại thấp hơn nhiều lần.

Số hóa 3D trên các địa hình lớn, đòi hỏi phải sử dụng các loại thiết bị bay không người lái điều khiển từ xa, mang theo thiết bị quét Lidar, với khả năng lưu trữ đồng thời mô hình 3D lẫn hình ảnh bề mặt địa hình.

Từ đó, tạo ra pointcloud, dùng phần mềm xử lý pointcloud tạo nên các mô hình 3D chân thật, chất lượng cao, kết xuất ra các bản vẽ đo đạc địa hình chính xác theo độ chi tiết 1/500, 1/2000.

Bước 2. Số hóa 3D di tích, kiến trúc bên ngoài của các công trình cổ thường có kích thước dài-rộng từ 2-3m cho tới vài chục mét, chiều cao tối thiểu của các công trình cũng thường khoảng trên 3m. Do đó việc số hóa các công trình kiến trúc sẽ được chia làm hai thành phần gồm các thành phần có thể quan sát và tiếp cận trực tiếp khi đứng trên mặt đất và các thành phần phải được tiếp cận từ trên cao hoặc xa.

Mặt đứng kiến trúc của công trình được scan bằng kỹ thuật Lidar với các trạm quét đặt xung quanh công trình kết hợp Chụp ảnh công trình với máy ảnh phân giải cao.

Kiến trúc mái công trình là các thành phần không thể tiếp cận và quan sát khi đứng trên mặt đất do đó, các phương án thu thập dữ liệu cần sử dụng kỹ thuật Drone cùng với Photogrammetry.

Kết hợp với các dữ liệu số hóa mặt đứng và mái công trình để hiệu chỉnh kết quả tính toán đạt kết quả chính xác nhất.

[caption id="attachment_16733" align="aligncenter" width="800"]

Tap Chi Nghien Cuu Phat Hoc Tham Luan Hoi Thao Kien Truc Giai Phap Xay Dung Co

Số hóa 3D kiến trúc chùa Tây Phương[/caption]

Bước 3. Số hóa không gian bên trong và các đối tượng dạng khối trong không gian công trình. Số hóa không gian bên trong và các đối tượng dạng khối trong không gian công trình yêu cầu độ chi tiết cao. Chính vì vậy, cần có sự kết hợp giữa các kỹ thuật và chia việc số hóa ra thành hai hạng mục lớn như sau:

- Số hóa tổng quát không gian bên trong: Không gian tổng quát bên trong công trình sẽ được quét bằng kỹ thuật Lidar nhằm đảm bảo tính chính xác chung của không gian. Việc kết hợp không gian bên trong và bên ngoài cùng sử dụng kỹ thuật Lidar sẽ cho kết quả đồng nhất cao và ít bị sai lệch.

- Số hóa các đối tượng dạng khối trong không gian công trình: Các đối tượng dạng khối trong không gian công trình di tích thường đòi hỏi tính chi tiết.

Để bảo vệ hiện vật và chi tiết nội thất kiến trúc, 3DART đề ??? sử dụng đèn chiếu tạo ánh sáng phù hợp, và Kỹ thuật Photogrammetry để xây dựng mô hình.

Ngoài ra, đối với 1 số chi tiết hạn chế việc ghi hình, cần kết hợp kỹ thuật Lidar cầm tay, kết hợp phương pháp Photogrammetry, mang đến hiệu quả tối ưu.

2.3. Giải pháp dữ liệu số di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam

2.3.1. Số hoá hệ sinh thái di tích và quản trị số phục vụ bảo tồn, phát triển

Trước đây, số hóa di tích thường được hiểu một cách khá đơn giản là số hóa hiện vật và cảnh quan di tích. Đây là cách làm thông dụng nhưng chưa toàn diện, bởi di tích là một tổ hợp bao gồm nhiều phương diện bao gồm: hiện vật, cảnh quan, kiến trúc, bi ký, thư tịch, lễ hội, hồ sơ di tích, các văn bản pháp luật liên quan đến việc quản lý, bảo tồn và phát huy giá trị di tích .v.v. mà chúng tôi gọi là hệ sinh thái di tích. Do đó, số hoá di tích tức là số hoá toàn bộ hệ sinh thái di tích bao gồm các phương diện chủ yếu như sau:

- * Kiến trúc và cảnh quan khu di tích;
- * Di tích, hiện vật trong di tích;
- * Tài liệu lưu trữ về của di tích, các nhân vật gắn liền với di tích và vùng phụ cận giúp hỗ trợ giới nghiên cứu lịch sử văn hoá phục hồi được lịch sử và đánh giá giá trị di tích;
- * Tài liệu bản vẽ, bản dập các hiện vật, cấu kiện kiến trúc, mỹ thuật trên giấy giúp hỗ trợ công tác tu bổ, bảo tồn, tôn tạo di tích;
- * Các tài liệu nghe nhìn như băng ghi âm, băng ghi hình lưu trữ sinh quyển văn hoá của di tích như trong truyện kể dân gian, phong tục tập quán, lễ hội;
- * Các tài liệu điều tra xã hội học, dân tộc học về các thành tố tạo nên hệ thống mạng lưới xã hội mà di tích thuộc về như làng nghề truyền thống, ngữ âm, thành phần dân tộc, thành phần cư dân,...

Các thành tố của hệ sinh thái của một di tích có mối quan hệ mạng lưới với nhau và quan hệ liên mạng lưới với hệ sinh thái của các di tích khác, do đó vấn đề đặt ra với tư liệu số hoá không phải là lưu trữ tài liệu theo dạng số theo quan niệm hiện đang thông dụng mà phải hướng tới xây dựng phương án quản lý dữ liệu theo tiếp cận quản trị số. Bước đầu cần hướng tới xây dựng những nội dung như sau:

1. Số hoá Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo đồng bộ với nghiên cứu liên ngành khoa học xã hội

Quan niệm phổ biến hiện nay cho rằng số hóa di sản đơn thuần là sử dụng công nghệ để biến di sản trong thực tế sang định dạng điện tử và lưu trữ trên môi trường số. Do đó, yếu tố được coi trọng nhất là trang thiết bị máy móc kỹ thuật.

Tuy nhiên, về thực chất số hoá ở mọi lĩnh vực là bài toán kết hợp giữa công nghệ và chuyên môn sâu ở các lĩnh vực khác nhau.

Đối với bối cảnh số hoá Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam nói chung và số hoá Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Hà Nội nói riêng, về cơ bản cần phải thiết lập được cơ chế phối hợp hiệu quả giữa các nhà khoa học liên ngành khoa học xã hội và người làm ứng dụng công nghệ kỹ thuật số. Trước mắt, cần có sự vào cuộc của các chuyên ngành sau đây để tham gia vào quá trình số hoá và hoàn thiện sản phẩm số hoá.

- Nghiên cứu khảo cổ, lịch sử, tôn giáo, tín ngưỡng: Cung cấp thông tin giúp giải mã và biên soạn chú thích cho di tích và hiện vật trong di tích.

- Nghiên cứu Hán Nôm: Giải mã các hiện vật có chữ trên di tích, khai thác các tài liệu nguyên gốc để làm căn cứ trong nghiên cứu đưa ra thông tin chính xác giới thiệu về di tích, hỗ trợ cho biên soạn chú thích di tích và hiện vật trong di tích.

- Nghiên cứu kiến trúc, mỹ thuật tượng pháp cổ: Đánh giá mỹ thuật kiến trúc của di tích, thẩm định và đánh giá hiện vật không chữ trong di tích để phân loại hiện vật theo thứ bậc giá trị phục vụ phương án số hoá và thuyết minh hiện vật, di tích.

- Nghiên cứu văn hoá học, xã hội học, dân tộc học, nghệ thuật học: Xây dựng sinh quyển văn hoá mà di tích thuộc về như lễ hội, trình diễn dân gian, trò chơi dân gian, làng nghề v.v... Đề xuất phương hướng phát huy di tích phục vụ phát triển địa phương và cộng đồng dân cư.

- Nghiên cứu lưu trữ học và quản trị tư liệu: Tìm kiếm và xây dựng bộ tư liệu lưu trữ hoàn chỉnh về di tích, đề xuất các phương hướng quản trị tư liệu phục vụ người dùng và nhà quản lý.

2. Số hóa Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo- Nền tảng quan trọng phục vụ xây dựng công nghiệp văn hóa

Hiện nay, số hóa di tích cần phải gắn với phát triển du lịch. Ứng dụng du lịch thông minh là giải pháp đang được thực hiện tích cực hiện nay nhằm đáp ứng yêu cầu số hóa và nhu cầu tham quan, tìm hiểu, trải nghiệm của du khách. Với sự phát triển của công nghệ, hình thức hướng dẫn tham quan, giới thiệu các sưu tập hiện vật trực tuyến hay trưng bày ảo... ngày càng phong phú, đa dạng. Xu hướng chuyển đổi số là tất yếu trong hoạt động bảo tồn, bảo tàng và du lịch. Một số bảo tàng, địa điểm du lịch tại Hà Nội đã đổi mới cách thức tham quan, trưng bày để thu hút khách tham quan bằng các công nghệ số hóa như

website 3D, tham quan bằng thực tế ảo VR /AR trên internet,...

Thời kỳ công nghệ số đang mở ra nhiều cơ hội mà nếu tận dụng tốt, sẽ giúp cho việc học lịch sử của học sinh, sinh viên trở nên dễ dàng hơn, sinh động và cuốn hút hơn. Trong các giờ học về Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo, học sinh, sinh viên được đến thăm di tích, nghe các chư tôn đức, tăng ni nói chuyện về lịch sử, trải nghiệm không gian văn hóa qua công nghệ thực tế ảo. Từ những buổi học như vậy, các em có ý thức giữ gìn Di sản Phật giáo của địa phương, của đất nước.

Hệ thống cơ sở dữ liệu số Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo còn có tác dụng như một thư viện số, với nguồn dữ liệu mở, sẵn sàng hỗ trợ các Chư tôn đức, Tăng Ni, những người tu tập Phật giáo, các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước được tiếp cận đến hệ thống dữ liệu số toàn vẹn và đầy đủ, phục vụ nhu cầu nghiên cứu, tìm hiểu, phục dựng, phát huy giá trị.

Cuộc sống phát triển, quá trình đô thị hóa nhanh chóng với những yêu cầu khắt khe về cảnh quan, môi trường đòi hỏi hài hòa giữa yêu cầu phát triển đô thị với nhu cầu đời sống tâm linh của cư dân công nghiệp. Vì công việc bận rộn, nhà xa không có điều kiện cúng dường, công đức, chấp tác Phật sự, khách hàng có thể đăng ký thêm các dịch vụ cúng giỗ, thắp hương vào các ngày lễ, Tết, Phật Đản, Vu Lan,... theo phong tục tập quán của người Việt Nam.

3. Xây dựng phần mềm quản lý và khai thác thông tin Di sản Kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam

Các hiện vật, công trình di tích, thực cảnh sau khi được số hóa sẽ được lưu trữ và quản lý bằng phần mềm quản lý thông tin trên hệ thống cơ sở dữ liệu di sản được phát triển riêng cho nhu cầu quản lý chuyên biệt, thuận tiện cho việc tìm kiếm và khai thác dữ liệu.

Phần mềm được xây dựng dựa trên cơ sở tri thức quản trị dữ liệu số của chuyên gia ở phương diện này đề xuất căn cứ trên thực tế của từng di tích cũng như yêu cầu cụ thể mang tính đặc thù của địa phương. Đồng thời, phần mềm quản lý tham khảo và tích hợp những điểm ưu việt của các phần mềm hiện hành cho Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo trên toàn thế giới để tạo nên khuôn mẫu về quản trị số Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo các địa phương trên cả nước.

Các dữ liệu sau số hóa, các công trình, di tích lịch sử văn hóa, thực cảnh 360 tạo thành cơ sở dữ liệu thông tin về di tích Phật giáo nước ta, được khai thác và quản lý bởi những người có thẩm quyền. Điều này giúp người sử dụng dễ dàng

thao tác các chức năng như tìm kiếm, cập nhật, khai thác và thống kê thông tin công trình, di tích, thực cảnh...Những người có thẩm quyền (giả định là người quản lý cơ sở tôn giáo) nắm vai trò tổ chức các hạng mục cập nhật và số hoá tài liệu trong quá trình vận hành quản lý cơ sở dữ liệu nhằm không ngừng bổ sung và hoàn chỉnh hoá cơ sở dữ liệu về di tích phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau bên cạnh quản lý di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo.

Phần mềm được lập trình để phân cấp, phân quyền người sử dụng tùy theo các vị trí, vai trò khác nhau. Ở cấp du khách, người dùng có thể tra cứu và xem thông tin di tích. Ở cấp độ nhà nghiên cứu, người dùng có thể khai thác sâu thông tin và tải về tệp tin gốc. Ở cấp độ nhà quản lý, người dùng có quyền thêm, bớt, chỉnh sửa thông tin hồ sơ di tích.

Phần mềm chạy online trên nền tảng web, sử dụng server riêng, có khả năng update thông tin nhanh chóng và thuận tiện. Xây dựng hệ thống server riêng biệt, dung lượng lớn nhằm đảm bảo lưu trữ một lượng thông tin đồ sộ của tất cả các di tích trên địa bàn Hà Nội, đồng thời có khả năng tích hợp, update nhanh chóng mỗi khi có sự thay đổi, cải tiến hệ thống.

Phần mềm là cơ sở để đưa bộ phận tư liệu vốn chỉ dùng để lưu trữ hoặc quản lý hồ sơ của di tích tiến vào kỷ nguyên công nghiệp số. Tại đó, cơ sở dữ liệu số được coi là một dạng tài nguyên một mặt đóng góp vào sự phát triển của xã hội, mặt khác tạo ra thặng dư từ đó quay trở lại đầu tư cho di tích, cho địa phương.

Các chức năng cụ thể của phần mềm:

Truy xuất dữ liệu nhanh chóng, linh hoạt: Phần mềm quản lý dữ liệu và khai thác thông tin cho phép các nhà nghiên cứu, những người có thẩm quyền dễ dàng truy xuất và quản lý dữ liệu thông qua mạng internet bất kể thời gian và không gian. Điều này sẽ mang lại nhiều thuận lợi trong công tác quản lý, chỉnh sửa cũng như nghiên cứu về các hiện vật, các công trình, khu di tích, các thực cảnh.

Phân quyền người sử dụng, quản lý: Phần mềm có tính năng phân quyền người sử dụng để thuận tiện quản lý dữ liệu.

+ Nhân dân, du khách có thể xem hồ sơ di tích, xem thực cảnh 360, xem thông tin di tích, thông tin hiện vật v.v...mà không cần phải đăng nhập vào hệ thống.

+ Nhà nghiên cứu có quyền khai thác thông tin sâu hơn, các tài liệu chuyên môn đặc thù và tải tệp tin gốc chất lượng cao. Để thực hiện được các tác vụ này, nhà nghiên cứu cần đăng ký tài khoản và tiến hành trả phí để có thể sử

dụng các tính năng nâng cao dành riêng cho cấp độ này.

+ Quản trị viên cấp cao nhất có thể thao tác toàn bộ các chức năng của phần mềm, gồm có quản lý tài khoản nhà nghiên cứu, thêm, bớt, chỉnh sửa thông tin hồ sơ di tích,...

Tìm kiếm hiện vật, công trình, di tích, thực cảnh: Phần mềm cung cấp tính năng tìm kiếm các hiện vật, công trình, thực cảnh theo từ khóa, giúp người dùng nhanh chóng tìm kiếm được thông tin mà họ quan tâm.

Trải nghiệm tham quan 360 thực cảnh: Người dùng có thể lựa chọn tính tham quan thực cảnh để có cái nhìn bao quát và toàn cảnh về địa điểm, không hạn chế về góc nhìn. Tham quan 360 cho phép tích hợp mọi thông tin như: Văn bản, liên kết, hình ảnh, video... giúp dễ dàng truyền tải thông tin đến công chúng. Đây là một tính năng vô cùng hữu ích giúp lưu trữ hình thái của thực cảnh mãi mãi với thời gian.

Trải nghiệm 3D hiện vật, công trình di tích: Trong giao diện trải nghiệm thực cảnh 360, người dùng khi di chuyển con trỏ vào đối tượng, đường viền đối tượng sẽ bật sáng. Người dùng click vào đối tượng để bật tính năng xem 3D. Một cửa sổ sẽ mở ra, hiển thị giao diện xem 3D hiện vật. Với tính năng này, người dùng có thể quan sát rõ ràng, tỉ mỉ nhất hiện vật, công trình trong không gian 3 chiều. Đây là một tính năng vô cùng hữu ích, giúp lưu trữ hình thái của hiện vật, công trình, di tích mãi mãi với thời gian mà không lo hư hại, xuống cấp.

Trong giao diện xem 3D hiện vật, người dùng có thể xoay, phóng to, thu nhỏ, và xem hiện vật từ mọi góc độ. Khi cần xem thông tin, người dùng bấm vào icon (i) để xem thông tin chi tiết về hiện vật. Nếu hiện vật là bia đá, sắc phong, kinh sách..., người dùng có thể xem nguyên văn chữ Hán Nôm, phiên âm, dịch nghĩa của tài liệu. Đồng thời, người dùng có thể bấm vào icon xem bản vẽ để xem bản vẽ 2D hiện vật, hoặc bản rập bia (nếu hiện vật là bia đá).

Cập nhật, khai thác và thống kê thông tin hiện vật, công trình, di tích: Đối với mỗi hiện vật, công trình, di tích được quản lý, người dùng hoàn toàn có thể cập nhật, sửa đổi các thông tin. Ngoài ra, phần mềm cung cấp thêm tính năng khai thác và thống kê thông tin, hỗ trợ đắc lực cho người quản trị trong quá trình phân loại, lưu trữ, quản lý thông tin.

Sao lưu và phục hồi dữ liệu: Ngoài ra, phần mềm còn có tính năng sao lưu và phục hồi dữ liệu khi cần thiết, đảm bảo tính bảo mật dữ liệu.

3. Kết luận

Việc số hóa và xây dựng cơ sở dữ liệu số Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam đem lại hiệu quả vô cùng rõ ràng cho việc quảng bá các hiện vật, công trình, di tích Phật giáo rộng rãi đến công chúng. Điều này sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho công tác tham quan cũng như tìm hiểu, nghiên cứu, bảo tồn và phát huy những hiện vật, công trình, di tích, thực cảnh in đậm dấu ấn lịch sử - văn hóa - nghệ thuật Phật giáo mà không phải ai cũng có cơ hội tiếp xúc hay chiêm ngưỡng trực tiếp.

Việc số hóa 3D Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam tạo ra kho dữ liệu số khổng lồ vừa có vai trò quan trọng trong phục vụ công tác quản lý hiện vật vừa để trưng bày, tham quan ảo. Số hóa tư liệu, hiện vật còn góp phần vào công tác bảo tồn, giáo dục, tuyên truyền về Di sản Phật giáo Việt Nam, mỗi cơ sở thờ tự, cơ sở tôn giáo đều gắn liền với câu chuyện lịch sử giúp công chúng dường như hiểu thêm về tinh thần quảng đại, từ bi, hỷ xả của Phật pháp.

Phần mềm khi đưa vào sử dụng sẽ góp phần quảng bá rộng rãi Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo nghệ thuật Phật giáo của nước ta đến với đông đảo công chúng trong và ngoài nước. Thông qua phần mềm, du khách từ bất cứ đâu cũng có thể kết nối, khám phá và chiêm ngưỡng các di tích Phật giáo Việt Nam mà không gặp trở ngại về không gian, thời gian.

Nhận thức được giá trị của di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo Việt Nam, 3DART đã nghiên cứu và thực hiện các dự án số hóa di tích Phật giáo trên khắp Việt Nam, như dự án số hóa Kiến trúc chùa Tây Phương, chùa Bồ Đề, chùa Khleang, chùa Giác Lâm, dự án số hóa mộc bản chùa Vĩnh Nghiêm, mộc bản chùa Bồ Đề và xây dựng website Mộc bản chùa Vĩnh Nghiêm.

3DART cũng ứng dụng công nghệ in 3D kết hợp với các kĩ thuật cổ truyền để tiến hành phục dựng các bảo vật quốc gia như tượng Hoàng hậu Trịnh Thị Ngọc Trúc, tượng Quan Âm Hội Hạ, tượng Phật Hoàng Trần Nhân Tông, bảo tượng A Di Đà chùa Phật Tích...Đặc biệt, 3DART là đơn vị đầu tiên phục dựng pho tượng Thiên Thủ Thiên Nhãn Quán Thế Âm chùa Báo Ân đã lưu lạc từ thế kỉ 20 và hiện đang nằm tại Bảo tàng Guimet (Pháp), mở ra thêm một cách thức mới trong công tác hồi hương Di sản kiến trúc và nghệ thuật Phật giáo. Các tác phẩm phục dựng của 3DART đã được triển lãm tại nhiều sự kiện lớn trong và ngoài nước.

KTS.Đinh Việt Phương *Tham luận Hội thảo khoa học: Kiến trúc Phật giáo Việt Nam – thống nhất trong đa dạng, ngày 15/4/2023 tại hội trường Bảo tàng Lịch sử quốc gia (Hà Nội) ****

Tài liệu tham khảo: 1. Colizzi L., Pascalis F.D., Fassi F., (2007). “3D Visualization and Virtual Reality for Cultural Heritage Diagnostic”. *Conservation Science in Cultural Heritage*, số 7(1), tr.31-42. 2. Fiona Cameron and Sarah Kenderdine chủ biên (2007). *Theorizing Digital Cultural Heritage: A Critical Discourse*. MIT Press. 3. Sayers Jentery chủ biên (2018), *The Routledge Companion to Media Studies and Digital Humanities*, Routledge; George Pavlidis (2020), *Applying Innovative Technologies in Heritage Science*, IGI Global. 4. Yehuda Kalay; Thomas Kvan; Janice Affleck chủ biên (2007). *New Heritage: New Media and Cultural Heritage*. Routledge; Ann Marie Sullivan (2016), *Cultural Heritage & New Media: A Future for the Past*, 15 J. Marshall Rev. Intell.Prop. L. 604 5. Linh Tâm (2022), “Hà Nội: Đánh thức di sản bằng công nghệ”, *Tạp chí Thế giới Di sản*, số 1+2-2022, tr.36-38

Chú thích: [1] Xem thêm Yehuda Kalay; Thomas Kvan; Janice Affleck chủ biên (2007). *New Heritage: New Media and Cultural Heritage*. Routledge; Ann Marie Sullivan (2016), *Cultural Heritage & New Media: A Future for the Past*, 15 J. Marshall Rev. Intell.Prop. L. 604; Fiona Cameron and Sarah Kenderdine chủ biên (2007). *Theorizing Digital Cultural Heritage: A Critical Discourse*. MIT Press. Định nghĩa của UNESCO về di sản số thức: “Digital heritage is made up of computer-based materials of enduring value that should be kept for future generations. Digital heritage emanates from different communities, industries, sectors, and regions. Not all digital materials are of enduring value, but those that are require active preservation approaches if continuity of digital heritage is to be maintained” <https://en.unesco.org/themes/information-preservation/digital-heritage/concept-digital-heritage> [2] Sayers Jentery chủ biên (2018), *The Routledge Companion to Media Studies and Digital Humanities*, Routledge; George Pavlidis (2020), *Applying Innovative Technologies in Heritage Science*, IGI Global. [3] Colizzi L., Pascalis F.D., Fassi F., (2007). “3D Visualization and Virtual Reality for Cultural Heritage Diagnostic”. *Conservation Science in Cultural Heritage*, số 7(1), tr.31-42. [4] Jinho (2015). “A Virtual Reality Platform for 3D Representation of Seokguram Temple”. *Digital Heritage*. IEEE, Granada, Spain. [5] <https://viennghienquukinhthanh.com/tham-quan/tham-quan-panorama-trung-bay-nhung-kham-pha-khao-co-hoc> [6] <http://www2.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/noidungchuongtrinhquocgiakh> [7] <https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-cua-dang/ngghi-quyet-so-52-nqtw-ngay-2792019-cua-bo-chinh-tri-ve-mot-so-chu-truong-chinh-sach-chu-dong-tham-gia-cuoc-cach-mang-cong-5715> <https://tapchinghiencuuphathoc.vn/cac-thap-an-tri-xa-loi-o-mien-bac-viet-nam.html> <https://tapchinghiencuuphathoc.vn/kien-truc-chua-thoi-ly-1009-1225.html> <https://tapchinghiencuuphathoc.vn/phuc-dung-kien-truc-phat-giao-bang-cong-nghe-3d-tren-co-so-ket-qua-nghien-cuu-khao-co.html>

<https://tapchinghiencuuphathoc.vn/phac-dung-doi-net-ve-lich-su-va-gia-tri-cua-kien-truc-phat-giao-viet-nam-trong-lich-su.html>

<https://tapchinghiencuuphathoc.vn/kien-truc-phat-giao-dai-thua-nam-bo.html>