

MỘT HƯỚNG TIẾP CẬN THAM SỐ TRONG VIỆC ỨNG DỤNG MÔ HÌNH BIM VÀO CÔNG TÁC BẢO TỒN DI SẢN KIẾN TRÚC

Phạm Thanh Trà

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh

Email: tra.bmkt@hcmut.edu.vn

Ngày nhận bài: 21/4/2024; ngày hoàn thành phản biện: 21/6/2024; ngày duyệt đăng: 24/7/2024

TÓM TẮT

Hiện nay trên thế giới cũng như tại Việt Nam, việc lượng hóa và số hóa các di sản kiến trúc đang rất được quan tâm. Đây là một phần quan trọng trong quá trình ứng dụng mô hình thông tin xây dựng di sản (H-BIM) theo hướng dẫn của UNESCO vào công tác bảo tồn. Dựa vào mô hình này, các chiến lược để ứng phó với các tác động của thời gian, thời tiết, thiên tai ... cũng như các phương án bảo dưỡng, trùng tu cho di sản kiến trúc cần được nghiên cứu và đề xuất cho phù hợp. Phương pháp tham số (PPTS) là một phương pháp tiên tiến có thể được ứng dụng để đánh giá sự thay đổi của di sản dưới các trường hợp tác động khác nhau với sự trợ giúp của các phần mềm máy tính, đặc biệt là các phần mềm mô phỏng và các gói phần mềm bổ sung, qua đó hướng đến phương án xử lý hiệu quả nhất. Bài báo này đề xuất hướng tiếp cận mới cho việc ứng dụng phương pháp tham số trong công tác bảo tồn di sản kiến trúc trong dòng chảy phát triển của Cách mạng công nghiệp 4.0.

Từ khóa: Phương pháp tham số, H-BIM, bảo tồn, di sản kiến trúc.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Di sản kiến trúc đóng vai trò quan trọng trong việc lưu giữ giá trị lịch sử, văn hóa và nghệ thuật của một quốc gia. Tuy nhiên, di sản kiến trúc đang phải đối mặt với nhiều nguy cơ xuống cấp do tác động của thời gian, môi trường và con người. Do đó, việc bảo tồn di sản kiến trúc là một nhiệm vụ cấp bách và cần thiết, đặc biệt là phải tận dụng được thế mạnh của công nghệ thời đại để có thể đạt được hiệu quả cao.

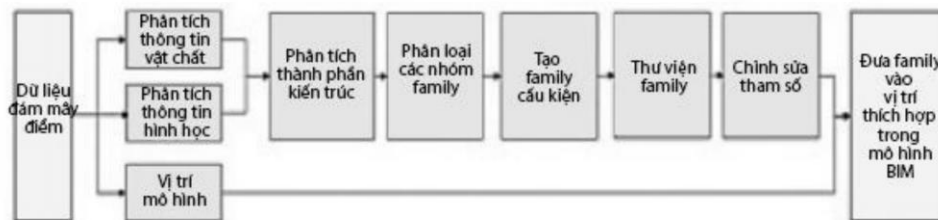
1.1. Mô hình thông tin xây dựng di sản (H-BIM) - xu hướng lượng hóa và số hóa di sản kiến trúc

Ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong xây dựng đang là xu thế tất yếu mang lại nhiều lợi ích cho các bên tham gia. Dựa vào hệ thống BIM, chúng ta có

thể thiết lập và quản lý toàn bộ thông tin liên quan đến công trình trong suốt vòng đời của dự án từ bước lập quy hoạch, thiết kế, xây dựng, vận hành bảo trì cho đến khi tháo dỡ công trình. Tại Việt Nam, BIM đang là một trong những xu hướng và cơ hội đột phá cho ngành xây dựng được chính phủ quan tâm, ban hành nhiều văn bản liên quan làm căn cứ pháp lý, gần đây nhất là Quyết định số 258/QĐ-TTg phê duyệt lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng, giai đoạn 1 thực hiện từ năm 2023 áp dụng BIM bắt buộc với các công trình cấp I, cấp đặc biệt của các dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư theo phương thức đối tác công tư bắt đầu thực hiện các công việc chuẩn bị dự án [5].

Xu hướng lượng hóa và số hóa di sản kiến trúc là xu hướng sử dụng các công nghệ tiên tiến để thu thập và lưu trữ thông tin về di sản kiến trúc. Xu hướng này thực chất là 1 quy trình sử dụng BIM giúp nâng cao hiệu quả công tác bảo tồn di sản kiến trúc hay nói cách khác là áp dụng mô hình BIM vào việc quản lý di sản. Đây là một thuật ngữ còn khá mới mẻ không chỉ ở Việt Nam mà còn trên thế giới tuy nhiên đang ngày càng được quan tâm. Đây là bước tiến quan trọng trong việc ứng dụng mô hình thông tin xây dựng di sản H-BIM (Heritage Building Information Modeling) theo hướng dẫn của UNESCO vào công tác bảo tồn. H-BIM đóng vai trò như một bản sao kỹ thuật số chi tiết của di sản, bao gồm thông tin hình học, vật liệu, cấu trúc, lịch sử và các dữ liệu liên quan khác (thông tin hình học và phi hình học). Mô hình này giúp các chuyên gia có thể đánh giá tình trạng di sản qua việc nhận diện các vấn đề tiềm ẩn, mức độ hư hại và nguyên nhân gây ra. Khi đó, kế hoạch bảo tồn có thể được lập ra bằng việc xác định các biện pháp bảo dưỡng, trùng tu phù hợp và hiệu quả nhất. Công tác giám sát di sản có thể được tiến hành qua theo dõi tình trạng di sản theo thời gian, phát hiện sớm các thay đổi và rủi ro. Các thông tin được truyền tải dễ dàng, giúp công chúng hiểu rõ hơn về giá trị và lịch sử di sản. Và đặc biệt, mô hình này góp phần không nhỏ trong việc triển khai ứng dụng Phương pháp tham số - một công cụ tiên tiến cho bảo tồn di sản.

Các bước tiến hành xây dựng mô hình H-BIM:



Hình 1: Quy trình lập mô hình H-BIM trong nghiên cứu [5].

Để lấy thông tin cho mô hình, thông thường cần sử dụng các máy quét 3D và thiết bị hiện đại (ví dụ: máy scan laser Faro Focus 120, các thiết bị bay không người lái

tích hợp máy quay và máy ảnh chụp lại công trình...) và kết quả thu được là hình ảnh 3D được tạo thành bởi một số lượng lớn các điểm (có tọa độ cụ thể) gọi là đám mây điểm. Để sơ đồ hóa các hư hại, các nhà nghiên cứu sử dụng thuật toán phân tích các cụm đám mây điểm một cách tự động kết hợp với phân tích thủ công trên các hình ảnh hiện trạng giúp tăng độ chuẩn xác. Sau đó, cần phân tích các thông tin về vật chất, hình học cũng như vị trí công trình để tích hợp vào trong đám mây điểm đó bằng các phần mềm BIM chuyên dụng. Qua đó, mô hình H-BIM hoàn chỉnh được xây dựng (Hình 1).

1.2. Phương pháp tham số

Trong toán học, khoa học máy tính, và các chuyên ngành liên quan, một “thuật toán” (Algorithm) là một phương pháp hiệu quả để giải quyết một vấn đề thể hiện dưới dạng một chuỗi hữu hạn các hướng dẫn. Các thuật toán được sử dụng để tính toán, xử lý dữ liệu và các lĩnh vực khác.

“Tham số” (parametric) gồm “para” và “metric” có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp. Đây là một đại lượng với tập hợp các giá trị xác định diễn tả một tính chất của sự vật hiện tượng hay một hệ thống... Một tham số là đại lượng hoặc loại dữ liệu nào đó giúp xác định hoặc phân loại một hệ thống cụ thể (có thể là một sự kiện, dự án, đối tượng, tình hình, vv...). Một tham số của hệ thống phải là một phần tử, yếu tố có ích hoặc quan trọng khi xác định hệ thống.

Trong giới hạn của bài báo này, phương pháp tham số được xem là phương pháp dựa trên tư duy “thuật toán”, biểu diễn mối quan hệ giữa trạng thái ban đầu và kết quả cuối cùng bằng hàng loạt các bước kế tiếp nhau quy định bởi mối liên hệ, công thức... giữa các các tham số. Khi cho các tham số thay đổi giá trị sẽ có sự thay đổi kết quả. So sánh các kết quả với nhau nhằm tìm ra kết quả mong muốn với giá trị các tham số tương ứng. Khi đó xây dựng tham số cho một hệ thống là việc xác định một tập hợp các tham số bao gồm số lượng và mối quan hệ giữa các tham số nhằm thỏa mãn yêu cầu khảo sát, đánh giá trạng thái cuối cùng hoặc kết quả mong muốn đầu ra của hệ thống đó.

Phương pháp tham số trong kiến trúc:

Ứng dụng phương pháp tham số không quá to tát và xa lạ với giới kiến trúc sư. Từ thời cổ đại đến đương đại, các tòa nhà khi thiết kế và xây dựng đều được cân nhắc trước sự thay đổi của lực tác động, thời tiết, công nghệ, nhu cầu sử dụng, cá tính, thiết đặt, văn hóa và tâm trạng... Máy tính ra đời không định nghĩa lại hoặc đưa ra tuyên bố mới về xu hướng thiết kế tham số. Đây chỉ là công cụ hữu hiệu để kiến trúc sư có thể thiết kế và xây dựng những công trình mang tính cách mạng, có độ chính xác cao về tính chất cũng như số lượng các thành phần để phù hợp hơn với các điều kiện ràng buộc. Một hội nghị được tổ chức bởi Trung tâm kiến trúc Boston năm 1964 đã chỉ rõ rằng kỷ nguyên điện tử đã ảnh hưởng sâu sắc đến việc thiết kế công trình qua những

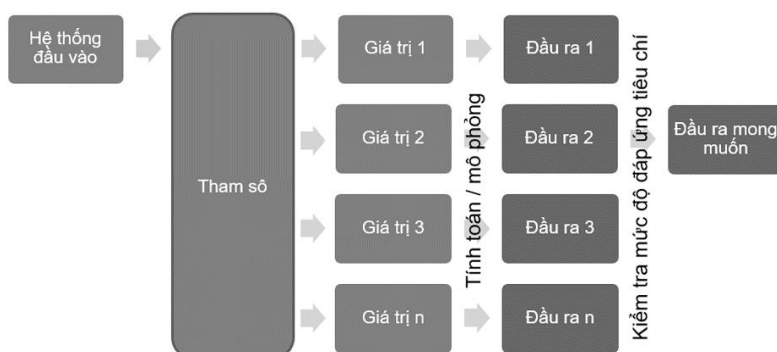
thành tựu về việc sử dụng máy tính để tính toán biên dạng phức tạp và giả lập hành trình bay theo thời gian thực trong ngành công nghiệp hàng không. Điều đó đã làm mê hoặc giới kiến trúc sư. Tuy nhiên, mãi đến những năm 1980 mới có những bước tiến đột phá và thiết kế tham số mới trở nên thực sự mang lại lợi ích cho giới kiến trúc. Sự tiến bộ trong lĩnh vực nghiên cứu hình thái cấu trúc của động và thực vật đã góp phần đẩy mạnh thực hành thiết kế tham số.

Thiên nhiên từ lâu đã hình thành các hệ thống cấu trúc phức tạp mà qua đó các kiến trúc sư, nhà thiết kế đã học tập và áp dụng vào việc xây dựng cấu trúc, mô hình tổ chức đô thị, công trình kiến trúc. Ví dụ Louis Sullivan, Mies van der Rohe và những kiến trúc sư khác bị ảnh hưởng, bị cuốn hút bởi các tác phẩm về hình thái học trong tự nhiên của Goethe (*Metamorphosis of Plants*, 1790), E.S. Russell (*Form and function*, 1916) và R.H. Francé (*Plants as inventors*, 1920)... Mặc dù "hình thái học" đã được D'Arcy Thompson nghiên cứu, phân tích sâu sắc trong tác phẩm *On Growth and Form* (xuất bản 1917, tái bản 1942) cùng với mô hình toán học của các mẫu cấu trúc sinh học được phát triển bởi Alan Turing năm 1952 và Aristid Lindenmayer năm 1968, hình thái học vẫn trở thành một ngành khoa học buồn chán, khó hiểu giữa thế kỷ XX. Theo lý thuyết về "hình thức chảy" (*flowing forms*) của Kiesler, rất khó để có thể đo vẽ chính xác chi tiết những cấu trúc sống và các mô hình phức tạp của đời sống hữu cơ. Tuy nhiên, trong tác phẩm "*The Fractal Geometry of Nature*" (Benoit Mandelbrot, 1982) và lý thuyết về Fractal của K. J. Falconer năm 1990, máy tính nổi lên như một công cụ để mô phỏng sự hình thành các dạng sinh học (hình thái học). Một số yếu tố hay điều kiện ảnh hưởng đến sự phát triển của các sinh vật biến và thực vật đơn giản khác có thể đo được như: ánh sáng, dòng hải lưu, dinh dưỡng ... qua đó có thể phân tích, xây dựng lại bằng các mô hình tham số trong máy tính. Tương tự trong kiến trúc, các nhà thiết kế cuối những năm 1980 đến giữa những năm 1990 bắt đầu sử dụng máy tính cùng với phần mềm được phát triển bên ngành hàng không và điện ảnh để mô phỏng hình thái kiến trúc, tăng sự sinh động cho phương án thiết kế. [6]

Kiến trúc sư Greg Lynn (Los Angeles) là nhà lý luận và thiết kế tiên phong trong việc sử dụng máy tính để tạo ra kiến trúc "Blob" và "Fold" nổi tiếng của ông. Cuốn sách *Animate Form* (1999) của ông đã nghiên cứu lịch sử và đưa ra các hướng dẫn về việc phát triển các hình thái kiến trúc bằng cách sử dụng các mã và hệ thống thông tin di truyền qua mô phỏng trên máy tính. Các đường cong spline là một ví dụ về hệ thống tham số đơn giản và súc tích. Đường cong loại này bao gồm các điểm nút và các vector định hướng. Hình dáng spline có thể được đẩy, kéo dài và thay đổi để tạo ra một đường cong liên tục qua nội suy giá trị vector và điểm nút.

Tóm lại, với phương pháp này, hệ thống đầu vào (kiến trúc) sẽ được số hóa (biểu diễn) thành 1 hệ thống tham số, thay đổi giá trị các tham số sẽ làm kiến trúc thay

đổi trạng thái. Giá trị của các tham số khi đầu ra (kiến trúc) đạt trạng thái mong muốn gọi là giá trị tham số tối ưu hoặc hoàn thiện.



Hình 2: Minh họa cách thức ứng dụng phương pháp tham số trong kiến trúc [Nguồn: tác giả].

Phương pháp tham số được ứng dụng chủ yếu trong kiến trúc qua công tác tạo hình, công tác đánh giá hiệu quả và công tác bảo tồn di sản kiến trúc (Hình 3):



Hình 3: Các ứng dụng phương pháp tham số trong kiến trúc [Nguồn: tác giả].

Ứng dụng phương pháp tham số trong tạo hình kiến trúc hay còn gọi là kiến trúc tham số (parametric architecture). Ở đây có thể xem hình dáng bên ngoài của kiến trúc (hình khối, màu sắc...) là một hệ thống gồm nhiều thành phần có mối quan hệ mật thiết với nhau, biểu diễn các mối quan hệ và đặc tính các thành phần đó thành 1 hệ thống tham số. Kết quả đầu ra hay hình dáng công trình của hệ thống tham số này được mô phỏng trên máy tính một cách trực quan. Khi thay đổi giá trị của các tham số thì vẻ bề ngoài của công trình cũng thay đổi mang đến hiệu quả về thẩm mỹ công trình cũng khác nhau. Trong quá trình thay đổi các tham số theo một chiến thuật định trước, ta sẽ chọn được kiểu dáng công trình phù hợp với mong muốn sáng tác.

Kiến trúc tham số giúp kiến trúc sư có thêm công cụ và chất liệu nhằm tìm ra hướng đi mới mang hơi thở của thời đại. Lúc này, kiến trúc sư chỉ cần thiết lập hệ thống tham số cho hình dáng kiến trúc, máy tính sẽ gợi ý hàng loạt hình dáng phù hợp với hệ thống tham số đó [7]. Các hình dáng này mang tính ngẫu nhiên và phức tạp mà con người khó có thể nghĩ ra và người thiết kế chỉ cần chọn lấy một phương án ưng ý nhất. Xu hướng kiến trúc này có các đặc điểm sau: Là sản phẩm tất yếu của thời đại công nghiệp 4.0 liên quan đến tự động hóa và trí thông minh nhân tạo (AI), máy tính

mang chức năng “gợi ý”; Tất cả các thử nghiệm về tạo hình kiến trúc đều được thực hiện trên máy tính, giảm thiểu chi phí và sai sót không cần thiết; Có thể chia sẻ hệ thống tham số của công trình với các kiến trúc sư khác, giúp tiết kiệm thời gian và công sức; Việc áp dụng phương pháp tham số tỏ ra hiệu quả đối với tất cả các quy mô của dự án thiết kế từ các chi tiết trang trí nhỏ cho đến thiết kế cả một không gian đô thị rộng lớn. Quy mô dự án thiết kế càng lớn thì Kiến trúc tham số càng tỏ rõ tính hiệu quả của nó.

Ứng dụng phương pháp tham số trong việc đánh giá mức độ hiệu quả trên nhiều mặt của phương án kiến trúc: Thiết kế kiến trúc dựa trên hiệu quả (performance-based building design) là một phương pháp tiếp cận để giải quyết các khía cạnh phức tạp trong việc thiết kế, xây dựng các tòa nhà, từ nhà ở riêng lẻ đến các chung cư cao cấp hay các cao ốc văn phòng. Một công trình được xây dựng theo cách này phải đáp ứng được các yêu cầu về tính hiệu quả và phải được đo lường một cách chính xác, định lượng ví dụ như hiệu quả về mặt năng lượng, hiệu quả trong khả năng chịu tải địa chấn, hiệu quả về mặt sử dụng... Điều này khá mới so với các phương pháp thiết kế kiến trúc truyền thống nặng về định tính, ước lượng và dựa vào kinh nghiệm của kiến trúc sư là chính. Cách tiếp cận này cung cấp sự tự do để phát triển các công cụ và phương pháp để đánh giá tính hiệu quả toàn bộ vòng đời của quá trình xây dựng, từ kinh tế, công năng, thẩm mỹ...

Mô phỏng các quá trình sử dụng của phương án kiến trúc ví dụ: các luồng giao thông tách biệt trong công trình, sự tiện nghi của người sử dụng tại các phòng chức năng, các luồng năng lượng tự nhiên, nhân tạo vào ra công trình... để chọn ra giải pháp kiến trúc tiệm cận đến khả năng sử dụng tối ưu, nâng cao hiệu quả cho công tác thiết kế. Ví dụ trong quá trình thiết kế một lớp học, hiệu quả về mặt sử dụng năng lượng cũng như sự tiện nghi vi khí hậu trong lớp luôn là vấn đề quan trọng nhất bởi vì những yếu tố này tác động thường xuyên và lâu dài đến học sinh, ảnh hưởng không nhỏ đến hiệu suất học tập [3]. Vì thế, hiệu quả trong sử dụng loại công trình này không chỉ là việc sử dụng năng lượng hiệu quả mà còn phải đảm bảo môi trường học tập tiện nghi, đảm bảo sức khỏe cho học sinh. Tại một số khu vực, hầu hết các trường học đều cố gắng tận dụng tối đa năng lượng tự nhiên như ánh sáng tự nhiên, thông gió tự nhiên... (thiết kế bị động). Và khi áp dụng phương pháp tham số trong thiết kế, chúng ta có thể nhận biết được sự khác biệt trong việc sử dụng năng lượng cũng như tiện nghi vi khí hậu dưới sự tác động của môi trường bên ngoài khác nhau. Qua đó, cũng có thể đánh giá và chọn được giải pháp kiến trúc tối ưu với điều kiện về nhiệt, thông gió và chiếu sáng theo yêu cầu.

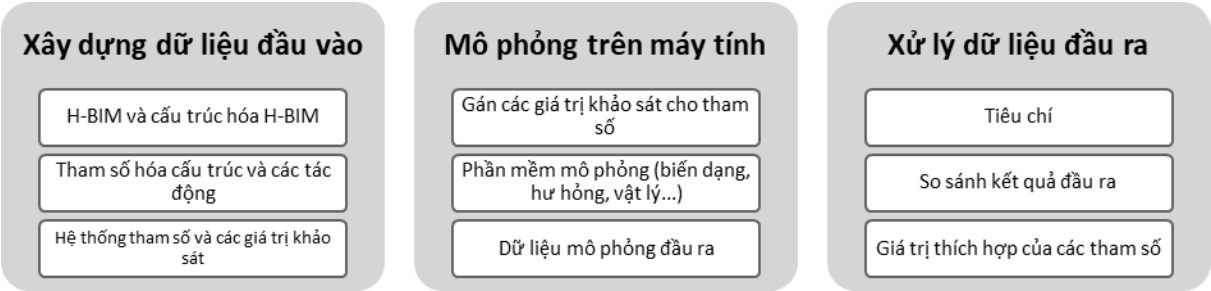
Phương pháp tham số là một công cụ rất mới có thể được ứng dụng trong công tác bảo tồn di sản kiến trúc. Phương pháp tham số là một kỹ thuật tiên tiến cho phép đánh giá và thử nghiệm các tác động khác nhau lên di sản kiến trúc thông qua mô phỏng máy

tính. Sử dụng các phần mềm chuyên dụng, các chuyên gia có thể: Mô phỏng tác động: Dự đoán ảnh hưởng của thời gian, thời tiết, thiên tai, tải trọng, v.v. lên cấu trúc và vật liệu di sản; Thử nghiệm phương án: Đánh giá hiệu quả của các biện pháp bảo tồn, trùng tu khác nhau trước khi áp dụng thực tế; Tối ưu hóa giải pháp: Tìm kiếm phương án bảo tồn hiệu quả nhất, tiết kiệm chi phí và thời gian.

Lợi ích của việc ứng dụng phương pháp tham số trong bảo tồn: Độ chính xác cao: có thể cung cấp thông tin chi tiết, chính xác và đáng tin cậy về tình trạng di sản cũng như ảnh hưởng của các tác động khác nhau lên di sản; Khả năng dự đoán: Giúp dự đoán các rủi ro tiềm ẩn và đưa ra giải pháp phòng ngừa hiệu quả; Hiệu quả: Tiết kiệm thời gian, chi phí và nguồn lực trong công tác bảo tồn di sản kiến trúc; Tính minh bạch: Cho phép cộng đồng tham gia vào quá trình bảo tồn di sản; Tính khách quan: Phương pháp tham số giúp đánh giá di sản kiến trúc một cách khách quan và không phụ thuộc vào kinh nghiệm của chuyên gia; Hướng tiếp cận mới trong Cách mạng công nghiệp 4.0, những công nghệ tiên tiến như trí tuệ nhân tạo, Internet vạn vật, dữ liệu lớn, v.v. có thể được ứng dụng để nâng cao hiệu quả của phương pháp tham số trong bảo tồn di sản.

2. ĐỀ XUẤT HƯỚNG TIẾP CẬN THAM SỐ TRONG VIỆC ỨNG DỤNG MÔ HÌNH BIM VÀO CÔNG TÁC BẢO TỒN DI SẢN KIẾN TRÚC

Quá trình ứng dụng PPTS vào công tác bảo tồn di sản bao gồm nhiều bước để thử các giá trị khác nhau của tham số (thử sai), trong đó các bước quan trọng nhất bao gồm việc chuẩn bị dữ liệu đầu vào (cấu trúc hóa hệ thống, tham số hóa cấu trúc, hệ thống tham số và các giá trị khảo sát), mô phỏng và xử lý các dữ liệu đầu ra (tìm giá trị thích hợp của tham số) → chi tiết hóa giải pháp (Hình 4).



Hình 4: Phương pháp tham số cho mô hình H-BIM [Nguồn: tác giả]

2.1. Cấu trúc hóa H-BIM

Từ điển Larousse của Pháp định nghĩa từ "cấu trúc" (structure) là "cách sắp xếp giữa các bộ phận của một tập hợp cụ thể hay trừu tượng", hay là "việc tổ chức các bộ phận của một hệ thống làm cho nó có một tính cố kết mạch lạc và mang tính đặc trưng thường xuyên". Từ "structure" trong tiếng Pháp có xuất xứ từ Latin "structura -

struere", nghĩa là "xây dựng - kiến tạo". Từ điển Encarta 99 của Mỹ cũng định nghĩa từ "structure" trong tiếng Anh là "một tập hợp các bộ phận có mối quan hệ liên kết với nhau của bất cứ một sự vật phức hợp nào; một bộ khung". Theo Từ điển tiếng Việt, "cấu trúc" có nghĩa là "toàn bộ nói chung những quan hệ bên trong giữa các thành phần tạo nên một chỉnh thể".

Một sự vật hoặc một hệ thống bất kỳ thường được cấu tạo bởi nhiều thành phần. Việc phân tích đặc tính cũng như mối quan hệ giữa các thành phần này chính là phân tích cấu trúc của hệ thống, hoặc gọi là "cấu trúc hóa" hệ thống, hay là một việc làm bằng phương pháp cấu trúc. "Cấu trúc" được thể hiện rõ qua ví dụ về chủ nghĩa cấu trúc (tiếng Pháp: structuralisme) trong nghiên cứu văn học, nghệ thuật và xã hội cho rằng sự phân tích, đánh giá hệ thống phải đi vào bên trong các biểu hiện bề mặt để đạt tới các cấu trúc sâu hơn, căn bản hơn. Chủ nghĩa cấu trúc đặc biệt quan tâm đến các mối quan hệ giữa những yếu tố của cấu trúc hơn là đến bản thân các yếu tố đó. Có thể nói tất cả những biện pháp mà chủ nghĩa cấu trúc thường dùng, từ việc đi tìm các mối liên hệ bên trong của văn bản, việc xác định mức độ cấu trúc của tác phẩm đến việc mô hình hoá một văn bản riêng biệt hay cấu trúc nghệ thuật của một nhóm tác phẩm, thậm chí của cả một trào lưu, một thời đại văn hoá đều nhằm mục tiêu: phân tích hệ thống những quan hệ của các yếu tố tạo thành chỉnh thể nghệ thuật.

Di sản kiến trúc H-BIM là một hệ thống và việc xác định cấu trúc của hệ thống này cũng là việc tìm ra các thành phần cấu trúc chính ảnh hưởng lớn đến bản chất của hệ thống sau đó phân tích các đặc điểm cũng như mối liên hệ giữa các thành phần này với nhau. Cấu trúc hệ thống là sự sắp xếp, tổ chức các thành phần này tùy theo nhu cầu, mục đích khác nhau.

Do đó, cấu trúc hóa H-BIM là việc xác định các thành phần chính cấu thành nên H-BIM và tìm ra đặc tính, mối liên hệ giữa các thành phần đó. Mỗi thành phần là 1 tập hợp các điểm trong đám mây điểm lớn (gọi là các đám mây điểm nhỏ). Mỗi đám mây điểm nhỏ cần có sự ràng buộc lẫn nhau về vị trí cũng như đặc tính trong quá trình bị thay đổi hoặc biến dạng dưới các tác động khác nhau.

2.2. Tham số hóa cấu trúc H-BIM và các tác động

Với PPTS, công trình di sản H-BIM và các tác động cần được tham số hóa (biểu diễn) thành 1 HTTS. Thay đổi giá trị các tham số sẽ làm hệ thống thay đổi trạng thái. Giá trị của các tham số khi hệ thống đạt trạng thái mong muốn gọi là giá trị tham số tối ưu hoặc hoàn thiện.

Hệ thống H-BIM (trong giới hạn của bài báo) là một hệ thống gồm công trình di sản kiến trúc và các tác động lên nó. Đây là một hệ thống có nhiều thành phần gồm các thành phần nội tại (thành phần kiến trúc: tường, cửa sổ, mái...) và thành phần ngoại vi (các yếu tố khí hậu: nắng, gió, mưa, thời gian...). Các thành phần này có các đặc điểm

riêng và có mối quan hệ bên trong và bên ngoài khác nhau được chia làm 2 loại gồm các mối quan hệ ngoại vi và các mối quan hệ nội tại. Các mối quan hệ ngoại vi là các mối quan hệ của kiến trúc với các yếu tố tác động. Các mối quan hệ nội tại là các mối quan hệ bên trong bản thân di sản, là quan hệ giữa các thành phần với nhau. Các đặc điểm và mối quan hệ ngoại vi được biểu diễn bởi HTTS tác động, các đặc điểm và mối quan hệ nội tại được biểu diễn bởi HTTS nội tại. Một HTTS của cấu trúc là sự kết hợp giữa HTTS tác động và HTTS nội tại.

2.3. Mô phỏng trên máy tính

Sau khi xây dựng được hệ thống tham số cho H-BIM, cần tiến hành gán các giá trị khảo sát cho các tham số và tiến hành mô phỏng trên máy tính. Quá trình gán các giá trị tham số cần được tiến hành một cách tự động dựa vào lập trình máy tính nhằm thử được nhiều giá trị khác nhau. Số lượng giá trị tham số được thử càng nhiều thì kết quả đầu ra càng tiệm cận đến kết quả tối ưu.

Các phần mềm mô phỏng có thể được sử dụng để mô phỏng về vật lý kiến trúc (năng, gió, nhiệt... lên công trình), các phần mềm mô phỏng sự biến dạng và tác động vật lý, các phần mềm mô phỏng về sự thay đổi theo thời gian (sự cũ đi của vật liệu, oxi hóa, màu sắc...), các phần mềm mô phỏng kết cấu, cơ học, thiên tai...

Sau khi mô phỏng bằng máy tính, các dữ liệu cần được lưu lại để được xử lý cho phù hợp.

2.4. Xử lý dữ liệu mô phỏng

Các dữ liệu được xuất ra từ các phần mềm mô phỏng được gọi là những dữ liệu thô. Dữ liệu ở dạng thô không đem lại nhiều giá trị hữu ích đối với tổ chức/doanh nghiệp hay KTS mà cần xử lý thông qua quá trình thu thập và chuyển nó thành thông tin có thể sử dụng được. Sau khi thu thập, dữ liệu lần lượt trải qua các bước lọc, sắp xếp, phân tích, lưu trữ và sau đó được trình bày ở định dạng có thể đọc được. Có ba phương pháp xử lý dữ liệu phổ biến – thủ công, cơ học và điện tử:

Xử lý dữ liệu thủ công - Trong phương pháp này, dữ liệu được xử lý thủ công. Toàn bộ quá trình thu thập dữ liệu, lọc, sắp xếp, tính toán và phân tích đều được thực hiện với sự can thiệp của con người mà không sử dụng bất kỳ thiết bị điện tử hay phần mềm tự động hóa nào khác. Đây là một phương pháp chi phí thiết bị thấp nhưng sai số cao, chi phí nhân công cao và mất nhiều thời gian.

Xử lý dữ liệu cơ học - Dữ liệu được xử lý một cách cơ học thông qua việc sử dụng các thiết bị và máy móc. Chúng có thể bao gồm các thiết bị đơn giản như máy tính, máy đánh chữ, máy in... Một số thao tác xử lý dữ liệu đơn giản có thể được thực hiện với phương pháp này. Xử lý cơ học ít lỗi hơn nhiều so với xử lý dữ liệu thủ công,

nhưng sự gia tăng của dữ liệu đã làm cho phương pháp này trở nên phức tạp và khó khăn hơn.

Xử lý dữ liệu điện tử - Dữ liệu được xử lý bằng công nghệ hiện đại sử dụng phần mềm và chương trình xử lý dữ liệu. Phương pháp này tốn kém nhất nhưng tốc độ xử lý nhanh nhất với độ tin cậy và độ chính xác cao nhất của kết quả đầu ra.

Mỗi phương pháp xử lý dữ liệu đều có ưu nhược điểm riêng. Xử lý dữ liệu thủ công là phương pháp tiết kiệm chi phí nhất, nhưng nó cũng là phương pháp chậm nhất và dễ xảy ra lỗi nhất. Xử lý dữ liệu cơ học nhanh hơn xử lý dữ liệu thủ công, nhưng nó vẫn dễ xảy ra lỗi hơn so với xử lý dữ liệu điện tử. Xử lý dữ liệu điện tử là phương pháp nhanh nhất và chính xác nhất, nhưng nó cũng là phương pháp tốn kém nhất.

Việc lựa chọn phương pháp xử lý dữ liệu phụ thuộc vào nhu cầu cụ thể của tổ chức hoặc doanh nghiệp. Ví dụ, nếu tổ chức hoặc doanh nghiệp có lượng dữ liệu nhỏ, thì xử lý dữ liệu thủ công có thể đủ. Nếu tổ chức hoặc doanh nghiệp có lượng dữ liệu lớn hoặc cần xử lý dữ liệu nhanh chóng và chính xác, thì xử lý dữ liệu điện tử có thể là lựa chọn tốt nhất.

Trong lĩnh vực bảo tồn di sản kiến trúc, dữ liệu thô cần được xử lý thành dữ liệu trực quan, động, dễ hiểu và dễ hình dung. Cần thiết phải xây dựng một trạng thái ban đầu để kiến trúc sư sử dụng như một điểm chuẩn định lượng (trạng thái cực đoan) bằng cách cung cấp cho các thông số các giá trị quan trọng (giá trị cực đoan). Khi giá trị của thông số thay đổi, nó sẽ dẫn đến các trạng thái khác nhau của kiến trúc. So sánh trạng thái đầu ra với trạng thái ban đầu có thể đánh giá định lượng hiệu quả của phương án được đề xuất (Hình 5).

$$\frac{\text{Trạng thái đầu vào}}{\text{Trạng thái gốc}} \times 100\% = \text{Mức độ hiệu quả} \%$$

Hình 5: Cách đánh giá hiệu quả một cách định lượng [Nguồn: tác giả]

Kết quả của việc xử lý dữ liệu đầu ra là để lựa chọn các giá trị tối ưu hoặc phù hợp cho các thông số trong hệ thống. Từ những giá trị này, kiến trúc sư sẽ có một điểm chuẩn định lượng để tham khảo và có thể áp dụng vào thiết kế của mình một cách hiệu quả.

3. KẾT LUẬN

Ứng dụng phương pháp tham số trong công tác bảo tồn di sản kiến trúc là một hướng tiếp cận mới đầy tiềm năng. Với sự hỗ trợ của H-BIM và các công nghệ tiên tiến trong Cách mạng công nghiệp 4.0, phương pháp này sẽ góp phần bảo vệ di sản kiến trúc một cách hiệu quả và bền vững cho thế hệ mai sau.

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hull, J. and Ewart, I. J. (2020) Conservation data parameters for BIM enabled heritage asset management. *Automation in Construction*, 119. 103333. ISSN 0926-5805
- [2]. Mohga E. Embaby (2013), Heritage conservation and architectural education: “An educational methodology for design studios”. *Housing and Building National Research Center - HBRC Journal*
- [3]. Pham Thanh Tra (2018), “Parametric method and the parametric system establishing in architecture” *Vietnam Journal of Construction*, ISSN 0866-8762, no. 11th, 2018
- [4]. Pham Thanh Tra (2024), “Green and performance building design: an approach to the parametric method for architects” *Asian Urbanization Forging a Livable and Sustainable Urban Future conference - Vietnamese-German University* January 11-13, 2024
- [5]. Nguyễn Thùy Trang, Phạm Thu Trang (2023), “Ứng dụng mô hình BIM trong việc quản lý các di sản kiến trúc”, *Kiến trúc và quy hoạch bền vững - Tiếp nối giá trị truyền thống, hướng tới tương lai*.
- [6]. Stephen Phillips (2010), “Parametric Design: a Brief History”, *arcCA_10-1_Final.indd*
- [7]. Tô Bảo Thanh (2012), *Kiến trúc tham số (Parametricism)*, Luận văn thạc sỹ, trường Đại học Kiến trúc TP Hồ Chí Minh.

A PARAMETRIC APPROACH TO APPLYING BIM TO ARCHITECTURAL HERITAGE CONSERVATION

Phạm Thanh Trà

Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology,
Vietnam National University Ho Chi Minh City

Email: tra.bmkt@hcmut.edu.vn

ABSTRACT

The quantification and digitization of architectural heritage is gaining significant attention worldwide, including in Vietnam. This constitutes a crucial step towards the implementation of Heritage Building Information Modeling (H-BIM), as advocated by UNESCO, for heritage conservation purposes. Based on this modeling approach, strategies to address the impacts of time, weather, natural disasters, and other factors, as well as maintenance and restoration plans for architectural heritage, need to be investigated and proposed accordingly. The Parametric Method is an advanced approach employed to evaluate the changes in heritage structures under various impact scenarios with the aid of computer software, particularly simulation software and add-on packages. Then, this enables the development of the most effective solutions. This paper proposes a new approach to applying the parametric method for architectural heritage conservation within the framework of Industry 4.0.

Keywords: Architectural heritage, conservation, H-BIM, Parametric method.



Phạm Thanh Trà sinh ngày 15/01/1984. Ông tốt nghiệp Kiến trúc sư công trình năm 2007, tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kiến trúc năm 2012 tại trường Đại học Kiến trúc TP.HCM, tốt nghiệp tiến sĩ ngành Kiến trúc năm 2023 tại trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Ông hiện đang là Giảng viên tại Bộ môn Kiến trúc, khoa Kỹ thuật xây dựng, trường ĐH Bách Khoa – ĐH Quốc Gia TP.HCM.

Lĩnh vực nghiên cứu: Kiến trúc với Khí hậu, Vật lý kiến trúc, phương pháp tham số trong Kiến trúc, mô phỏng năng lượng công trình.