

ỨNG DỤNG MẶT CONG TỰ DO TRONG THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC HIỆN ĐẠI TẠI VIỆT NAM

THS.KS NGUYỄN THỊ CHUNG HIẾU | KHOA KIẾN TRÚC - QUY HOẠCH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

Tóm tắt

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu về mặt cong tự do và khả năng ứng dụng của chúng trong thiết kế - xây dựng. Mục đích nghiên cứu nhằm cung cấp khái niệm mặt cong tự do và từ đó đưa ra phương pháp để đơn giản hóa mặt cong tự do. Phương pháp phân tích và tổng hợp, phân loại và hệ thống, phương pháp lịch sử, phân tích và tổng kết kinh nghiệm, phương pháp chuyên gia đã được sử dụng trong quá trình nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy các loại mặt cong tự do vừa độc đáo vừa có tính thẩm mỹ cao nên ngày càng được ứng dụng nhiều trong kiến trúc. Hơn nữa, khi tiến hành đơn giản hóa mặt cong tự do, các thiết kế thực tế thể hiện chính xác trên bản vẽ và thuận lợi trong quá trình thi công, thi công nhanh chóng, sử dụng ít nguyên vật liệu, giúp giảm chi phí xây dựng nhưng vẫn đảm bảo được ý tưởng của các nhà thiết kế cũng như sự bền vững của công trình.

Abstract

This paper presents the research process on free curved surfaces and their applicability in design - construction. The purpose of the research is to provide the concept of free curved surfaces and from there proposed methods to simplify free curved surfaces. Methods of analysis and synthesis, classification and systematization, historical methods, analysis and summary of experiences, and expert methods have been used in the research process. The research results show that free curved surfaces are both unique and highly aesthetic, so they are increasingly applied in architecture. Moreover, when simplifying free curved surfaces, the actual designs are accurately shown on the drawings and are convenient in the construction process, quick construction, using less materials, helping to reduce construction costs but still ensuring the ideas of the designers as well as the sustainability of the project.



Trung tâm Hội nghị Quốc gia Qatar (Qatar National Convention Centre)
(Ảnh: en.wikiarquitectura.com)



Trung tâm Văn hóa Heydar Aliyev
(Ảnh: Ban quản lý Trung tâm Văn hóa Heydar Aliyev)

Mặt cong đã được ứng dụng rộng rãi trong các thiết kế kiến trúc, từ các mặt đơn giản đến các mặt phức tạp. Với sự phát triển không ngừng của thiết kế kiến trúc, nhiều công trình hiện đại có hình khối rất độc đáo được tạo nên từ các mặt cong tự do đã xuất hiện.

Hiện nay, Việt Nam cũng đang hòa mình cùng các trào lưu thiết kế trên thế giới trong việc sử dụng mặt cong tự do làm thiết kế chủ đạo. Một công trình yêu cầu kỹ thuật thiết kế và thi công cao như vậy đòi hỏi KTS cần phải trau dồi thêm kiến thức mới có thể tự chủ về

thiết kế, giải quyết được những thách thức đặt ra khi thi công.

Bài báo tập trung đề cập đến nghiên cứu đơn giản hóa mặt cong tự do thành các mảnh mặt cong có thể dễ dàng tạo hình bằng khuôn như mặt trụ, mặt nón, mặt paraboloid, đồng thời nghiên cứu cách thức thiết kế chế tạo để giảm thiểu số lượng khuôn mẫu để giảm chi phí thi công. Việc chế tạo là các thách thức lớn bởi các tấm cấu kiện để tạo hình mặt cong tự do thường có giá thành cao, chi phí chế tạo lớn, ngoài ra công trình còn đòi hỏi phải đạt được chất lượng thẩm mỹ, đáp ứng mục đích thiết kế.

KHÁI NIỆM VỀ MẶT CONG TỰ DO

Định nghĩa về Mặt cong tự do - Freeform Surface là hình dạng bề mặt không có sự đối xứng, tịnh tiến hoặc quay liên tục quanh các trục. Các bề mặt dạng tự do thuộc loại bề mặt bất biến phức tạp (ISO 17450-1 2011).

Mặt cong tự do có tính chất phức tạp. Theo Abdul-Rahman, các bề mặt dạng tự do là bề mặt phi Euclid. Bề mặt dạng tự do không thể được chiếu lên một mặt phẳng mà không bị biến dạng hoặc mất một số thông tin bề mặt. Hình học của mặt cong tự do không thể được mô tả bằng một phương trình phổ quát duy nhất...

Việc sử dụng mặt cong tự do vào trong các phương án thiết kế đã trở nên phổ biến. Khi xử lý công đoạn chế tạo cấu kiện có hình dạng phức tạp, các KTS phải đối mặt với việc nghiên cứu các quy trình đơn giản hóa thiết kế để làm cho việc chế tạo trở nên khả thi, tiết kiệm thời gian sản xuất, việc vận chuyển và lắp ráp hiệu quả. Khi giải thích công việc của Frank Gehry, Shelden (2001:78) mô tả các quy trình này là “phương pháp phân chia bề mặt tự do thành một tập hợp các phần riêng biệt và đơn giản hóa hình học đối tượng thiết kế”. Do đó, nỗ lực đơn giản hóa có thể coi là dấu hiệu để nhận biết khoảng cách giữa ý tưởng và công trình thực tế.

CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC ỨNG DỤNG MẶT CONG TỰ DO TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

Các loại mặt cong rất được ưa chuộng trong các thiết kế kiến trúc của thế giới từ trước đến nay. Việc sử dụng mặt cong tự do trong thiết kế kiến trúc dần trở nên phổ biến nhờ bước tiến vượt bậc về mặt công nghệ.

KTS nổi tiếng và mang tính cách mạng nhất của thế kỷ XXI cho các thiết kế kiến trúc phải kể đến cố KTS Zaha Hadid, người được mệnh danh là “nữ hoàng của những đường cong trong kiến trúc”.

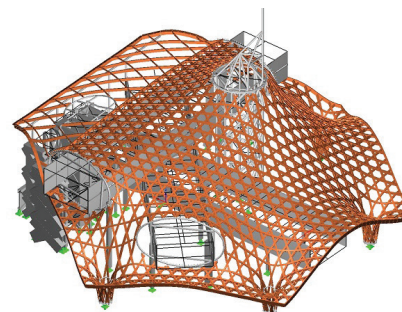
Trung tâm Văn hóa Heydar Aliyev được thiết kế mềm mại như một dạng chất lỏng. Toàn bộ phần bề ngoài của công trình không hề có một đường thẳng đơn nào được tìm thấy trên phần đường cong trên bề mặt tòa nhà.

Công trình Trung tâm Pompidou-Metz cũng là một ví dụ điển hình cho việc ứng dụng phương pháp đơn giản hóa mặt cong tự do. Công việc thiết kế phần mái này vô cùng phức tạp, khó có thể bắt chước. Tại thời điểm đó, cấu trúc mái của công trình là một trong những mái lớn nhất và phức tạp nhất đã được xây dựng.

Nhà trưng bày Bayfront (Bayfront Pavilion - Tương lai của chúng ta), tại Gardens by the Bay của Singapore là một cảnh tượng vô cùng ấn tượng, mang đến sự hiển thị tuyệt đẹp về ánh sáng và bóng râm thông qua mạng lưới kim loại phức tạp - một trải nghiệm giống như đi dạo trong một khu rừng huyền diệu.



Trung tâm Văn hóa Heydar Aliyev trong quá trình thi công
(Ảnh: building.co.uk)



Cấu trúc khung lưới diagrid của phần mái
(Ảnh: centrepompidou-metz.fr)



Pompidou nhìn từ phía ngoài
(Ảnh: centrepompidou-metz.fr)



Bayfront Pavilion (Ảnh: Koh Sze Kiat)

Các KTS không chỉ sử dụng thuần túy một mặt cong mà còn đưa ra các thiết kế mới gồm nhiều mặt cong hay do các mảnh mặt cong được ghép lại để tạo ra một mặt mới có tính nghệ thuật cao.

KTS người Mỹ gốc Canada Frank Gehry cũng rất nổi tiếng với hai công trình là Nhà hát Walt Disney và Bảo tàng Guggenheim Bilbao với kiến trúc độc đáo, không theo một dạng mặt cong phức tạp cố định nào.



Toàn cảnh Nhà hát Walt Disney của Frank Gehry, Los Angeles

Nhà hát Walt Disney và Bảo tàng Guggenheim Bilbao được coi là một ví dụ đáng chú ý của kiến trúc phản đối tính hợp lý và đối xứng. Khi đứng tại các vị trí khác nhau để quan sát, người xem sẽ thấy hình dạng của chúng thay đổi đột ngột.

Chúng ta có thể thấy việc ứng dụng phương pháp đơn giản hóa mặt cong tự do trong thiết kế kiến trúc và thi công công trình đã tạo nên được những công trình kiến trúc vô cùng đồ sộ và độc đáo, để lại nhiều dấu ấn đặc trưng của các KTS.

Công trình sau khi được thiết kế thì đơn giản hóa là bước tiếp theo cần thực hiện. Đơn giản hóa mặt cong là chia mặt cong tự do thành những mảnh nhỏ để từ đó lắp đặt ván khuôn. Hình thức ván khuôn phụ thuộc vào việc phân chia đơn giản hóa mặt cong tự do. Ván khuôn đa phần được sử dụng từ các loại vật liệu như sắt, gỗ, polystyrene giãn nở (EPS), vải và được tạo hình bằng công nghệ tạo hình điều khiển số bằng máy tính (CNC).

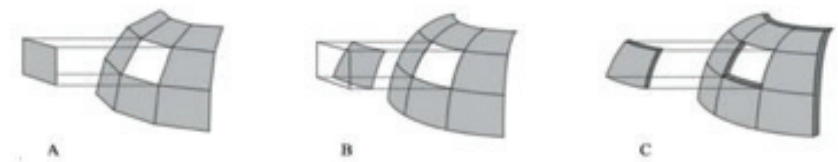
Các sơ đồ trên hình tóm tắt ba phương án hiện tại để phát triển và xây dựng các bề mặt cong, hàm ý các mức độ đơn giản hóa khác nhau.

Trong **phương án A**, hình dạng bề mặt cong được xây dựng không có cùng đặc tính hình học của thiết kế ban đầu. Thông tin đường cong của nó bị mất trong quá trình sử dụng các vật liệu tấm cứng và phẳng như thủy tinh hoặc gỗ.

Trong **phương án B**, kết cấu thu được gắn với bề mặt cong do máy tính xây dựng hơn bằng cách sử dụng vật liệu tấm có khả năng uốn cong như kim loại, có thể hoạt động tốt với các bề mặt cong đơn. Tuy nhiên, với sự hiện diện của các dạng hình học có đường cong kép hoặc có đường cong phức tạp, các tấm cấu kiện phải được sắp xếp



Bảo tàng Guggenheim Bilbao (Ảnh: guggenheim-bilbao.eus)



Ba phương án hiện tại để phát triển và xây dựng các bề mặt cong

hợp lý để tái hiện gần đúng các đường cong ảo như ý tưởng thiết kế.

Cuối cùng, **phương án C** cho thấy các cấu kiện là khối rắn ba chiều có thể được chế tạo với độ cong hình học cần thiết như bê tông, đá, gạch...

Tính đơn giản hóa giảm dần từ phương án A đến C. Ở phương án A, tính đơn giản hóa mặt cong tự do được đẩy lên cao nhất khi chuyển các mảnh mặt cong từ 1 chiều hoặc 2 chiều trở thành các tấm phẳng. Việc này khiến việc thi công mặt cong trở nên đơn giản hơn. Bởi người thiết kế chỉ cần phân chia mảnh mặt trên máy tính và thi công chế tạo bằng máy cắt CNC mà không cần mất thêm thời gian công sức để gia công độ cong cho từng mảnh mặt. Với phương

án B và C, các mảnh mặt được phân chia từ mặt cong tự do có thể được giữ nguyên độ cong nguyên thủy hoặc gắn đúng theo một mặt cong hình học quen thuộc như nón, trụ, mặt HP... Rõ ràng việc gia công các mảnh mặt giữ nguyên độ cong nguyên thủy như thiết kế sẽ khó, mất thời gian và gia tăng chi phí nhiều hơn so với việc đơn giản hóa mặt cong tự do thành các mảnh mặt theo mặt cong hình học quen thuộc.

Ngoài ra, sự khác nhau giữa phương án B và C là ở độ dày của các mảnh mặt. Ở phương án B, độ dày các mảnh mặt mỏng hơn nhờ việc sử dụng các loại vật liệu dễ uốn cong như kim loại, nên việc gia công sau khi đã cắt thành các mảnh sẽ dễ dàng hơn. Việc sản xuất gia công các mảnh mặt theo phương án C phức tạp hơn.

TÊN CÔNG TRÌNH	ĐỊA ĐIỂM	NĂM
Bảo tàng Bilbao Guggenheim (Bilbao Guggenheim Museum)	Tây Ban Nha	1997
Ngân hàng ING & Trụ sở chính (ING Bank & Head Office)	Hà Lan	1997
Khu gian hàng triển lãm Delta (Exhibition Pavilion Delta Park)	Hà Lan	1997
Gian hàng BMW (BMW Pavilion)	Đức	1999
Nhà Vành Đai Lớn (Big Belt House)	Mỹ	2000
Ngân hàng DG (DG Bank)	Đức	2000
Tháp Zollhof (Zollhof Towers)	Đức	2000
Phòng hòa nhạc Walt Disney (Walt Disney Concert Hall)	Mỹ	2003
Kunsthauas Gras (Kunsthauas Gras)	Áo	2003
Dự Án Âm Nhạc Trải Nghiệm (Experience Music Project)	Mỹ	2004
Trung tâm Ray & Maria Stata MIT (Ray & MIT Stata Center)	Mỹ	2004
Bảo tàng Tương lai Marta (Marta Museum of Future)	Đức	2005
Bảo tàng Mercedes Benz (Mercedes Benz Museum)	Đức	2006
BMW Welt	Đức	2007
Zlote Tarasy (Zlote Tarasy)	Ba Lan	2007
Helios (Helios House)	Mỹ	2007
Cầu Zaragoza (Zaragoza Bridge pavilion)	Tây Ban Nha	2008
Trung tâm học tập EPFL (EPFL Learning Center)	Thụy Điển	2008
Nhà Âm nhạc và Nhà hát Âm nhạc ở Graz (House of Music & Music Theatre in Graz)	Áo	2008
Sân vận động quốc gia Bắc Kinh (Beijing National Stadium)	Trung Quốc	2008
Quỹ Sáng tạo Louis Vuitton (Louis Vuitton Foundation for Creation)	Pháp	2014
Phòng trưng bày Roca London (Roca London Gallery)	Anh	2012
ARC, Daegu (The ARC, Daegu)	Hàn Quốc	2012
Gian hàng chủ đề ở triển lãm quốc tế Yeosu (International Exposition Yeosu Theme Pavilion)	Hàn Quốc	2012
Tòa thị chính Seoul (Seoul City Hall)	Hàn Quốc	2012
Viện Sinh thái Quốc gia (National Ecological Institute)	Hàn Quốc	2013
Trung tâm thiết kế Dongdaemun (Dongdaemun Design Plaza)	Hàn Quốc	2014

Một số công trình có sử dụng mặt cong tự do trong thiết kế



Tháp Tài chính Bitexco, TPHCM có kiến trúc lấy cảm hứng từ búp hoa sen



Bảo tàng gấu Teddy Phú Quốc được xây dựng theo hình một chiếc bánh donut



Trung tâm Hành chính Đà Nẵng được lấy ý tưởng từ hình ảnh búp ngô



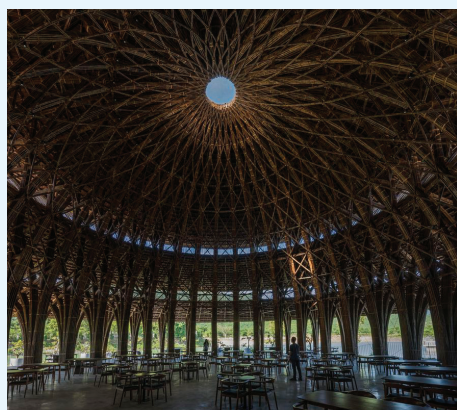
Trụ sở Viettel có dạng mặt trụ chiều bằng bị cắt vát



Phối cảnh Cung thiếu nhi Hà Nội sau khi hoàn thành



Một phần mái của công trình có dạng mặt Paraboloid Hyperbolic



Nhà cộng đồng kết hợp nhà hàng Vedana, Ninh Bình có dạng mái vòm

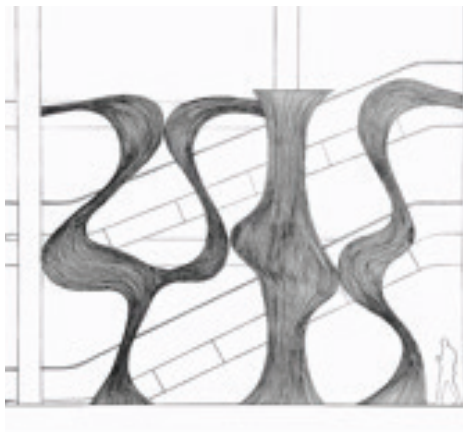
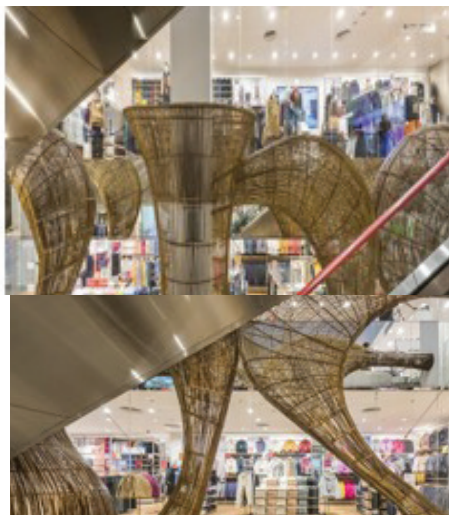


Trung tâm hội nghị triển lãm quốc tế nằm trong Tổ hợp khách sạn 5 sao Pullman Hotels & Resorts Vũng Tàu được thiết kế có dạng mặt cầu

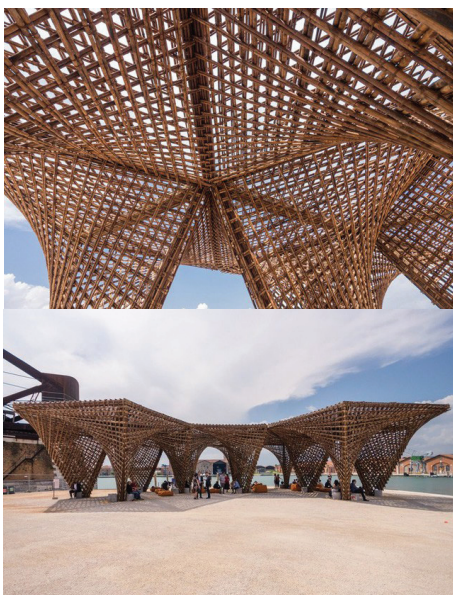




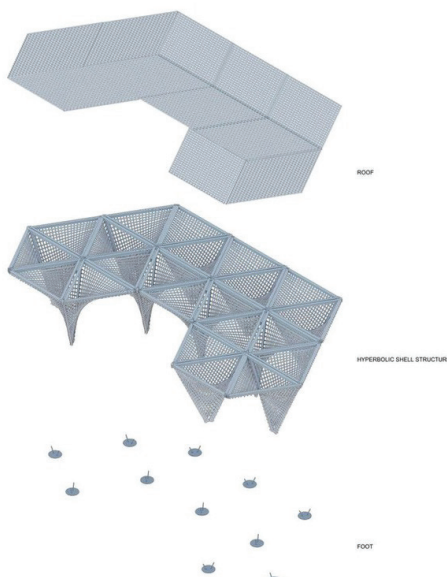
Cung Quy hoạch, Hội chợ và Triển lãm tỉnh Quảng Ninh
(Ảnh: tapchikientruc.com.vn)



Một số hình ảnh về "Bird Nest" - "Tổ chim"



Bamboo Stalactite - Nhũ tre tại Venice, Italia gồm có 11 module, mỗi module được định hình bằng sự kết hợp của 2 cấu trúc vỏ hyperbol



Tại Việt Nam, các loại mặt cong tự do đến nay vẫn chưa được áp dụng rộng rãi. Ở các công trình, chúng ta có thể bắt gặp mặt êlicôit thẳng, mặt hyperboloid tròn xoay. Mặt trụ, mặt cầu, mặt Paraboloid Hyperbolic... hay lấy ý tưởng từ các hình ảnh quen thuộc cũng đã được sử dụng ở một số công trình.

Cung Quy hoạch, hội chợ, triển lãm và văn hóa tỉnh Quảng Ninh thường được biết đến nhiều hơn với cái tên "Cung cá heo Hạ Long" bởi hình dáng như một con cá heo vờn sóng là một trong các công trình có thiết kế dạng mặt cong tự do. Mỗi năm, cung cá heo Hạ Long thu hút được hàng triệu lượt khách ghé thăm - một minh chứng cho sức hút cực lớn của địa danh du lịch nổi tiếng này.

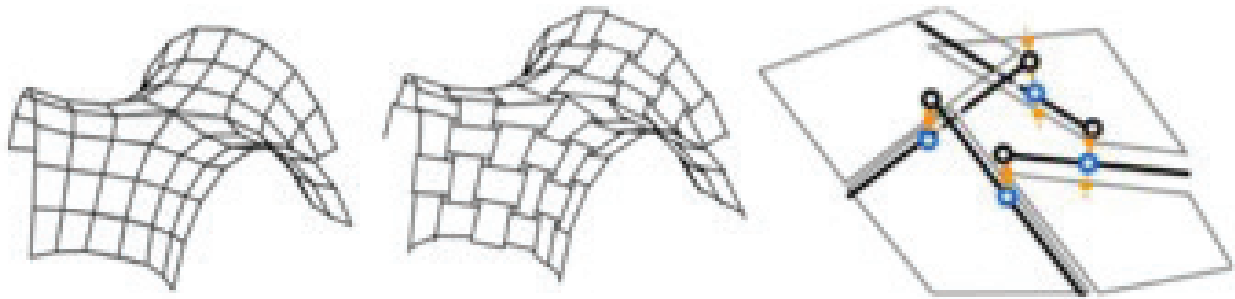
"Bird Nest" - "Tổ chim" là một công trình sắp đặt bằng tre được thiết kế theo trục đứng. Ý tưởng của công trình được lấy cảm hứng từ tổ chim. Các bề mặt cong tự do mượt mà được điều chỉnh cẩn thận. Các bề mặt phức tạp được tạo ra bởi các dải tre bao quanh những khung thép hình elip và cấu trúc ống thép chính. Đây chính là các dải tre được đan thủ công từng sợi.

Từ thực trạng ứng dụng các loại mặt cong tự do, ứng dụng các phương pháp đơn giản hóa mặt cong tự do trong các thiết kế kiến trúc và thi công xây dựng trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng, chúng ta có thể thấy việc làm mới các thiết kế, ứng dụng nhiều loại mặt, đặc biệt là các mặt cong tự do vào các công trình là tất yếu. Và trong quá trình đó, chắc chắn không thể thiếu được sự hỗ trợ của máy tính điện tử cùng với sự hỗ trợ của các phần mềm đồ họa, tính toán... Quá trình đơn giản hóa mặt cong tự do thông qua các mặt cong đơn giản hơn hoặc bậc thấp hơn mang lại độ chính xác cao hơn là việc đa giác hóa. Từ đó, những rào cản trong thiết kế kiến trúc và thi công công trình sẽ được giảm bớt, việc thi công cũng thuận lợi hơn, kèm theo đó là thời gian thi công sẽ được rút ngắn và chi phí xây dựng được giảm bớt đi.

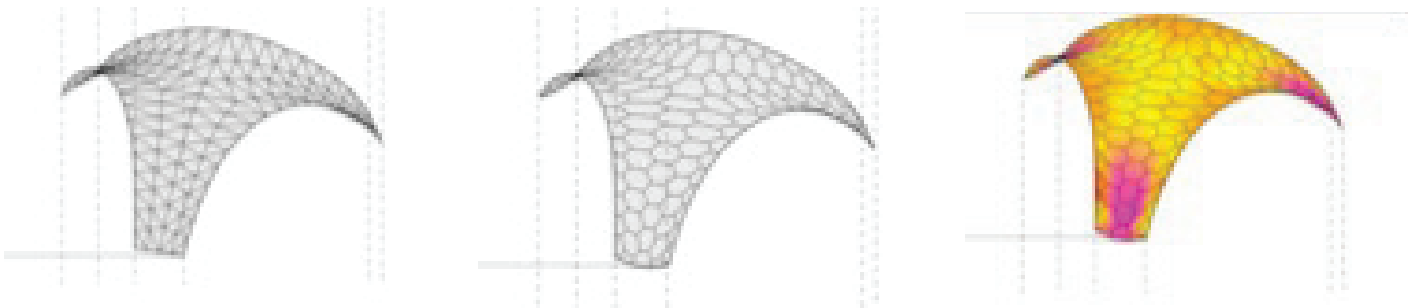
CƠ SỞ NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN HÓA MẶT CONG TỰ DO

Đơn giản hóa mặt cong tự do theo phương án A

Đơn giản hóa mặt cong tự do từ đường cong cơ sở



Thiết kế thí nghiệm xây dựng dạng tự do bởi thành viên dự án Thinkshell 2017



Nghiên cứu về bề mặt của viện công nghệ hoàng gia Thụy Điển

Việc dựng hình các mặt cong tự do bằng máy tính điện tử là phương pháp chính để xây dựng mặt. Bước đầu xây dựng, người thiết kế cần xác định đường cong cơ sở để từ đó kết nối giữa chúng thành các mặt cong tự do. Vậy việc đơn giản mặt cong tự do cần xuất phát từ việc đơn giản chính đường cong cơ sở này.

Hiện nay, khi ngành khoa học máy tính phát triển, việc đa giác hóa mặt cong có nhiều biến thể. Như thí nghiệm được đề ra trong hội thảo “Xây dựng dạng tự do” được tổ chức bởi các thành viên sáng lập dự án Thinkshell năm 2017.

Bề mặt ban đầu được chia lưới tứ giác phẳng được biến đổi để các tứ giác xếp chồng lên nhau, các tấm chỉ được kết nối theo cặp. Các khớp chữ T đơn giản để liên kết các tấm.

Ví dụ Nghiên cứu của viện công nghệ hoàng gia Thụy Điển nghiên cứu phân chia mặt cong theo lưới có hình thức là hình lục giác.

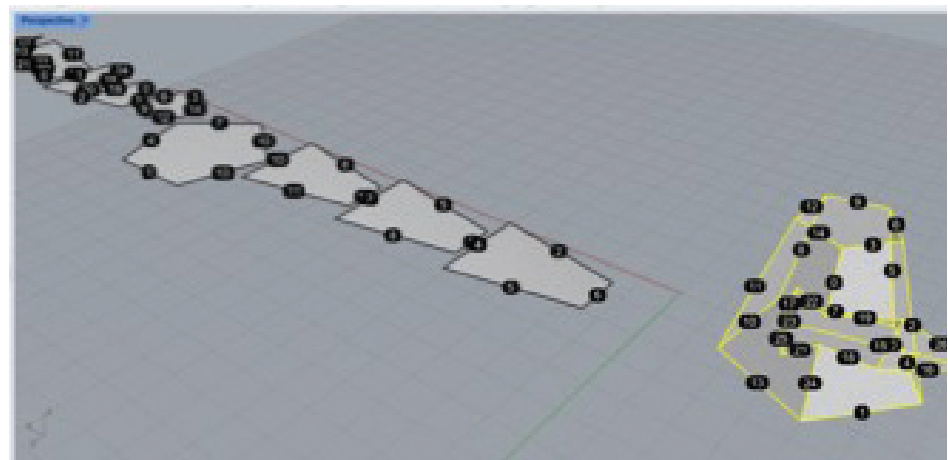
Trải phẳng mặt theo lý thuyết hình học

Khai triển lưới đa giác chúng ta chỉ cần giải các mặt của lưới đa giác lên mặt phẳng. Vấn đề quy về cách vẽ hình thật của các mặt trong hình học họa hình.

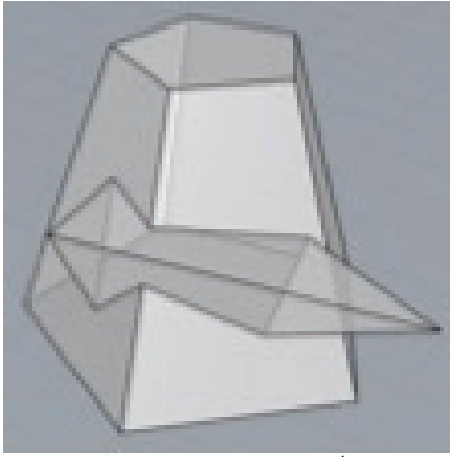
Từ các bài toán tìm độ lớn thật của mặt phẳng, ta có thể ứng dụng để tìm độ lớn thật của các mặt phẳng thuộc mặt cong



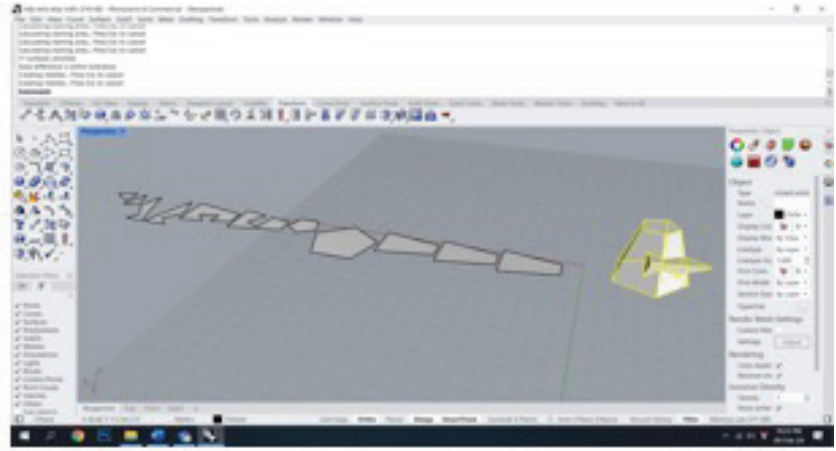
Các phần mềm hỗ trợ trải phẳng mặt



Đánh dấu vị trí các cạnh trên bề mặt trải phẳng với vật thể gốc



Khối đa diện



Trải phẳng khối đa diện nhờ phần mềm Rhino

tự do sau khi được đơn giản hóa thành đa giác phẳng. Ta có thể học tập tham khảo cách khai triển mặt phẳng thuộc mặt cong tự do từ việc khai triển các mặt lăng trụ, mặt chóp trong hình họa, cũng như việc khai triển mặt trong lĩnh vực cơ khí.

Trải phẳng mặt với sự hỗ trợ của máy tính điện tử

Với sự phát triển của máy tính điện tử, việc trải phẳng các bề mặt được thực hiện nhanh chóng hơn. Ví dụ như My-Cadtools trong Solidworks, hay trải phẳng bằng phần mềm NX, Sketchups, Maxsurf, Alias và phần mềm tác giả sử dụng trong bài nghiên cứu này là Rhinoceros.

Lấy ví dụ là một khối vật thể như hình dưới, khối vật thể được tạo bởi khối chóp cụt ngũ giác đều hợp khối với khối chóp tam giác đều nằm ngang. Sử dụng công cụ Unrollsf trong Rhinoceros đã nhanh chóng trải phẳng các bề mặt của khối vật thể.

Công cụ có chức năng đánh dấu các cạnh, bề mặt được khai triển từ vật thể gốc. Việc này giúp thuận tiện theo dõi khi phải trải phẳng nhiều đối tượng, dễ dàng hơn trong quản lý cũng như thi công sản xuất chế tạo.

Đơn giản hóa mặt cong tự do theo phương án B và C

Đơn giản hóa mặt cong từ đường cong cơ sở

Việc đơn giản hóa mặt cong tự do vẫn luôn là đề tài mà nhiều nhà khoa học lĩnh vực kiến trúc, hình học, kỹ thuật đồ họa đã và đang nghiên cứu. Bước tiến dài nhất chính là các thuật toán giúp chuyển đổi các mặt cong hai chiều - với độ cong Gauss âm - Dải mặt cong bên

trái - sang mặt cong một chiều tuyến tính có độ cong Gauss bằng 0 - dải mặt cong bên phải - và dễ dàng trải phẳng.

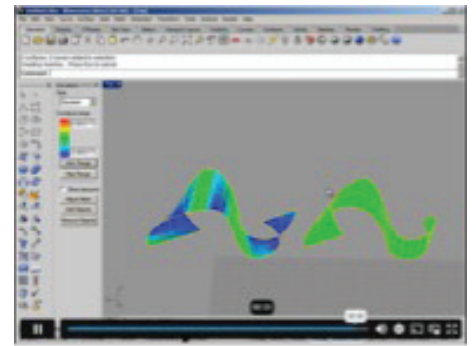
Nguồn gốc của thao tác chuyển đổi này vẫn là chuyển mặt cong hai chiều không khả triển thành các mặt cong khả triển như mặt nón, mặt trụ và mặt có cạnh lồi. Để chỉnh sửa các bề mặt thì các đường cong cơ sở tạo nên mặt cong tự do cũng phải chỉnh sửa trở thành đường nối tiếp của các đường cong thuộc mặt nón, mặt trụ và mặt có cạnh lồi. Trong môn hình họa vẽ kỹ thuật có nói tới phương pháp vẽ nối tiếp có thể tham khảo để làm đơn giản đường cong cơ sở.

Trải phẳng mặt theo lý thuyết hình học

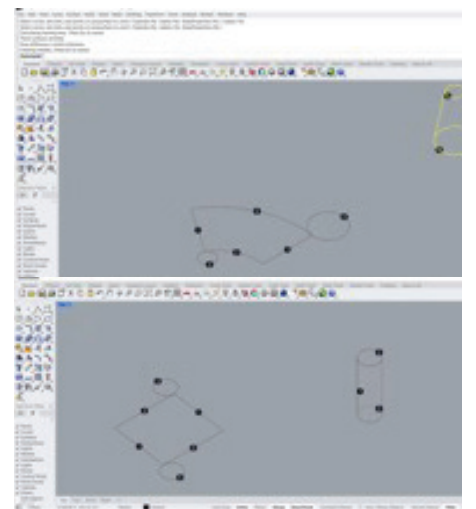
Khai triển mặt cong là việc khai triển mặt cong ra mặt phẳng, là quá trình chuyển đổi từ hình dạng không gian ba chiều sang không gian hai chiều, được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp để thiết kế các sản phẩm cần phải được cắt, bo tròn hoặc uốn cong từ các tấm vật liệu phẳng.

Khi chế tạo mặt cong, nếu có thể khai triển mặt cong, nhà thiết kế và thi công sẽ tiết kiệm được thời gian và chi phí, đồng thời giảm thiểu sai sót trong quá trình thi công sản xuất chế tạo.

Trong hình học họa hình có nêu mặt cong có thể được khai triển sao cho mọi điểm của nó trùng với một mặt phẳng mà không bị hư hỏng (ví dụ: rách, gấp). Thuộc loại mặt này chỉ có các mặt kẻ có các đường sinh kẻ nhau song song hoặc cắt nhau, hoặc có đường sinh là tiếp tuyến với một đường cong ghềnh nào đó. Tất cả các mặt cong không kẻ và các mặt kẻ không thể trải lên mặt phẳng gọi là mặt không khả triển. Mặt



Dải mặt cong khả triển

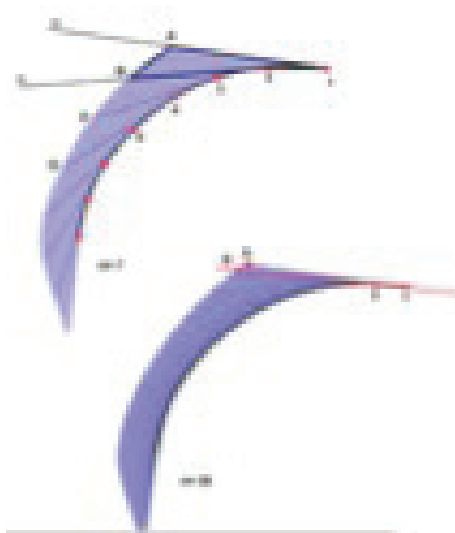


Khai triển nón cụt và mặt trụ bằng Rhino

có thể tạo nên bởi đường thẳng gọi là mặt kẻ. Những mặt kẻ khả triển như mặt nón, mặt trụ và mặt có cạnh lồi.

Trải phẳng mặt với sự hỗ trợ của máy tính điện tử

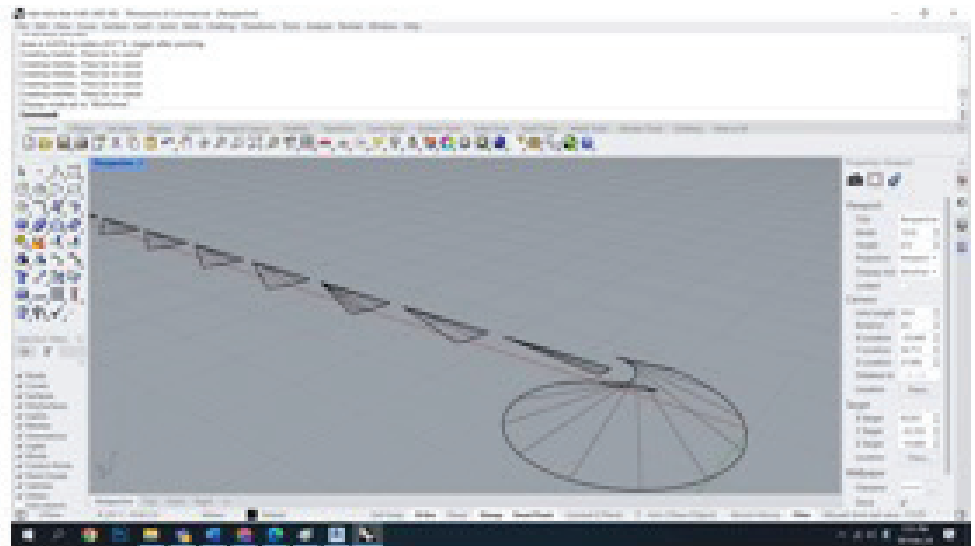
Một bề mặt có thể trải phẳng thì Rhino có thể mở nó ra bằng lệnh Unrollsf. Với bề mặt không thể trải phẳng thì phần mềm Rhino 4 đã thêm lệnh Smash. Smash giúp trải phẳng gần đúng các bề mặt có độ cong hai chiều. Lệnh này có thể được sử dụng để xử lý các loại vải



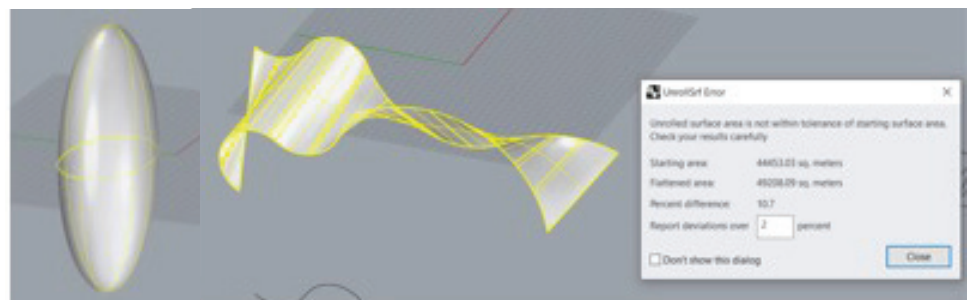
có độ linh hoạt và co giãn nhất định. Lệnh Smash là phiên bản sửa đổi của lệnh UnrollSrf. Với UnrollSrf, bề mặt phải tuyến tính theo một hướng còn lệnh Smash thì không cần.

Ngày nay, khi công nghệ ngày càng phát triển, các phần mềm đồ họa xây dựng được các mô hình 3D ngày càng phổ biến, đã đóng vai trò quan trọng trong nhiều ngành nghề, trong đó có thiết kế kiến trúc. Có nhiều phần mềm có thể hỗ trợ người thiết kế như 3Dmax, Revit, Maya, 3D Blender... Mỗi phần mềm có khả năng khác nhau. Trong đó, khả năng đa giác hóa mặt cong tự do là khả năng quan trọng với nhiều ứng dụng trên thực tế. Trong phần mềm Revit, công cụ massing giúp người thiết kế có thể dễ dàng xây dựng được bề mặt như mong muốn, có thể gán hệ lưới pattern lên bề mặt, với nhiều kiểu dáng pattern khác nhau.

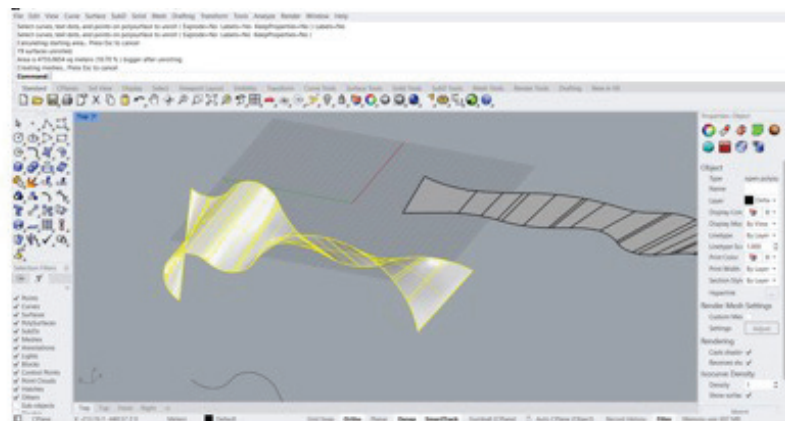
Trong hình học vi phân, các bề mặt ba chiều có thể được phân tích bằng độ cong Gauss và được phân thành hai loại bề mặt: có thể trải phẳng và không thể trải phẳng. Các bề mặt có thể trải phẳng có thể được làm phẳng bằng các giải pháp chính xác, ví dụ như phương pháp trong hình học họa hình. Đây là các bề mặt như mặt nón, mặt trụ, mặt có cạnh lồi. Các bề mặt khác có độ cong phức hợp như mặt cong tự do không thể trải phẳng một cách chính xác nếu không biết đặc tính của vật liệu (mức độ co giãn có sẵn và hơn thế nữa). Các bề mặt không thể trải phẳng có độ cong hai chiều. Việc làm phẳng hoặc phát triển các bề mặt này đòi hỏi phải kéo dài hoặc co lại vật liệu được sử dụng.



Khai triển mặt có cạnh lồi bằng Rhino



Mặt cong hai chiều không khai triển mặt được bằng Rhino



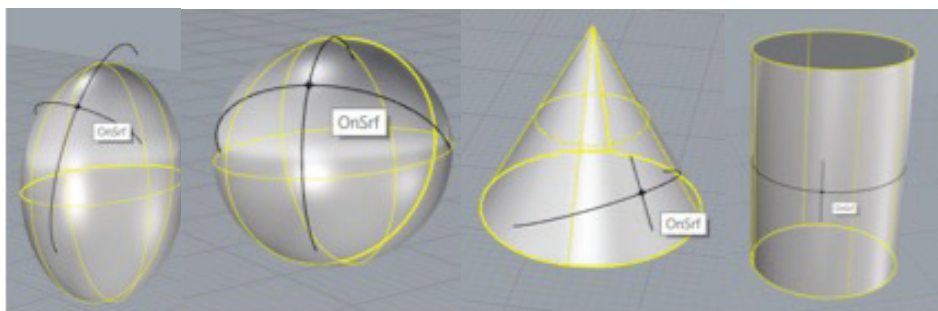
Khai triển mảnh mặt cong tự do bằng Rhino

Bề mặt không thể trải phẳng được thể hiện bằng hai cung đường cong để minh họa cho độ cong hai chiều. Các bề mặt có thể trải phẳng sẽ được biểu diễn bằng một cung đường cong và một đường thẳng để minh họa cho độ cong theo một hướng duy nhất.

Với bề mặt có hai độ cong chính. Độ cong Gauss là tích của các độ cong chính. Độ cong trung bình là giá trị trung bình của hai độ cong chính. Độ cong chính của bề mặt tại một điểm

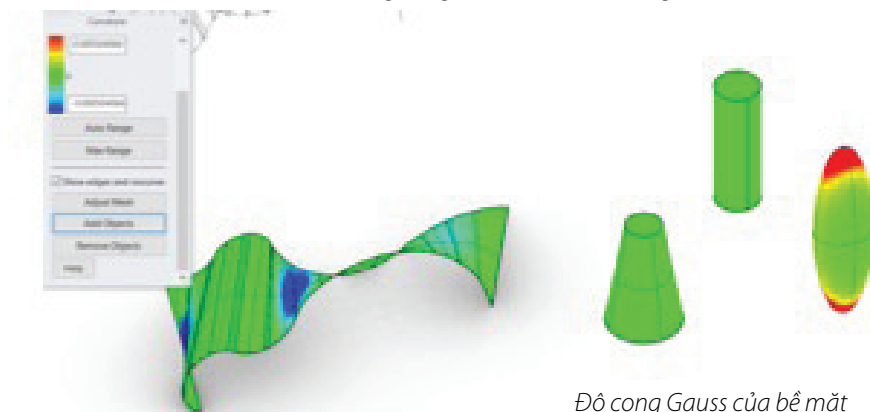
là độ cong tối thiểu và tối đa của độ cong bình thường tại điểm đó (Độ cong thông thường là độ cong của các đường cong trên bề mặt nằm trong các mặt phẳng bao gồm vectơ tiếp tuyến tại điểm đã cho). Các độ cong chính được sử dụng để tính toán độ cong Gaussian và Mean của bề mặt.

Phân tích độ cong trung bình và độ cong Gauss để nhận biết sự bất thường về độ cong của bề mặt. Những thay đổi độ cong đột ngột không thể chấp



dựng các đường cong cơ sở. Ở đây tác giả sử dụng phần mềm Rhino để thiết lập. Bước đầu xây dựng đường cong cơ sở, tác giả cho rằng cần phải đơn giản ngay từ việc xây dựng đường cong này. Một đường cong không gian phức tạp hơn nhiều so với đường cong phẳng. Sử dụng đường cong phẳng thuận lợi cho bước tiếp theo để đơn giản hóa mặt cong.

Hiển thị đường cong trên các bề mặt bằng lệnh Rhino Curvature



Độ cong Gauss của bề mặt

Bề mặt được xây dựng từ đường cong phẳng trên tạo nên mặt tự do với các đường sinh thẳng.

Dải mặt tự do này là các mặt kẻ nối tiếp. Để đánh giá độ cong của dải mặt, sử dụng công cụ Curvature, miền xanh lam trên dải mặt cong có độ cong Gauss âm - tương ứng vị trí mặt cong hai chiều và không khả triển. Miền xanh lá có độ cong Gauss bằng 0 và có khả năng trải phẳng.

Bước thử nghiệm tiếp theo là dùng công cụ Unrolls để kiểm tra thông số khả triển của dải mặt cong. Diện tích thực của mặt cong là 25.235m². Diện tích mảnh mặt sau trải phẳng là 26.485m². Diện tích sau trải phẳng lớn hơn 4,95%.

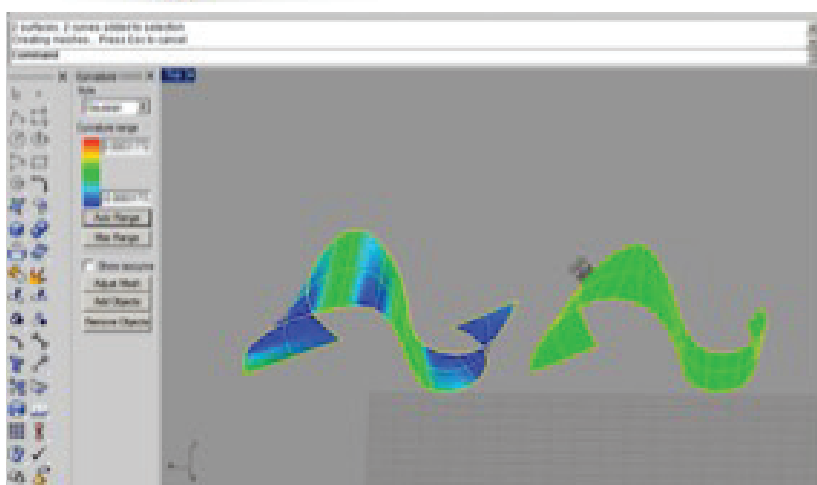
Đơn giản hóa mặt cong tự do theo phương án A

Với mục tiêu phân chia mặt cong tự do thành các mảnh đa giác phẳng, tác giả sử dụng công cụ massing trong phần mềm Revit. Mặt cong được gán các pattern hình dạng khác nhau như hình vuông, lục giác đều, hình thoi... nhưng các mảnh mặt trong hệ lưới không đồng phẳng, điều này sẽ gây ra sự sai lệch khi trải phẳng,

Tăng các điểm lưới giúp cho bề mặt trơn mịn hơn về mặt thị giác, nhưng chỉ có hệ lưới tam giác là đảm bảo bề mặt được phân chia thành đa giác phẳng. Kết quả khi sử dụng công cụ trải phẳng, dễ dàng xây dựng được bề mặt khai triển với độ sai số trong mức cho phép.

Đơn giản hóa mặt cong theo phương án B và C

Với sự hỗ trợ từ công cụ phân tích mặt, ta nhận biết được vùng nào trên bề mặt tự do cần chỉnh sửa để dễ dàng trải phẳng. Có hai phương hướng có thể thực hiện:



Một bề mặt được khả triển bằng công cụ Curvature

nhận được như va đập, vết lõm, vùng phẳng hoặc gợn sóng hoặc ở các vùng có độ cong chung cao hơn hoặc thấp hơn bề mặt xung quanh có thể được xác định và sửa chữa. Hiển thị độ cong Gauss rất hữu ích trong việc phân tích và đưa ra quyết định liệu một bề mặt có thể trải phẳng hay không. Trên hình 2.37 độ cong Gauss dương có màu đỏ, độ cong Gauss âm có màu xanh dương, và độ cong Gauss bằng 0 có màu xanh lá. Điều này cho thấy những bề mặt có thể trải phẳng trong hình dưới.

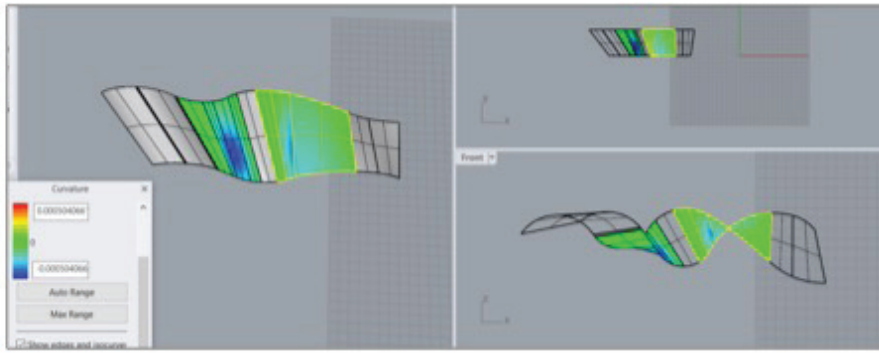
Kết quả một bề mặt khả triển được tạo hình dựa trên ý tưởng từ bề mặt tự do ban đầu. Thử nghiệm bằng công cụ Curvature cho thấy, bề mặt cũ có các vùng độ cong

âm mang màu xanh dương, trên bề mặt mới hoàn toàn có màu xanh lá mang độ cong Gauss bằng 0.

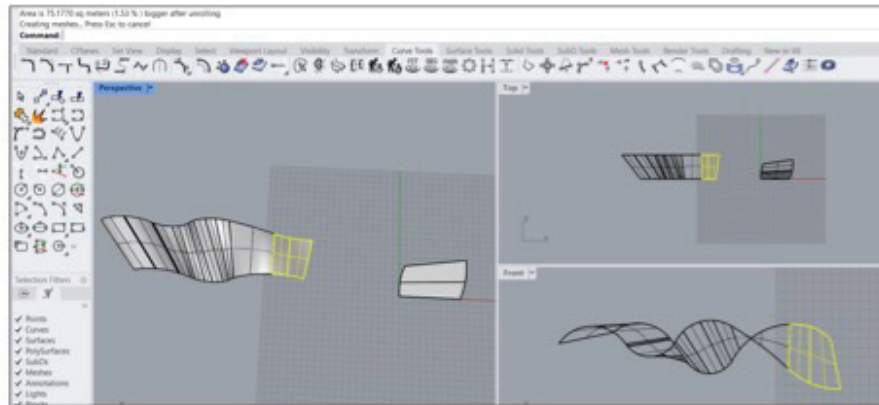
So sánh giữa hai bề mặt, đường cong cơ sở A của bề mặt ban đầu phức tạp hơn, đường cong cơ sở B của bề mặt đã được cải tiến. Rõ ràng đường cong B này là đường cong được vẽ nối tiếp từ các đường cong thuộc các mặt khả triển.

PHƯƠNG HƯỚNG ĐƠN GIẢN HÓA MẶT CONG TỰ DO TRONG THIẾT KẾ KIẾN TRÚC

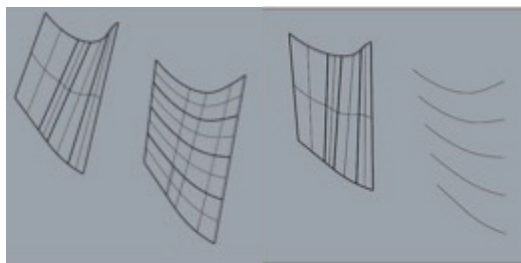
Các phần mềm 3D hiện nay, có rất nhiều phần mềm có thể xây dựng được mặt cong tự do. Điểm chung trong quá trình tạo mặt cong tự do vẫn là việc xây



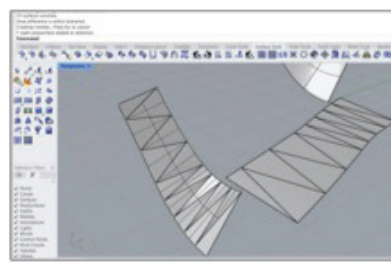
Phân chia mặt cong tự do thành các phân đoạn có độ cong Gauss khác nhau



Trải phẳng mảnh mặt cong độ cong Gauss bằng 0



Phân chia đoạn mặt cong thành các dải mặt nhỏ hơn



Phân chia dải mặt thành dải mặt khả triển

có độ uốn lớn để đạt hiệu ứng thị giác.

Việc triển khai thành công CAD/CAM đòi hỏi sự kết hợp tốt giữa kỹ thuật thiết kế và sản xuất kỹ thuật số. Công nghệ CNC cho phép chế tạo các hình dạng phức tạp, còn công nghệ máy tính gần đây với những khám phá nhảy vọt đã cung cấp cho KTS công cụ để phát triển thiết kế, và đưa ra các cách phân chia bề mặt một cách linh hoạt. Ví dụ như phân chia thành "mảnh mặt đơn giản", "trải phẳng" đang là quy trình phổ biến để liên kết giữa thiết kế và thi công. Đó là định hướng đưa kiến trúc sư tới các quy trình đơn giản hóa, giống như phương án A và B. Lý do cho sự ưu tiên lựa chọn hai phương án này là lợi thế đáng kể về thời gian và chi phí trong thiết kế và chế tạo sản xuất.

Cho đến hiện nay, vấn đề đơn giản hóa mặt cong vẫn mang những giá trị quan trọng bởi yêu cầu của con người ngày

càng tăng cao đối với các công trình kiến trúc xây dựng, vừa phải độc đáo, có tính thẩm mỹ cao, đáp ứng được các công năng cần thiết của công trình nhưng vẫn phải đảm bảo thuận lợi trong quá trình thi công, thi công nhanh chóng, sử dụng ít nguyên vật liệu, giúp giảm chi phí xây dựng nhưng vẫn đảm bảo được sự bền vững đồng thời hướng đến việc sử dụng rộng rãi các loại vật liệu nhẹ và thân thiện với môi trường.

Nghiên cứu và lựa chọn được các phương pháp đơn giản hóa mặt cong tự do với sự hỗ trợ máy tính điện tử trong thiết kế kiến trúc một cách hợp lý sẽ giúp cho người thiết kế có thêm ý tưởng mới trong các thiết kế của mình, cũng như tăng khả năng tự nghiên cứu và đơn giản hóa các mặt cong tự do, để từ đó khiến cho các sản phẩm thiết kế của mình được phong phú, phù hợp với điều kiện thi công và tình hình kinh tế tại Việt Nam hơn nữa./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Như Kim (2005): Một số khái niệm về hình học trong Kiến trúc Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Richard Buckminster Fuller, E.J. Applewhite (1975): *Exploration in the Geometry of thinking*.
3. H.S.M Coxeter (1961): *Nhập môn Hình học*.
4. Nguyễn Đình Điện, Đỗ Mạnh Môn (2002): *Hình học họa hình (Tập một: Phương pháp hai hình chiếu thẳng góc – Phương pháp hình chiếu trục đo)*. Nhà xuất bản giáo dục.
5. Từ sách Trường đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh (2002): *Phương pháp phân tích và đánh giá qua hình vẽ những tác phẩm kiến trúc nổi tiếng của các kiến trúc sư lớn*.
6. ISO 17450-1 (2011) *Geometrical product specifications (GPS) – general concepts – part 1: model for geometrical specification and verification*, Genève.
7. *Freeform texture representation and characterisation based on triangular mesh projection techniques*
8. *Current trends and future directions of free-form building technology*.
9. *Building freeform: A workshop experiment from design to fabrication*.
10. <https://www.studio9.arch.kth.se/category/fabrication/3d-printing/>
11. <http://docs.mcneel.com/rhino/5/help/en-us/commands/curvatureanalysis.htm>
12. <https://vimeo.com/22601685> - 2011 - BRG - Block Research Group
13. *Theories and Methods for Development of Developable Ruled Surfaces and Approximate Flattening of Non-developable Surfaces*. Mara Capone (3/2018).
14. *Freeform surfaces from single curved panels*; Helmut Pottmann (1/8/2008).
15. *Geodesic – Controlled Developable Surfaces for Modelling Paper Bending*. Pengbo Bo (9/2007).
16. Nguyễn Thị Chung Hiếu, Ngô Thu Hằng (2024): *Nghiên cứu Đơn giản hóa mặt cong tự do trong thiết kế kiến trúc với sự hỗ trợ của máy tính điện tử*.
17. Nguồn internet:
- <http://www.pinterest.com>
- <http://www.architectmagazine.com>
- <https://www.architecturaldigest.com>
- <https://www.building.co.uk>
- <http://www.centrepompidou-metz.fr/en/unique-architecture>
- <http://www.aasarchitecture.com/2013/05/Centre-Pompidou-Metz-Shigeru-Ban-Architects.html>
- <https://www.guggenheim-bilbao.eus/>
- <https://arclfy.net/>
- <https://parametric-architecture.com/>
- <http://kienviet.net>
- <http://www.tapchikientruc.com.vn>
- <http://kientrucvietnam.org.vn>
- <https://tonghoixaydung.vn/>
- <https://vjst.vn/>
- <https://reatimes.vn/>
- <http://www.vnmechanical.com/>
- <http://bmktcn.com>
- <https://www.pullmanvungtau.com/>
- <http://vinpearl.com>