

KHAI TRIỂN CÁC MẶT TỪ MÔ HÌNH 3D TRONG ỨNG DỤNG CAD SURFACE DEVELOPMENT OF 3D MODELS IN 3D CAD APPLICATIONS

Nguyễn Đức Tôn

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 8/8/2016, ngày phản biện đánh giá 9/9/2016, ngày chấp nhận đăng 6/12/2016

TÓM TẮT

Gần đây việc sử dụng các công cụ CAD để biểu diễn và tìm hình khai triển mặt từ mô hình 3D đã được áp dụng trong thực tế. Tuy nhiên việc xem xét mối liên hệ giữa các phần mềm CAD 3D với lý thuyết môn học vẽ khai triển chưa được đề cập và khảo sát đầy đủ. Bài báo tập trung vào hai chủ đề chính: (i) ứng dụng công cụ CAD để biểu diễn và tìm hình khai triển từ mô hình 3D trong môn học vẽ khai triển; (ii) đề xuất cách xây dựng một tài liệu ebook định dạng 3D PDF hướng dẫn vẽ khai triển sử dụng ứng dụng CAD. So với phương pháp sử dụng hình chiếu 2D được trình bày trong các tài liệu vẽ khai triển hiện nay, sử dụng mô hình 3D ngoài tính trực quan về mặt biểu diễn, còn giúp đơn giản hóa và nâng cao độ chính xác trong quá trình dựng hình. Nghiên cứu đã thiết lập được một phương pháp vẽ khai triển các hình từ mô hình 3D một cách hiệu quả và một tài liệu ebook kết hợp giữa lý thuyết với ứng dụng CAD hướng dẫn việc tự học vẽ khai triển.

Từ khóa: Vẽ khai triển; mô hình 3D; khai triển mặt từ mô hình 3D; chia lưới; tài liệu 3D PDF.

ABSTRACT

Recently, the use of CAD software to represent and find the development of surfaces of 3D models has been applied in reality. However, the relation between CAD software and theory of Surface Development subject has not yet been mentioned and investigated completely. The article focuses on two main topics: (i) The application of CAD software to represent and develop a surface from a 3D model in Surface Development subject. (ii) A proposed compilation for 3D PDF ebook version of surface development using CAD software as a tool to perform and solve problems. In comparison to 2D orthogonal projection method for surface development currently mentioned in tutoring materials, 3D model shows the simplification and advancement of accuracy during construction process. The research has proposed a 3D modeling based surface development method and an ebook version combining both theory and CAD software to guide the surface development self-study.

Keywords: Surface development; 3D surface modeling; 3D-model-based surface development; meshing; 3D PDF material.

1. GIỚI THIỆU

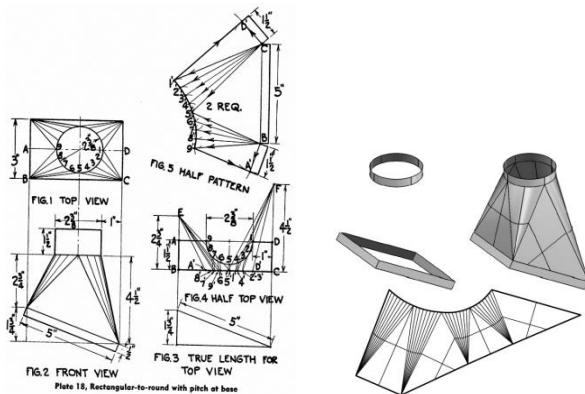
Trong lĩnh vực sản xuất cơ khí, nhiều chi tiết và thiết bị được chế tạo từ kim loại tấm. Để triển khai công việc chế tạo cần xây dựng mô hình biểu diễn chi tiết hoặc thiết bị và vẽ hình khai triển các bề mặt liên quan để làm cơ sở cho quá trình chế tạo cơ khí. Các mặt hình học ứng dụng trong thực tế có thể chia thành hai nhóm: mặt khả triển và mặt không khả triển. Những mặt khả triển bao gồm các mặt đa diện, nón, trụ và mặt cạnh lồi (*convolute*

surface) [1]. Đối với các mặt không khả triển, để tìm hình khai triển thường phải thay thế chúng bằng các mặt khả triển gần đúng. Các bước công việc khai triển thường gồm:

- Biểu diễn mặt đáp ứng yêu cầu của bài toán;
- Tìm hình khai triển của mặt từ hình biểu diễn.

Mặt có thể biểu diễn ở dạng hình chiếu 2D hoặc mô hình 3D. Nhưng trong thực tế,

các tài liệu giảng dạy chỉ trình bày vẽ khai triển mặt bằng các hình chiếu.



Hình 1. So sánh khai triển 2D và 3D

Việc tìm hình khai triển từ hình chiếu thiếu tính trực quan, tốn nhiều công sức tính toán, dựng hình và độ chính xác không cao [2].

Phương pháp biểu diễn và khai triển mặt từ mô hình 3D của các phần mềm CAD 3D có nhiều ưu điểm vượt trội hơn so với phương pháp 2D truyền thống. Với khả năng xử lý 3D, kết hợp các chức năng tính toán phân tích mang tính tự động hóa cao đã giúp cho việc giải bài toán khai triển trở nên đơn giản, hiệu quả và kết quả nhận được có độ tin cậy cao.

Hiện nay ở Việt Nam các sách tham khảo về chuyên đề vẽ khai triển còn khá ít, hơn nữa các tài liệu này đều chỉ trình bày phương pháp hình chiếu 2D truyền thống nên tốn nhiều công sức trong tính toán dựng hình. Điều này dẫn đến cần tiêu tốn khá nhiều thời gian, chi phí tăng và nhiều khi không đáp ứng được tiến độ công việc. Gần đây một số phần mềm CAD 3D như SolidWorks, Catia, Rhino, đã cung cấp các công cụ, chức năng cho phép tìm hình khai triển từ mô hình 3D và đã được ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên việc xem xét mối liên hệ giữa các công cụ CAD này với lý thuyết môn học vẽ khai triển chưa được đề cập và khảo sát kỹ lưỡng. Ngoài ra, một phương pháp hiệu quả để nhanh chóng xác định được hình khai triển chưa được nghiên cứu và đề cập một cách chi tiết.

Trong nghiên cứu này, các nội dung tập trung vào các chủ điểm sau:

- Khảo sát khả năng ứng dụng và tính hiệu quả của việc sử dụng CAD 3D làm công

cụ biểu diễn và tìm hình khai triển từ mô hình 3D trong giảng dạy và học tập chuyên đề vẽ khai triển.

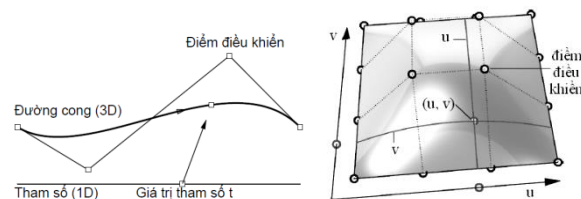
- Đề xuất sử dụng CAD 3D làm công cụ kết hợp với cơ sở lý thuyết môn học vẽ khai triển để xây dựng một tài liệu ebook hướng dẫn cách thức vẽ khai triển theo phương pháp 3D thay cho phương pháp 2D truyền thống.

2. KHAI TRIỂN MẶT TỪ MÔ HÌNH 3D

2.1. Biểu diễn 3D của mặt

Mặt là quỹ tích các vị trí của một đường chuyển động theo một qui luật nhất định. Xem mặt như là một tập hợp các vị trí liên tiếp của một đường nào đó trong không gian sẽ thuận tiện cho việc dựng hình biểu diễn 3D của mặt.

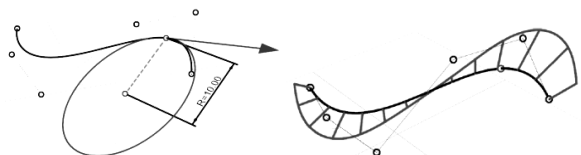
Trong đồ họa máy tính đường và mặt được biểu diễn bằng mô hình toán học NURBS đặc trưng bởi hai tham số chính: các điểm điều khiển (*control points*) và bậc (*degree*).



Hình 2. Biểu diễn NURBS của đường và mặt

Các mặt hình học thường được biểu diễn bởi các cạnh biên và các đường tham số đẳng trị u, v (*isoparametric curve*) [3].

Độ cong của đường tại một điểm được định nghĩa là nghịch đảo của bán kính vòng tròn tiếp. Nhiều ứng dụng CAD như AutoCAD, SolidWorks, Rhino, ... đều có công cụ đánh giá độ cong tại mỗi điểm thuộc đường và vẽ biểu đồ minh họa sự thay đổi độ cong dọc theo đường cong.

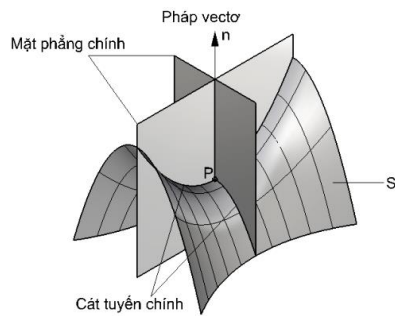


Hình 3. Độ cong và biểu đồ độ cong

Vì trên mặt cong có vô số đường đi qua một điểm thuộc mặt, nên khi nói đến độ cong của mặt tại một điểm người ta thường dùng định nghĩa độ cong Gauss. Ký hiệu k_1, k_2 lần

lượt là các độ cong chính ta có định nghĩa độ cong Gauss G của mặt tại một điểm như sau:

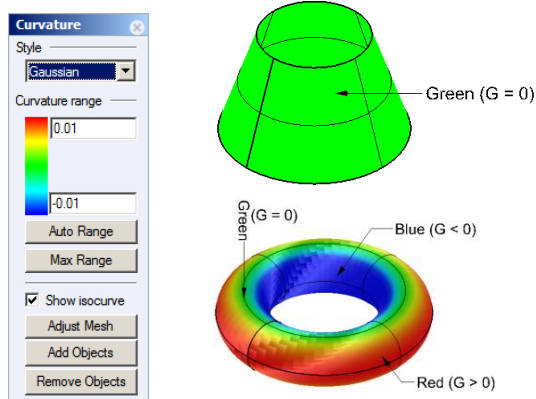
$$G = k_1 \cdot k_2 \quad (1)$$



Hình 4. Độ cong Gauss

Nếu mặt có độ cong Gauss $G = 0$ tại mọi điểm thì mặt sẽ là mặt khả triển. Trong ứng dụng CAD 3D có thể xác định độ cong Gauss tại một điểm bất kỳ thuộc mặt. Trên cơ sở đó có thể đánh giá độ cong Gauss của toàn bộ bề mặt. Để đánh giá độ cong Gauss của mặt nón cụt và mặt xuyên có thể sử dụng phép ánh xạ các giá trị độ cong của mặt với thang màu RGB: Green ($G = 0$), Red ($G > 0$), Blue ($G < 0$) (hình 5).

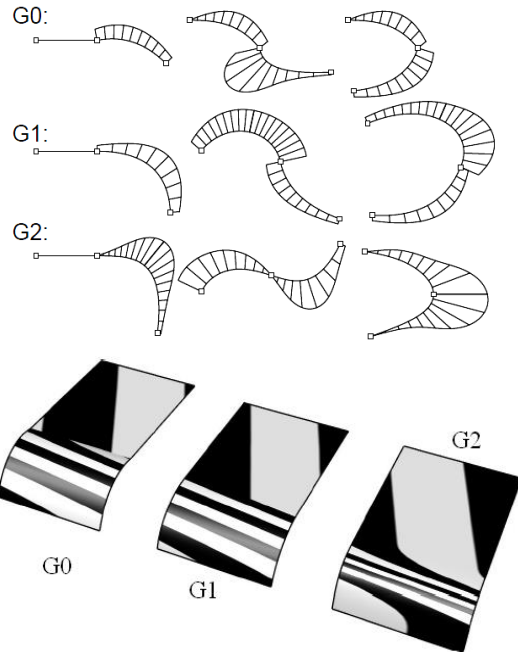
Đồ thị màu biểu thị độ cong Gauss thường được dùng để kiểm tra, đánh giá mức độ khả triển của mặt. Tại những vùng có độ cong Gauss G khác 0 cần phải có những xử lý thích hợp khi khai triển mặt, thí dụ tách và thay bằng mặt khả triển gần đúng.



Hình 5. Thang đồ thị màu biểu thị độ cong

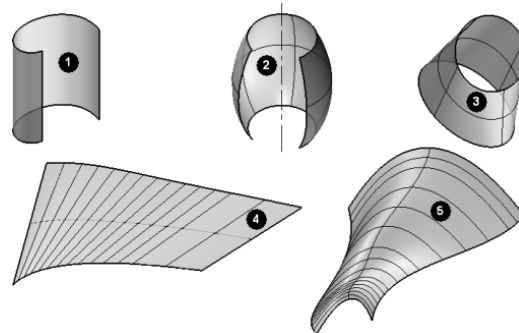
Mặt khảo sát thường có cấu tạo gồm nhiều thành phần, nên cần tiến hành khảo sát tính liên tục của mô hình 3D tại những vị trí nối tiếp. Trong ứng dụng CAD thường phân ra các kiểu liên tục sau:

- Kiểu liên tục G0: tại vị trí nối các thành phần không tiếp xúc;
- Kiểu liên tục G1: các thành phần tiếp xúc tại vị trí nối, độ cong thay đổi ở mỗi nhánh;
- Kiểu liên tục G2: tại vị trí nối các thành phần tiếp xúc và có độ cong không đổi.



Hình 6. Các kiểu liên tục của đường và mặt

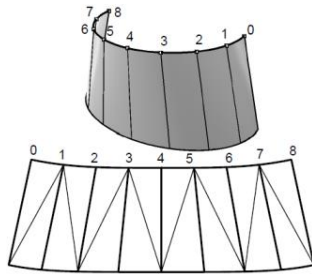
Trong ứng dụng CAD để tạo mô hình 3D biểu diễn mặt, đầu tiên thường phải vẽ các yếu tố dùng để xác định mặt như: điểm, đường sinh, đường dẫn hướng, tiết diện, trục quay,... Sau đó sử dụng các lệnh thích hợp dựa trên các yếu tố này để dựng mô hình 3D biểu diễn mặt. Nhóm lệnh cơ bản dùng để tạo mặt thường bao gồm các lệnh: EXTRUDE (1), REVOLVE (2), LOFT (3), SWEEP (4&5). Bên cạnh các lệnh tạo mặt còn có nhóm các lệnh dùng để xử lý mặt sau khi tạo: TRIM, SPLIT, JOIN, BLEND,...



Hình 7. Các mô hình 3D của mặt

2.2. Xác định hình khai triển của mặt

Để tìm hình khai triển của mặt, thường chia nhỏ mặt thành các mảnh, và thay thế mỗi mảnh bằng một hình phẳng xấp xỉ. Có thể coi các hình phẳng này là hình khai triển gần đúng của mặt. Việc chia nhỏ và tìm hình dạng thật của các hình phẳng tốn nhiều thời gian và mang tính lặp lại nên thường được thực hiện tự động trong CAD. Độ sai lệch giữa mặt và hình khai triển tương ứng (diện tích, chiều dài, vị trí) phụ thuộc vào mức độ chia nhỏ mặt và tính chất của mặt, chẳng hạn như mặt kẻ hoặc mặt không kẻ, mặt khả triển hoặc mặt không khả triển.



Hình 8. Khai triển mặt

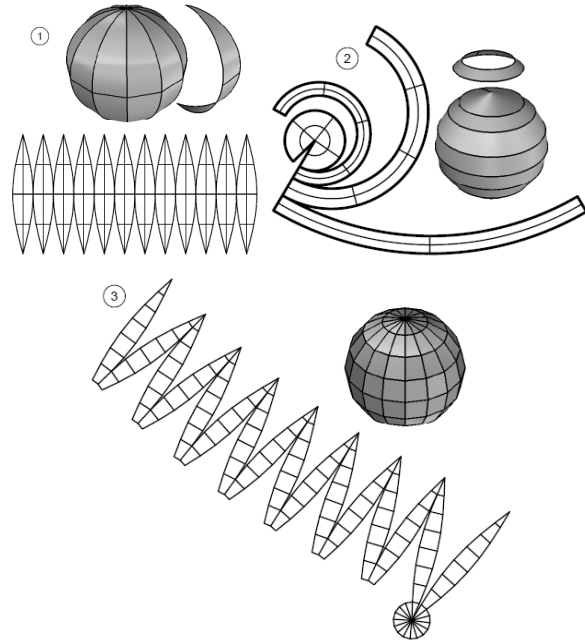
Các mặt khả triển có các đường sinh là đường thẳng, và nếu chọn đủ gần nhau thì hai đường sinh ở vị trí liền kề sẽ nằm trong cùng một mặt phẳng: cắt nhau hoặc song song. Cho nên hình khai triển của những mặt này thường có độ chính xác cao và chỉ phụ thuộc vào mức độ chia nhỏ mặt.

Để khai triển các mặt không khả triển thường thay thế bằng các mặt khả triển gần đúng. Các phương pháp thay thế thường được áp dụng: thay bằng các mặt trụ, mặt nón, và đa diện lưới. Một số phương pháp trình bày khai triển mặt cầu được minh họa ở hình 9.

- Hình 9.1 sử dụng các mặt phẳng kinh tuyến chia mặt cầu thành các múi bằng nhau. Mỗi múi cầu được thay thế bằng múi trụ ngoại tiếp (hoặc nội tiếp) với mặt cầu.

- Hình 9.2 sử dụng các mặt phẳng vĩ tuyến chia mặt cầu thành các đới cầu. Mỗi đới cầu được thay bằng mặt nón cắt nội tiếp mặt cầu.

- Hình 9.3 chia lưới mặt cầu và thay mặt cầu bằng đa diện lưới. Phương pháp chia lưới có thể áp dụng cho tất cả các mặt (bao gồm cả mặt khả triển) để tìm hình khai triển của mặt.

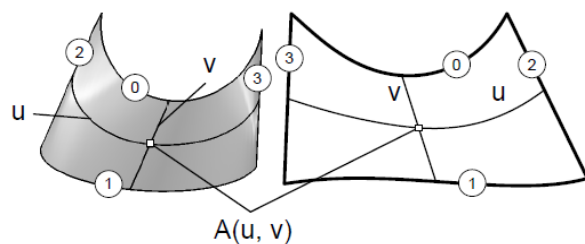


Hình 9. Các phương pháp khai triển mặt cầu

Trong cả ba phương pháp kể trên nếu tăng mức độ chia nhỏ (số múi, số đới cầu, mật độ lưới) sẽ làm cho hình khai triển càng chính xác. Tuy nhiên cần chú ý đối với các mặt không khả triển, việc tăng mức độ chia nhỏ sẽ làm tăng sự phân mảnh của hình khai triển dẫn tới việc lắp ghép không hiệu quả.

2.3 Đánh giá độ chính xác của hình khai triển.

Độ chính xác của hình khai triển được đánh giá so với mặt khảo sát dựa trên tính chất: độ dài của đường thuộc mặt phải được bảo toàn trước và sau khi khai triển. Ngoài ra việc so sánh diện tích giữa mặt và hình khai triển tương ứng cũng cần được xét đến trong đánh giá sai số. Trong mô hình NURBS, vì các giá trị tham số u, v của điểm và đường thuộc mặt chỉ phụ thuộc vị trí tương đối của chúng trên mặt và được bảo toàn trước và sau khi khai triển, nên có thể dùng các giá trị u, v để đánh giá sai lệch về cả chiều dài lẫn vị trí.



Hình 10. Đánh giá kết quả khai triển

Xét mặt S_0 và hình khai triển tương ứng S_k với u, v là các đường cong tham số đẳng trị cắt nhau tại điểm A (hình 10).

Việc đánh giá ước lượng độ chính xác giữa S_0 và S_k có thể thực hiện qua việc kiểm tra:

- Kiểm tra độ dài các cạnh biên;
- Kiểm tra giá trị tham số u, v của A;
- Kiểm tra diện tích S_0 và S_k .

Bảng 1 chỉ ra kết quả đánh giá sai số tương đối giữa mặt khảo sát và mặt khai triển (xem hình 10).

Bảng 1. Kết quả đánh giá

Đánh giá	Sai số tương đối %
Đáy trên 0	0.0013
Đáy dưới 1	0.0002
Cạnh 2	0
Cạnh 3	0
Diện tích	0.0008
Giá trị tham số u, v tại điểm A	$\Delta u = 0.9149$
	$\Delta v = 0$

2.4. Ứng dụng CAD trong khai triển 3D

Việc lựa chọn phần mềm CAD 3D thích hợp để sử dụng trong bài toán khai triển mặt có ý nghĩa quan trọng. Trong trường hợp tổng quát của bài toán khai triển, khả năng cho phép chia lưới và mức độ can thiệp vào việc chia lưới của ứng dụng CAD 3D có tính quyết định đối với việc giải bài toán. Chỉ một số ít phần mềm CAD 3D như Rhino, Alias,... cung cấp chức năng chia lưới [4], [5]. Chức năng này giúp xác định mật độ lưới, dạng phần tử lưới (tam giác, tứ giác), chọn chiều dài cạnh lưới ngắn nhất, dài nhất, mức độ tiếp cận mặt của lưới,... Các chức năng hỗ trợ chia lưới này không những cho phép giải các bài toán khai triển phức tạp mà còn cho phép người dùng điều chỉnh độ chính xác của hình khai triển.

Tiến hành so sánh giữa SolidWorks và Rhino trong việc khai triển các mặt xoắn ốc ở hình 19. Do không hỗ trợ việc chia lưới nên SolidWorks chỉ có thể tìm được hình khai triển của mặt xoắn ốc của hình 19.1 vì đây là

mặt khả triển [6]. Ngược lại, Rhino có khả năng tìm được hình khai triển của tất cả các mặt xoắn ốc đã nêu. Kết quả so sánh độ chính xác của vẽ khai triển mặt xoắn ốc ở hình 19.1 giữa hai phần mềm được chỉ ra ở bảng 2.

Bảng 2. So sánh giữa Solidworks và Rhino

Sai số %	Solidworks	Rhino
Chiều dài	0.0422	0.0097
Diện tích	3.7582	0.0318

3. ỨNG DỤNG CAD 3D TRONG VẼ KHAI TRIỂN

Các bài toán dưới đây minh họa việc kết hợp giữa lý thuyết hình họa trong vẽ khai triển và sử dụng Rhino làm công cụ để biểu diễn và tìm hình khai triển của mặt.

Việc giải bài toán khai triển từ mô hình biểu diễn 3D gồm các bước:

- Xác định lược đồ và biểu diễn mặt đáp ứng yêu cầu của bài toán.
- Sử dụng đồ thị Gauss khảo sát và xử lý mặt nếu cần.
- Xác định hình khai triển của mặt từ mô hình 3D.

- Đánh giá kết quả.

Khi khai triển, đối với các mặt đóng cần chú ý việc chọn vị trí đường xẻ (đường nối, đường hàn - *split line*). Đường xẻ có chiều dài càng ngắn thì vật liệu nối càng giảm và dễ thực hiện. Mặt khai triển thường được chọn ở phía trong để giấu mối nối.

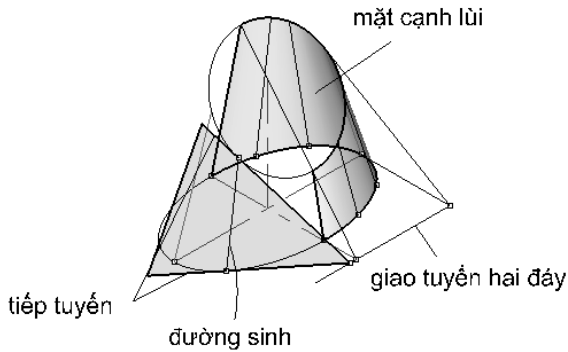
Trường hợp không thể tìm hình khai triển trực tiếp từ mô hình 3D thì việc tìm lời giải có thể được thực hiện như sau:

- Biểu diễn mặt
- Chia lưới mặt thông qua các bước: i) tạo lưới Mesh từ mặt Surface; ii) tạo đa diện lưới PolySurface từ lưới Mesh.
- Tìm hình khai triển của đa diện lưới.

3.1. Thiết kế mặt nối các tiết diện

Hình dạng và vị trí của các miệng nối được cho trước. Để mặt nối là mặt khả triển thường sử dụng mặt có cạnh lồi (mặt trụ và

nón là trường hợp đặc biệt của mặt có cạnh lồi (vị trí các đường sinh của mặt cạnh lồi có thể tìm được dựa vào nhận xét: các tiếp tuyến tại hai điểm mút của đường sinh với các đường cong của miệng nối phải song song hoặc cắt nhau tại một điểm thuộc giao tuyến của hai mặt đáy (hình 11).



Hình 11. Mặt có cạnh lồi

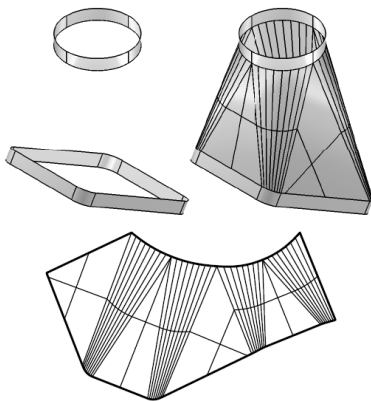
a) Nối giữa miệng tròn và miệng chữ nhật đáy không song song

Hình 1 đã trình bày ở phần giới thiệu là một ví dụ về nối giữa miệng tròn và miệng chữ nhật đáy không song song. Mở rộng bài toán trong trường hợp đáy chữ nhật có cung lượn như hình 11. Thay mỗi mặt nón ở hình 1 bằng mặt cạnh lồi nối tiếp với các hình phẳng tam giác.

Đánh giá mức độ khả triển của mặt kết hợp thông qua sai số diện tích:

$$\frac{S_{kt} - S_0}{S_0} \cdot 100\% = 0.0038\% \quad (2)$$

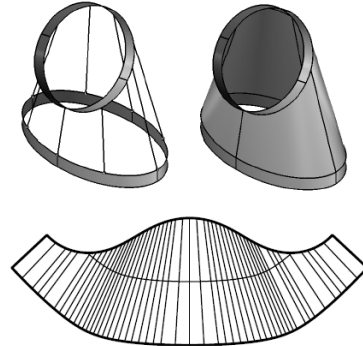
Trong đó, S_0 và S_{kt} lần lượt là diện tích mặt khảo sát và hình khai triển. Sai số chiều dài các miệng nối xấp xỉ bằng 0.



Hình 12. Nối miệng tròn với chữ nhật

b) Nối giữa miệng tròn và miệng ellipse

Để nhận được mặt khả triển sử dụng mặt cạnh lồi làm mặt nối. Dụng mặt kẻ đi qua các đường sinh sẽ nhận được mặt nối.



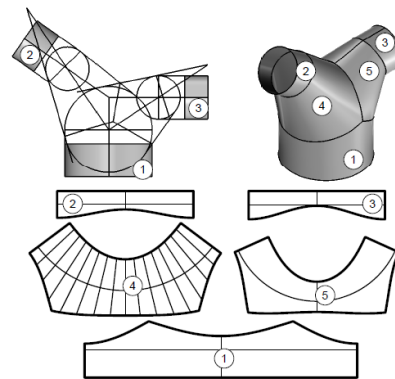
Hình 13. Khai triển mặt có cạnh lồi

3.2. Thiết kế mặt nối các ống trụ

Dựa vào vị trí các ống đã được cho trước, thực hiện nối ống và tìm hình khai triển. Đây là dạng bài toán khai triển thường gặp trong thực tế và được sử dụng để trình bày lý thuyết trong các tài liệu khai triển.

a) Nối các ống trụ bằng phương pháp cầu nội tiếp

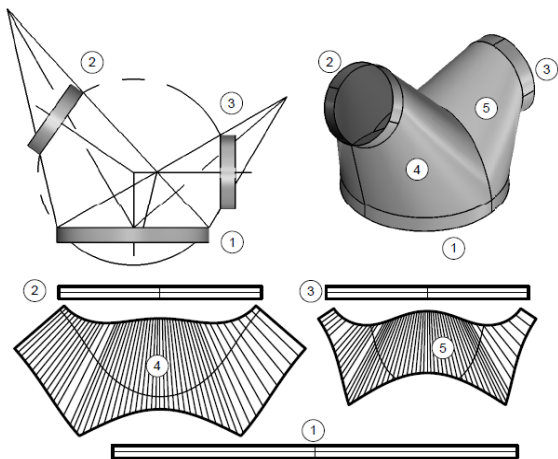
Để giao tuyến giữa các ống là đường cong phẳng thuận lợi cho việc lắp ghép, việc giải bài toán dựng hình có thể dựa vào định lý hình học: “Nếu hai mặt bậc hai cùng nội tiếp với một mặt bậc hai thứ ba thì giao của chúng sẽ là hai đường bậc hai đi qua giao điểm của hai đường tiếp xúc” [7]. Sử dụng mặt cầu phụ trợ ta sẽ được ống nối dạng nón tròn xoay (hoặc trụ tròn xoay nếu các ống có đường kính bằng nhau) và giao giữa các đoạn ống nối sẽ có dạng đơn giản là những đường cong conic.



Hình 14. Nối ống bằng phương pháp cầu nội tiếp

b) Nối ống tiết diện tròn

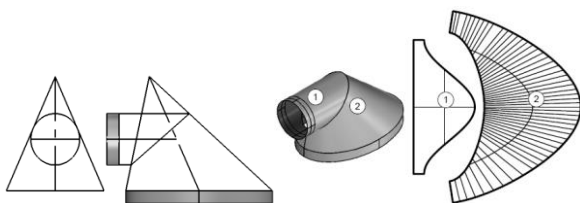
Có thể đưa bài toán trên về dạng đơn giản và hiệu quả hơn nhờ giảm số lượng giao và dạng hình học của giao sẽ là các tiết diện tròn. Sử dụng mặt phụ trợ là mặt cầu và ứng dụng định lý: “các mặt tròn xoay có chung trục quay sẽ cắt nhau theo đường tròn” [6]. Kết quả nhận được ống nối có miệng ra (giao tuyến) là các đường tròn. Điểm khác biệt so với bài toán trên là ống nối có dạng mặt nón nghiêng đáy tròn.



Hình 15. Khai triển ống nối miệng tròn

c) Nối ống trụ với miệng ra của chụp lò có dạng ellipse

Để nhận được mặt nối là mặt nón nghiêng đáy ellipse, có giao tuyến là đường conic phẳng, áp dụng định lý: “Nếu hai mặt bậc hai tiếp xúc với nhau ở hai điểm và đường thẳng nối hai điểm tiếp xúc không thuộc hai mặt thì giao của hai mặt bậc hai sẽ là hai đường bậc hai đi qua hai điểm tiếp xúc đó” [7].

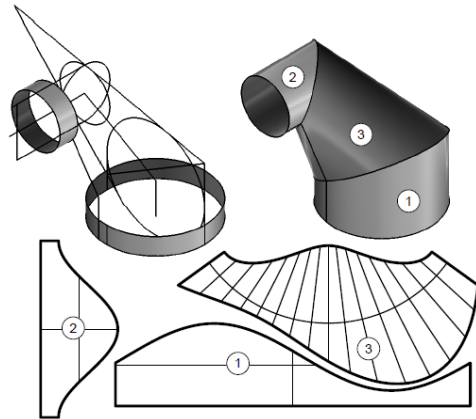


Hình 16. Nối ống trụ với miệng ellipse

d) Nối ống tâm không đồng phẳng

Dùng ống nối dạng nón tròn xoay để nối hai ống có các đường tâm không thuộc cùng mặt phẳng. Trường hợp các ống trụ có đường kính bằng nhau thì khi đó ống nối sẽ là trụ tròn xoay.

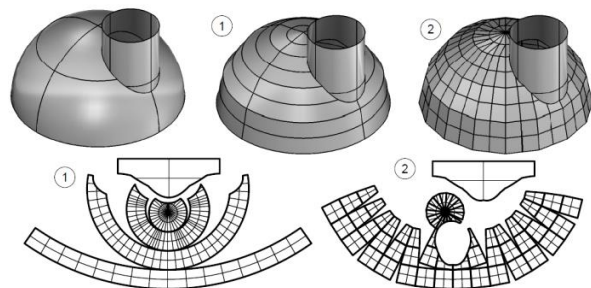
Để nhận được ống nối lần lượt xét các mặt phẳng chứa hai tâm kế tiếp nhau và áp dụng tương tự định lý ở trên. Tuy nhiên việc dựng hình này khá phức tạp nên có thể đưa bài toán về dạng ba tâm đồng phẳng và sau đó dùng phép quay quanh trục của ống nối để đưa về vị trí yêu cầu của bài toán.



Hình 17. Nối ống tâm không đồng phẳng

3.3. Nối cầu trụ

Thay thế mặt cầu bằng các phương pháp được trình bày ở đoạn trước. Dưới đây sử dụng phương pháp thay mặt cầu bằng các mặt nón (hình 18.1) và đa diện lưới (hình 18.2).



Hình 18. Nối ống trụ với mặt cầu

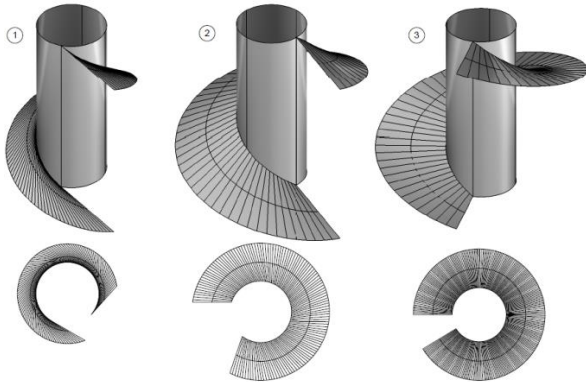
3.4. Khai triển các mặt xoắn ốc

Mặt xoắn ốc thuộc mặt kẻ và có nhiều ứng dụng trong thực tế, thường sử dụng các mặt xoắn ốc helicoid khả triển (hình 19.1), mặt xoắn ốc nghiêng (hình 19.2) và mặt xoắn ốc thẳng (hình 19.3). Để dựng các mặt xoắn ốc phải vẽ các đường xoắn ốc dẫn hướng, vị trí các đường sinh. Ngoại trừ mặt xoắn ốc helicoid khả triển (thực chất là mặt cạnh lồi), các mặt xoắn ốc khác là không khả triển [8]. Hình 19 biểu diễn các mặt xoắn ốc và hình khai triển tương ứng sử dụng phương pháp chia lưới.

Sai số chiều dài đường rất bé xấp xỉ bằng 0. Sử dụng diện tích để đánh giá sai số giữa mặt khảo sát và hình khai triển (bảng 3).

Bảng 3. Kết quả đánh giá

Mặt xoắn ốc	Sai số diện tích %
Helicoid khả triển	0.0318
Nghiêng	0.925
Thẳng	1.2251



Hình 19. Khai triển các mặt xoắn ốc

Qua một số bài toán minh họa trên ta có nhận xét chung là có thể sử dụng phương pháp biểu diễn 3D thay cho 2D để trình bày lý thuyết về khai triển cũng như ứng dụng trong thực tế dựa trên tính hiệu quả của việc tính toán dựng hình và độ tin cậy.

4. XÂY DỰNG EBOOK VỀ KHAI TRIỂN

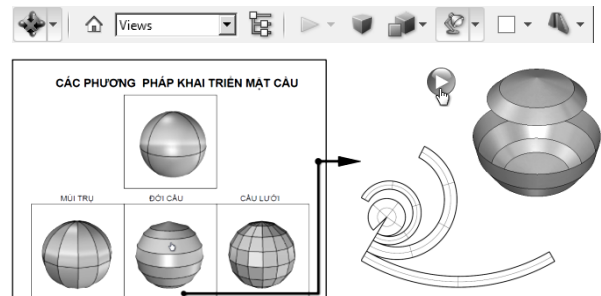
Nội dung và bố cục của ebook tương tự các tài liệu vẽ khai triển hiện có. Điểm khác biệt chủ yếu là biểu diễn mặt ở dạng mô hình 3D thay cho các hình chiếu 2D và sử dụng ứng dụng CAD 3D để tìm hình khai triển từ mô hình 3D. Các bài toán tuyển chọn được trình bày và sắp xếp phân loại theo chủ đề ở dạng bảng để dễ tra cứu, tìm kiếm.

Ngoài các hình vẽ văn bản trình bày, trong tài liệu ebook còn chứa dữ liệu 3D nên định dạng ebook cần cho phép người sử dụng tương tác về mặt hiển thị với các mô hình 3D. Định dạng PDF được đề xuất vì đáp ứng các yêu cầu đề ra cũng như khá phổ biến trong thực tế và không phụ thuộc vào phần mềm ứng dụng CAD.

Các phiên bản định dạng PDF mới hiện nay, (bắt đầu từ phiên bản 9) cho phép hỗ trợ

nhúng dữ liệu CAD 3D vào tài liệu, đồng thời cung cấp các tiện ích cho phép người dùng tương tác hiển thị với các mô hình 3D có trong tài liệu. Tính năng này giúp người sử dụng không phải cài đặt bổ sung chương trình hiển thị dữ liệu 3D dùng kèm (trình viewer của các ứng dụng CAD). Để thực hiện nhúng dữ liệu, các mô hình 3D sau khi đã tạo xong trong ứng dụng CAD sẽ được xuất lưu ở một trong hai định dạng: U3D hoặc PRC [7, 8] gọi chung là định dạng 3D PDF. Đây là các định dạng đã được chuẩn hóa nhằm lưu trữ thông tin mô tả biểu diễn 3D và có thể nhúng trong file PDF [9].

Để sử dụng ebook, người dùng chỉ cần có chương trình miễn phí Adobe Reader từ phiên bản 9. Chương trình này cung cấp đầy đủ các chức năng biểu diễn dữ liệu và tương tác hiển thị 3D như: thay đổi hướng nhìn trong 3D; hiển thị thấy, khuất; chọn kiểu hiển thị render; tạo mặt cắt giúp khảo sát cấu trúc bên trong mô hình; chọn nguồn ánh sáng;... Các công cụ 3D này trợ giúp hiệu quả trong việc trình bày và cách thức giải bài toán khai triển (hình 20).



Hình 20. Biểu diễn 3D trong PDF

5. KẾT LUẬN

- Việc ứng dụng CAD 3D để biểu diễn và khai triển các mặt từ mô hình 3D được trình bày trong bài báo cho thấy có nhiều ưu điểm vượt trội so với phương pháp hình chiếu 2D. Sử dụng mô hình 3D ngoài tính trực quan về mặt biểu diễn, còn giúp đơn giản hóa và nâng cao độ chính xác trong quá trình tính toán dựng hình khai triển của mặt.

- Sử dụng phần mềm CAD 3D thích hợp làm công cụ để trình bày lý thuyết về khai triển theo hướng 3D thay cho phương pháp hình chiếu sẽ mang lại nhiều hiệu quả trong

việc tìm hiểu về khai triển và cho phép ứng dụng ngay vào thực tiễn.

- Một tài liệu ebook về khai triển kết hợp sử dụng phần mềm CAD, có khả năng tương

tác về mặt hiển thị với các mô hình 3D đã được xây dựng. Tài liệu ebook này sẽ góp phần bổ sung một cách hữu ích và thiết thực vào nguồn tài liệu về khai triển còn khá ít hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Hữu Quế, Đặng Văn Cứ, Nguyễn Văn Tuấn, *Vẽ kỹ thuật cơ khí tập hai*, NXB Giáo dục, 2008, pp. 166-182.
- [2] Joseph J. Kaberlein, *Triangulation Short-Cut Layouts*, Macmillan, 1973, pp. 21-29.
- [3] Pivot, *Intro: What is NURBS? General modeling tips. Analyzing Shape*, Pivot, 2008.
- [4] Ron K. C. Cheng, *Inside Rhinoceros 5*, Cengage Learning, 2013, pp. 497-506.
- [5] Autodesk, *Autodesk Inventor Help*, Autodesk, 2016.
- [6] Dassault Systèmes, *SolidWorks Help*, Dassault Systèmes, 2016.
- [7] Nguyễn Đình Điện, Đỗ Mạnh Môn, *Hình học họa hình, Tập một*, NXB Giáo dục, 2005, pp. 140-143.
- [8] B. L. Wellman, *Technical Descriptive Geometry*, McGraw-Hill, 1957, pp. 344-345.
- [9] Adobe, *Adding 3D models to PDFs (Adobe Acrobat Help)*, Adobe, 2016

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Đức Tôn

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM

Email: tonnd@hcmute.edu.vn