

THIẾT KẾ HOÀN THIỆN TUYẾN HÌNH TÀU THỦY BẰNG MÁY VI TÍNH

Vũ Tiến Đạt, Đoàn Minh Thiện

Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 10 tháng 11 năm 2001, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 1 năm 2002)

I. Ứng dụng vi tính vào công nghiệp đóng tàu tại Việt Nam

Việc ứng dụng vi tính vào công nghiệp đóng tàu thủy trong công việc thiết kế và xây dựng tuyến hình tàu, và quá trình sửa chữa, tổ chức sản xuất, v.v. là công việc vô cùng to lớn mà thực sự cho đến ngày nay, đất nước chúng ta nói chung và công nghiệp tàu thủy nói riêng chưa ứng dụng được là bao, ngay từ khâu thiết kế tuyến hình ban đầu bằng công cụ vi tính cũng còn nhiều bỡ ngỡ, chậm chạp, hạn chế. (Hình 1)

Với nội dung của bài báo này (theo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, mã số đề tài: B96-20-17 được đánh giá kết quả tốt 6/6).

1. Tác giả trình bày một phần ngắn gọn các phương pháp thiết kế tuyến hình tàu thủy và kiểm tra chúng, mà kết quả đã được áp dụng tại một số đơn vị đóng tàu ở phía nam mà đặc biệt đã đóng góp vào việc chế tạo thành công tàu Việt Đan hạ thủy 21/3/1998 cho đồng bằng sông Cửu Long.
2. Tác giả còn đưa ra phương pháp mặt cắt để kiểm tra tuyến hình và các bề mặt vỏ tàu trực tiếp trên máy vi tính, để từ cơ sở này việc tiến hành sửa chữa và hoán cải tàu rất thuận tiện, đạt hiệu quả kinh tế cao.

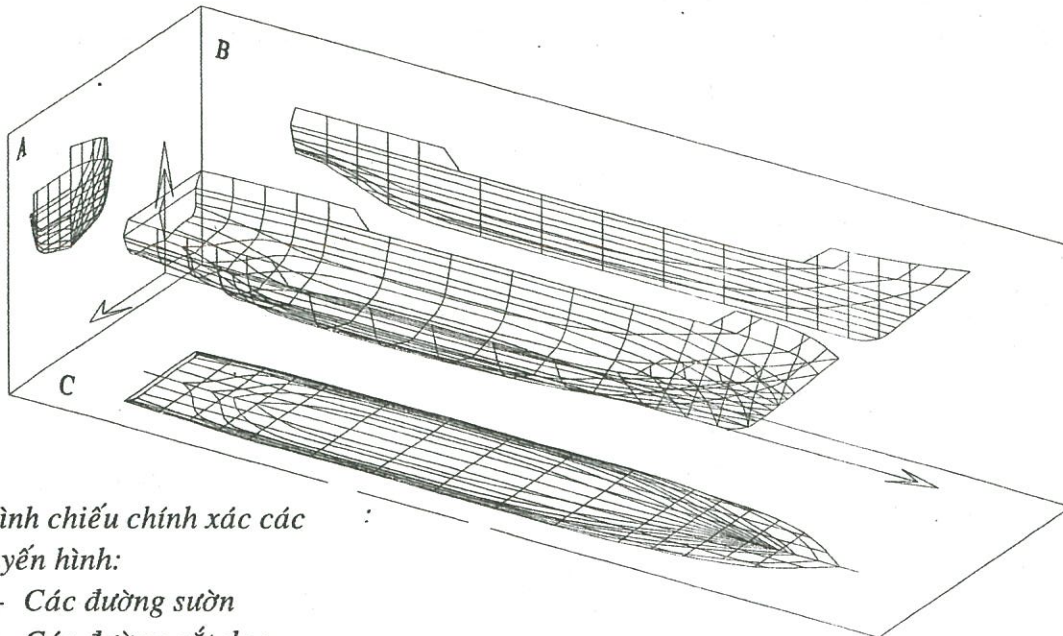
II. Cấu trúc các họ đường cong hình dáng tàu

Các họ đường cong và các hàm biểu diễn ứng dụng trong tàu thủy:

Các họ đường cong thường dùng trong thiết kế tàu thủy thường là các đường sau đây: đường thẳng, đường Spline, đường Parabol, .v.v

Trong thiết kế tuyến hình tàu thủy để có bề mặt vỏ tàu thủy có dạng lưu tuyến phù hợp với những tính năng về thủy tĩnh cũng như có sức cản thấp. Công nghệ cổ điển thường vẽ đường hình này trên sàn phóng dạng bằng cách dùng các con chặn và các lát gỗ dùng làm thước cong. Các con chặn dựa vào các tọa độ làm các điểm điều khiển việc vẽ các đường cong trơn nhẵn. Trong công nghệ mới các đường cong tuyến hình này được thiết kế trên máy tính bằng các đường Spline là các đường cong được vẽ dựa trên một số điểm điều khiển.

Trong phần này chỉ xét đến các tính chất họ đường cong B-Spline trong thiết kế tuyến hình tàu thủy.



Hình chiếu chính xác các
tuyến hình:

A- Các đường sườn

B- Các đường cắt dọc

C- Các đường nước

1) DẠNG BERNSTEIN CỦA CÁC ĐƯỜNG CONG BEZIER :

Đường cong Bezier dựa trên $(L + 1)$ điểm kiểm soát p_0, p_1, \dots, p_L được bởi công thức

$$p(t) = \sum_k^L p_k B_k(t)$$

Đối với mặt Bezier ta có phương trình sau :

$$p(u, v) = \sum_{i=0}^M \sum_K^L p_{i,k} B_i^M(u) B_K^L(v)$$

2) ĐÁNH GIÁ CÁC ĐƯỜNG CONG BEZIER:

Bằng cách hiệu chỉnh các điểm kiểm soát ta có thể tạo ra các đường cong như mong muốn. Công việc này được nhiều lần cho đến khi toàn thể đường cong thỏa mãn yêu cầu .

Tuy nhiên có một vấn đề là đường cong Bezier có tính cục bộ yếu , tức là khi ta thay đổi bất kỳ điểm kiểm soát nào thì toàn bộ đường cong thay đổi theo nhưng trong thực tế ta lại chỉ muốn thay đổi một ít về dạng đường cong ở gần khu vực đang hiệu chỉnh các điểm kiểm soát , đây là một hạn chế không khắc phục được. Do vậy, đường Spline và B-Spline đã vượt qua các hạn chế trên.

3) ĐƯỜNG CONG SPLINE VÀ B-SPLINE :

1c. Đường cong Spline

$$p(t) = \sum_{k=0}^l p_k R_k(t)$$

p_k : $k = 0, L$ là các điểm kiểm soát

$R_k(t)$, $k = 0, L$ là các hàm trộn (blending function) liên tục trong mỗi đoạn cong $[t_1, t_{i+1}]$ và mỗi nút . Mỗi $R_k(t)$ là đa thức riêng phần (piceewise polynomia).

2c. Đường cong B-Spline :

Đối với các hàm B-Spline, mỗi đa thức riêng phần tạo nên có một cấp nào đó, ta gọi là m . Do đó thay vì dùng kí hiệu $k_k(t)$ cho các hàm riêng phần này ta sẽ ký hiệu hàm trộn này bởi $N_{k,m}(t)$.

$$p(t) = \sum_{k=0}^L p_k N_{k,m}(t)$$

Do vậy đường B-Spline có thể biểu diễn lại.

4) MỘT VÀI ƯU ĐIỂM ĐẶC BIỆT ĐƯỢC ỨNG DỤNG KHI THIẾT KẾ TUYẾN HÌNH TÀU BẰNG CÁC ĐƯỜNG SPLINE:

- * Các đường B-Spline cấp m là đa thức riêng phần cấp m .
- * Hàm trộn B-Spline $N_{k,m}(t)$ bắt đầu ở t_k và kết thúc ở t_{k+m} .
- * Một đường cong B-Spline đóng dựa trên $L+1$ điểm kiểm soát có thể tạo ra bằng cách dùng phương trình đường cong B-Spline tuần hoàn :

$$p(t) = \sum_{k=0}^L p_k N_{0,m}((t - k) \bmod(L + 1))$$

- * Nếu dùng vector chuẩn thì đường cong B-Spline sẽ nội suy các điểm kiểm soát đầu tiên và cuối cùng . Các hướng khởi đầu và kết thúc của đường cong sẽ nằm dọc theo các cạnh đầu tiên và cuối cùng của đa giác kiểm soát.
- * Mỗi hàm B-Spline $N_{k,m}(t)$ là không âm với mọi t , và họ các hàm này cộng lại bằng:
- * Các đường cong dựa trên các đường B-Spline là bất biến Affine, do đó để biến đổi 1

$$\sum_{k=0}^L N_{k,m}(t) = 1; \forall t \in [t_0, t_{m+1}]$$

đường cong B-Spline, chỉ cần biến đổi từng điểm kiểm soát đã được biến đổi này. Tính chất này tương tự như đối với đường cong Bezier.

- * Đường cong B-Spline là tập hợp các điểm kiểm soát và do đó nằm trong bao lồi các điểm này.
 - * Độ chính xác tuyến tính của các đường B-Spline: Nếu m điểm kiểm soát kế nhau là tuyến tính cùng nhau thì lồi của chúng là một đường thẳng và đường cong sẽ bị gài vào bên trong bao lồi đó (i.e cũng trở thành đường thẳng).
 - * Tính chất giảm độ biến thiên: Một đường cong B-Spline không cắt bất kỳ một mặt phẳng nào với số lần cắt nhiều hơn khi cắt đa giác kiểm soát của nó (Số giao điểm đường cong B-Spline với bất kỳ mặt phẳng nào , nếu có, luôn nhỏ hơn số giao điểm, nếu có, giữa các đa giác kiểm soát của nó với mặt phẳng đó).
- Với các đường cong B-Spline, khả năng cục bộ hoá cao hơn trong việc điều khiển điểm kiểm soát để tạo dáng đường cong đã giúp tạo ra các đường cong một cách dễ dàng để phù hợp tốt nhất với yêu cầu thiết kế.

5) MỘT SỐ LƯU Ý TRONG KHI THIẾT KẾ CÁC DẠNG ĐƯỜNG CONG TUYẾN HÌNH TÀU BẰNG HỌ ĐƯỜNG SPLINE:

Trong khi thiết kế tuyến hình tàu thủy trên chương trình cần lưu ý :

* Tuyến hình tàu thủy không chỉ là một số đường cong Spline mà một số trong chúng thông thường sẽ có các điểm gãy bẻ góc như hông tàu, be gió, boong nâng, .v.v. Chính vì vậy khi thiết kế tuyến hình tàu ta phải lưu ý chỉnh sửa các tuyến hình sao cho các đường Spline là trơn láng mà vẫn đảm bảo các điểm gãy trên tuyến hình tàu. Cần lưu ý là khi nối các đỉnh bẻ góc trên các đường sườn với nhau ta phải có một đường cong trơn láng trên tuyến hình.

* Trên một số tuyến hình tàu như canô, sà lan, phà, .v.v. các đường cong đôi khi có dạng các đường thẳng kết nối với các đường cong phẳng.

* Trên các tàu thông thường có mũi quả lê, mặt cắt đi qua các sườn tại vị trí mũi sẽ có dạng 2 đường cong phẳng như hình 2.

* Các dạng tàu thuyền buồm, tàu thuyền có tốc độ cao thường có vây giảm lắc (giảm dao động ngang của tàu trên sóng), hoặc có các ky đáy (thiết kế để tăng tính ổn định ổn định hình dáng ban đầu). Các dạng này thông thường có 2 phương pháp để thiết kế:

- Coi vây giảm lắc (hoặc ky đáy) như một vật thể riêng biệt. Phương pháp này ta thiết kế vây giảm lắc riêng và cộng chung vào tuyến hình tàu. Ưu điểm của phương pháp này là thiết kế vây giảm lắc nhanh và độc lập. Nhược điểm của phương pháp này là rất khó khăn trong việc tìm giao tuyến của vây giảm lắc với tuyến hình tàu. Và việc tìm giao tuyến của vây giảm lắc và tuyến hình không chính xác sẽ dẫn đến những sai số đáng kể trong tính toán và khai triển để gia công sau này.

- Coi vây giảm lắc như một phần của tuyến hình tàu. Phương pháp này khắc phục được nhược điểm của phương pháp trên là không cần tìm giao tuyến của vây giảm lắc và tuyến hình tàu. Tuy nhiên việc thiết kế vì vậy sẽ chậm hơn vì phải nhập tọa độ của vây giảm lắc ngay khi nhập tọa độ các đường sườn.

III. Phương pháp mặt cắt

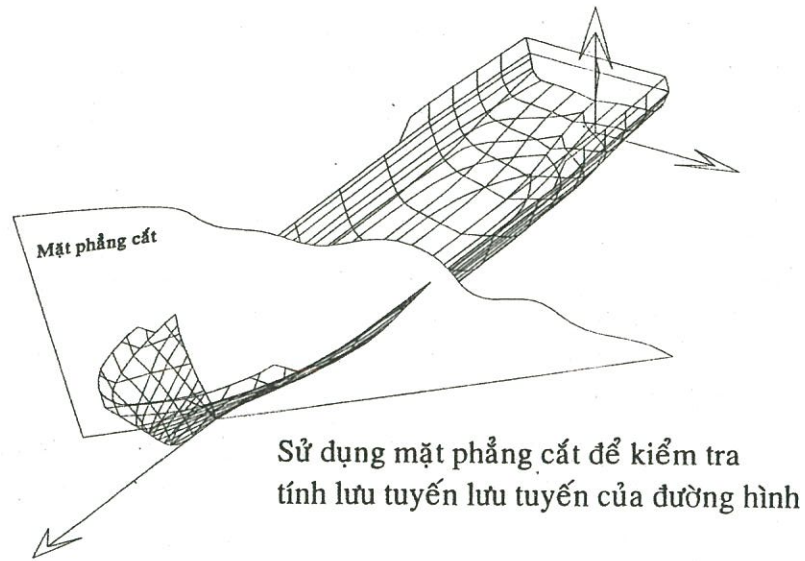
Phương pháp mặt cắt giúp cho các nhà thiết kế và công nghệ nhanh chóng xây dựng được họ đường cong sườn thực từ tuyến hình lý thuyết đã có. (Hình 2)

1) Mặt cắt và các thuật toán thiết kế tuyến hình tàu thủy:

a. Phương pháp thiết kế chương trình:

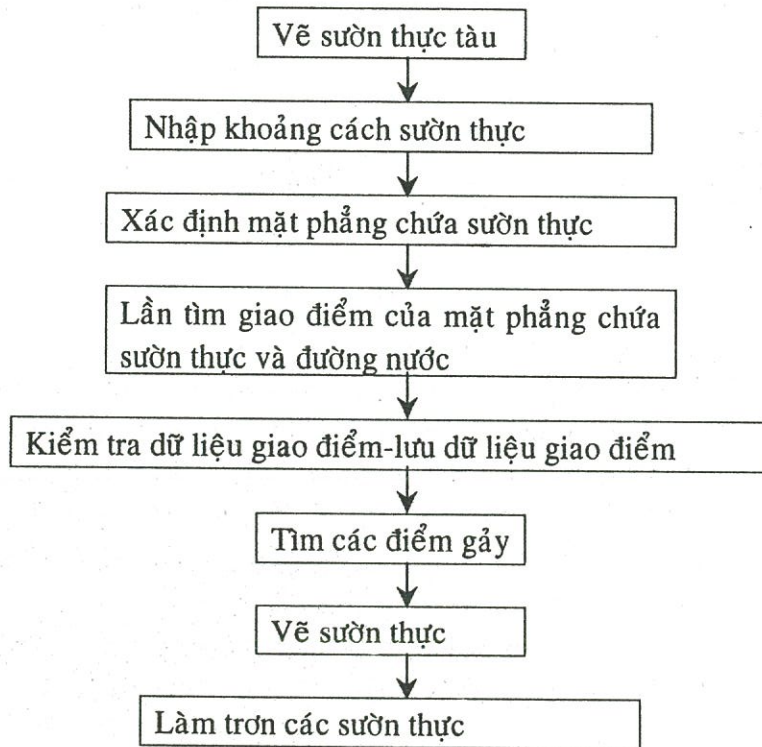
Một chương trình tự động hoá thiết kế tuyến hình tàu thủy phải dựa trên các cơ sở lý thuyết của các thuật toán thiết kế đường Spline nói trên . Tuy nhiên quá trình thiết kế một chương trình đồ họa xây dựng các đường cong Spline và NURB rất phức tạp và tốn nhiều công sức, chính vì vậy mà chương trình được thiết kế dựa trên nền tảng của các đường Spline của AutoCAD. AutoCAD là một chương trình đồ họa mạnh và có thuật toán về đường Spline thích hợp với thiết kế tàu thuyền.

Chương trình xây dựng bằng ngôn ngữ AutoLISP chạy trên nền AutoCAD . AutoLISP là một ngôn ngữ lập trình thông dụng và khả năng ứng dụng mạnh về đồ họa nhờ nền tảng của môi trường AutoCAD.



Hình 2

b. Sơ đồ giải thuật về vẽ đường sườn thực: (Hình 3)



Hình 3

2) Ứng dụng (trên các tàu thực tại các nhà máy):

- Bằng các thuật toán thiết kế dạng mặt cắt này trên thực tế chúng ta có thể dễ dàng từ một tuyến hình lý thuyết tàu vẽ ngay được các đường sườn chính xác và nhanh chóng. Từ đó thực hiện việc phóng dạng tàu tự động nhanh chóng.

- Một số kết quả thực hiện trên thực tế tại nhà máy.

IV. Kết luận

Phương pháp thiết kế tuyến hình tàu với sự trợ giúp bằng vi tính có 2 ý nghĩa chủ yếu:

- Nhanh chóng tạo nên hình dáng của vỏ tàu có bề mặt lưu tuyến phù hợp với những tính năng về thủy tĩnh – động học đặt ra cho thiết kế cũng như dễ dàng công nghệ chế tạo.
- Mô hình hoá hình dạng vỏ tàu, làm cơ sở cho việc tự động hoá tính toán thiết kế và thi công cũng như lưu trữ phục vụ cho công tác trong khai thác, sửa chữa, hoán cải, lưu trữ hồ sơ nhanh chóng và đầy đủ. .

Ngoài ra còn có các lợi ích khác như: việc chế tạo mô hình dễ dàng và rẻ, độ chính xác tuyến hình cao do đó sức cản nhỏ, đảm bảo chi phí dầu mỡ ít. Lợi ích này đối với một cá nhân hay một chuyến hàng là bé nhưng nếu tính cho cả đời con tàu, cho nhiều tàu được sử dụng trong xã hội là rất lớn.

Tính khả thi của đề tài là rất cao đáp ứng cho thiết kế, phóng dạng, thi công và một phần cho nghiên cứu khoa học.

METHOD OF HULL DESIGN BY COMPUTER

Vu Tien Dat

University of Technology - Vietnam National University Ho Chi Minh City

(Received 10 November 2001, Revised 17 January 2002)

ABSTRACT: This article will talk about method of hull design by computer, smooth curves surfaces design using NURBS surfaces, since that is dominant mathematical used by most hull design and fairing programs.

This article discusses some of the flexibility you give up and some of the difficulties you encounter to take advantage of these benefits. Designers should also know more about the tools they use and understand what restrictions are placed on them by the program's user interface and restrictions are placed on them by underlying NURBS hull geometry.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp BỘ: Thiết kế tuyến hình tàu tàu thuyền bằng máy vi tính. Mã số đề tài: B96-20-17 .
- [2]. Nguyễn Đức Ân (cb) *Sổ tay kỹ thuật đóng tàu* , NXB-Khoa học & Kỹ Thuật , tập 1,2,3 1978.
- [3]. Nowacki, h., Creutz, G., AND Munchmeyert, F., "Ship lines Creation by Computer – Objectives, Methods and results", First International Symposium on Computer-Aided Hull Surface Definition (SCAHD77) , pp 1-18, SNAME , Anapolis, MD , 1977
- [4]. Soding , H. and Rabien, U., "Hull Surface Design by Modifying an Existing Hull" , First International Symposium on Computer-Aided Hull Surface Definition (SCAHD77),pp 19-29, SNAME, Anapolis, MD,1977
- [5]. Nowacki, H. and Reese , D., "Design and Fairing of Ship Surfaces", Surfaces in Computer aided Geometric Design, North Holland, Eds. Barnhill, R. and Boehm, W., 1983, pp 121-134
- Standerski, N., "The Generation of Ship Hulls With Given Design Parameters Using Tensor
- [6]. Product Surfaces", Theory and practice of Geometric Modeling , Eds. Strasser, W . and Seidel, H., Springer Verlag, 1989 ,pp 65-79