

# Phát triển hệ thống phản chuyển mô hình Solid 3D từ hai hình chiếu thành hệ thống phản chuyển từ ba hình chiếu

Expanding a 3D Solid Reconstruction System using Two Views to the System using Three Views

**Hoàng Long**

*Trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội*

*Đến Tòa soạn: 27-11-2017; chấp nhận đăng: 28-3-2018*

## Tóm tắt

Mô hình Solid 3D là hết sức cần thiết trong kỹ thuật cơ khí bởi những ứng dụng của nó trong các lĩnh vực CAD/CAM/CAE/CAQ, một khuynh hướng đã từ lâu được các nhà khoa học trên thế giới tập trung nghiên cứu để tạo ra mô hình này là phản chuyển từ các hình chiếu. Với phương pháp này, nhập thông tin hình học là dễ dàng đồng thời sử dụng được những bản vẽ 2D đã, đang và sẽ còn tồn tại. Những công trình trước đây của nhóm tác giả đã giải quyết được vấn đề tự động phản chuyển từ hai hình chiếu, đáp ứng đa số các chi tiết thông thường. Xuất phát từ phương pháp đó, trong bài báo này, tác giả đề xuất một phương pháp phản chuyển từ ba hình chiếu để đáp ứng những chi tiết phức tạp hơn mà hai hình chiếu là không đủ để phản chuyển. Phương pháp đó đã được cài đặt và xác minh tính đúng bởi một chương trình viết bằng ngôn ngữ ADSRX chạy trên phần mềm AutoCAD.

Từ khóa: Phản chuyển, Hình chiếu, CAD, 2D, 3D

## Abstract

The Solid 3D model is essential in mechanical engineering because of its applications in the areas of CAD/CAM/CAE/CAQ. A trend to create this model, that has long been studied by scientists around the world, is 3D model reconstruction from views. With this method, it is easy to enter geometric information as well as can use 2D drawings that have already existed. Our previous works have solved the problem of automatic reconstruction from two views for the usual details. Expanding this method, in this paper, the author proposed a method of reconstruction from three views for the more complex details. That method has been installed and tested by an ADSRX program running on AutoCAD software.

Keywords: Reconstruction, Orthographic Views, CAD, 2D, 3D.

## 1. Giới thiệu

Mô hình solid 3D trên máy tính trở nên thiết yếu trong kỹ thuật cơ khí hiện đại bởi những ứng dụng gắn liền với nó như tính toán ứng suất, chuyển vị theo phương pháp phần tử hữu hạn, phân tích động lực học, tĩnh học, gia công số, quan sát trực quan v.v. Để tạo ra mô hình này, có hai khuynh hướng:

- Sử dụng các phần mềm CAD 3D như SolidWork, Inventor, Catia, NX... để trực tiếp tạo ra các khối hình học cơ bản sau đó liên kết chúng với nhau bởi các toán tử Boolean;

- Tái tạo tự động solid 3D từ bản vẽ kỹ thuật dựa trên các hình biểu diễn 2D (được gọi là tự động phản chuyển).

Với phương pháp thứ nhất, người thiết kế phải có kỹ năng phân tích đối tượng và thực hiện tương tác thủ công với CAD 3D nên họ phải có kỹ năng đọc

hiểu bản vẽ kỹ thuật cũng như sử dụng thành thạo các hệ CAD 3D.

Với phương pháp thứ hai, người thiết kế chỉ cần tạo ra (hoặc có sẵn) bản vẽ kỹ thuật 2D – điều này là dễ dàng, nhanh chóng và hết sức quen thuộc với các kỹ sư, ngoài ra, hầu hết các sản phẩm hiện tại đã, đang và sẽ còn được biểu diễn và lưu trữ bằng bản vẽ kỹ thuật.

Phương pháp thứ nhất đã hết sức thành công, bắt đầu xuất hiện từ 1990 với AutoCAD R12, ngày càng tốt hơn và gần như đã đạt độ hoàn hảo. Trong khi đó, phương pháp thứ hai đã được khai sinh từ 1970 bởi Idesawa [1] và liên tục được đồng đạo các nhà khoa học trên toàn thế giới tập trung nghiên cứu [2,3], các công trình của họ có thể phân thành hai nhóm: nhóm sử dụng cấu trúc B-Rep (Boundary Representation); nhóm sử dụng cấu trúc CSG (Constructive Solid Geometry). Việc khảo sát các công trình này cho phép đưa ra những đánh giá sau:

- Gần đây, phương pháp phản chuyển dựa trên mô hình B-Rep được đánh giá cao hơn phương pháp dựa

\* Địa chỉ liên hệ: Tel.: (+84) 912369972  
Email: hoanglonggeobk@gmail.com

trên mô hình CGS. Điều này chủ yếu là do các phương pháp dựa trên mô hình CSG ít thích hợp với các vật thể có hình dạng, cấu trúc phức tạp (đặc biệt khi mà các khối cơ bản tương tác sẽ làm mất khả năng nhận biết ra chúng) và thường yêu cầu tương tác với người dùng nhiều hơn so với phương pháp dựa trên mô hình B-Rep. Tuy nhiên, trong cách tiếp cận dựa trên mô hình B-Rep vẫn còn một số vấn đề tồn tại như sau:

- Hầu hết các phương pháp phân chuyển đều đòi hỏi đầu vào là ba hình chiếu trong khi các bản vẽ kỹ thuật thường chỉ sử dụng hai hình chiếu để mô tả chi tiết máy thông dụng,

- Việc loại bỏ tất cả các đối tượng sai thường không triệt để, chưa sử dụng thông tin “thấy khuất” trên các hình chiếu dẫn đến cần nhiều hình chiếu để loại bỏ các đối tượng sai này. Rất ít công trình tìm ra tất cả các khả năng của kết quả phân chuyển,

- Phạm vi loại đối tượng còn hạn chế, nhiều phương pháp chỉ thích hợp và đề xuất cho đối tượng đa diện, một số khác đã mở rộng phương pháp dành cho đa diện vào mô hình vật thể chứa mặt bậc hai nhưng chưa xử lý được giao tuyến phức tạp và cấu trúc tương tác (cộng, trừ, giao) của các khối cơ bản chứa mặt cong đó.

Chưa có một công trình nào đạt được cả ba ưu điểm chính là: phân chuyển cho vật thể có chứa khối tròn xoay, từ hai hình chiếu và đưa ra đủ nghiệm.

Những phân tích trên đây là lý do tiến hành những công trình trước đây của chúng tôi [4..7] về vấn đề phân chuyển tự động, những công trình đó đã khắc phục được những tồn tại nêu trên và thành công với rất nhiều loại đối tượng không đòi hỏi hơn hai hình chiếu, tuy vậy cũng có không ít đối tượng đòi hỏi hơn hai hình chiếu. Chính vì vậy, trong công trình này, chúng tôi sẽ tìm cách phát triển hệ thống phân chuyển dựa trên hai hình chiếu đã được trình bày trong [4..7] thành một hệ thống phân chuyển dựa trên ba hình chiếu, thích nghi với những đối tượng phức tạp và khả năng gây ra nhiều nghiệm nếu chỉ dùng hai hình chiếu.

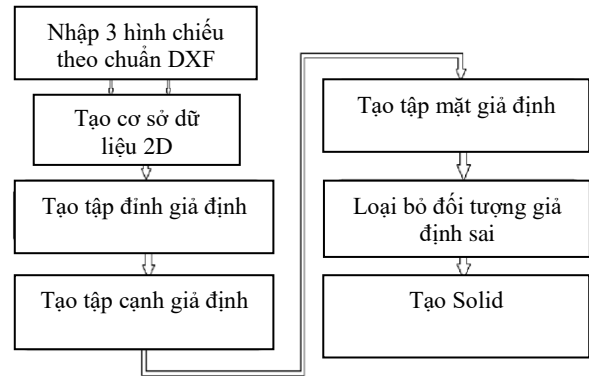
**2. Phương pháp phân chuyển 3 hình chiếu đề xuất**

**2.1. Tiếp cận phương pháp phân chuyển từ 3 hình chiếu**

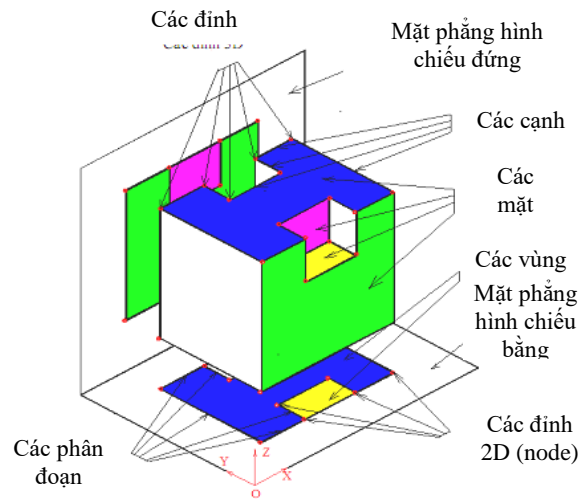
Lược đồ của hệ thống phân chuyển 3 hình chiếu được chỉ ra trên hình 1.

Bản vẽ hai hình chiếu được hoàn thành trong AutoCAD hoặc các phần mềm CAD có thể xuất sang định dạng DXF. Chức năng tạo cơ sở dữ liệu 2D có nhiệm vụ truy nhập vào cơ sở dữ liệu này để tạo ra cơ sở dữ liệu phục vụ cho hệ thống phân chuyển tự động

bao gồm: Định 2D, phân đoạn 2D, vùng (xem hình 2 và cách tổ chức cơ sở dữ liệu này trong tài liệu[4]).



**Hình 1.** Lược đồ hệ thống phân chuyển 3 hình chiếu



**Hình 2.** Các đối tượng hình học 2D và 3D

Từ cơ sở dữ liệu 2D, các khối chức năng tạo tập đỉnh, cạnh, mặt giả định là mới chỉ dựa trên điều kiện chiếu, chúng có thể là đúng hoặc sai tùy thuộc vào chúng có thoả mãn điều kiện tô pô (topology) của một vật thể hay không. Khối loại bỏ các đối tượng giả định sai nhằm tìm ra các tổ hợp giả định không thoả mãn điều kiện tô pô. Khối tạo mô hình solid 3D dựa trên tập mặt đúng và quan quan hệ mặt-vùng (xem tài liệu [7]).

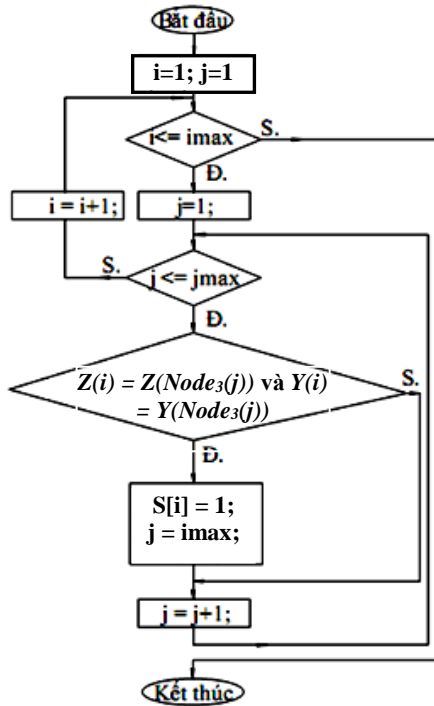
**2.2. Tạo các đối tượng giả định**

**2.2.1. Tạo đỉnh giả định**

Nguyên lý tạo đỉnh giả định từ 2 hình chiếu đứng và bằng là: Nếu tồn tại hai node trên hai hình chiếu đứng và bằng cùng nằm trên một đường đồng thẳng đứng (có cùng toạ độ X) thì có khả năng chúng là hai hình chiếu của một đỉnh.

Chi tiết việc tạo đỉnh từ 2 hình chiếu đứng và bằng được trình bày kỹ trong [4].

Phát triển phương pháp này cho hệ thống phân chuyên 3 hình chiếu như thuật toán trên hình 3:



**Hình 3.** Thuật toán tạo đỉnh giả định dùng 3 hình chiếu

Trong đó  $imax$  là số lượng đỉnh giả định được tạo ra từ hai hình chiếu đứng và bằng,  $i$  là biến chạy xác định chỉ số một đỉnh,  $jmax$  là số lượng node trên hình chiếu cạnh,  $j$  là biến chạy xác định chỉ số một node,  $Node_3$  là tập các đỉnh 2D trên hình chiếu cạnh,  $Z(i)$  là độ cao của đỉnh thứ  $i$ . Biểu thức điều kiện:

$$Z(i) = Z(Node_3(j)) \tag{1}$$

là để kiểm tra quan hệ giữa hình chiếu đứng và cạnh là có cùng độ cao  $Z$ ;

$$Y(i) = Y(Node_3(j)) \tag{2}$$

là để kiểm tra quan hệ giữa hình chiếu bằng và cạnh là có cùng độ xa  $Y$ . Nếu thoả mãn các biểu thức điều kiện trên, nghĩa là với mỗi đỉnh giả định được tìm ra từ hai hình chiếu đứng và bằng, tồn tại một node trên hình chiếu cạnh có cùng độ cao và cùng độ xa với nó thì ghi trạng thái 1 cho đỉnh này (nghĩa là không loại bỏ đỉnh giả định này, trước khi chạy thủ tục trên, giá trị  $S[i]$  được gán giá trị 0).

Biểu thức điều kiện (1) và (2) được tính toán từ việc chuyển đổi từ dữ liệu  $X, Y$  trên các hình chiếu đầu vào của hệ thống phân chuyên sang tọa độ 3D là  $X, Y, Z$  như sau:

$$Z = Node_1[t][Y] - Z_0 \tag{3}$$

$$X = Node_2[u][X] \tag{4}$$

$$Y = Y_0 - Node_2[u][Y] \tag{5}$$

$$Z = Node_3[j][Y] - Z_0 \tag{6}$$

$$Y = Node_3[j][X] - X_{min} \tag{7}$$

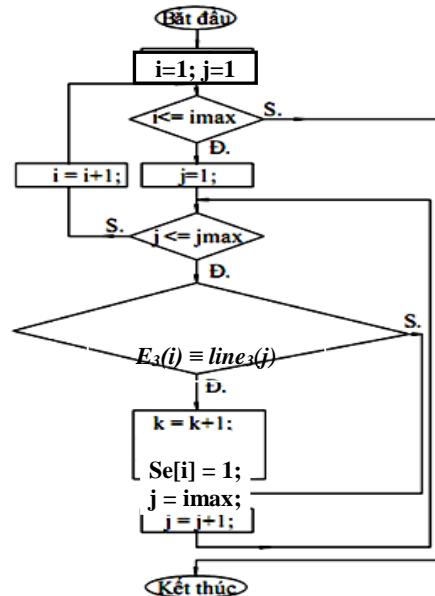
Trong đó:

$Node_1, Node_2$  lần lượt là tập các node trên hình chiếu đứng và bằng,  $Z_0 = \min\{Node_1[]\{Y\}\}$ ,  $Y_0 = \max\{Node_2[]\{Y\}\}$ ,  $X_{min} = \min\{Node_3[]\{X\}\}$ ;  $t, u, j$  lần lượt là chỉ số các node trên hình chiếu đứng, bằng, cạnh.

2.2.2. Tạo cạnh giả định

Nguyên lý tạo cạnh giả định từ hai hình chiếu đứng và bằng là: Nếu tồn tại hai đỉnh giả định 3D mà hình chiếu đứng của chúng được nối bởi một đường (hoặc trùng nhau) và hình chiếu bằng cũng được nối bởi một đường (hoặc trùng nhau) thì khả năng có một cạnh đi qua chúng.

Chi tiết việc tạo cạnh giả định từ 2 hình chiếu đứng và bằng được trình bày kỹ trong [4], phát triển phương pháp này cho hệ thống phân chuyên 3 hình chiếu như thuật toán trên hình 4, trong đó  $imax$  là số lượng cạnh giả định được tìm ra từ hai hình chiếu đứng và bằng;  $jmax$  là số lượng các phân đoạn 2D trên hình chiếu cạnh. Biểu thức điều kiện  $E_3(i) \equiv line_3(j)$  là để kiểm tra hình chiếu cạnh của cạnh  $E(i)$  có thuộc tập các phân đoạn trên hình chiếu cạnh hay không ( $line_3(j)$  là phân đoạn thứ  $j$  trong tập phân đoạn trên hình chiếu cạnh  $line_3$ ). Nếu thoả mãn biểu thức điều kiện trên thì ghi trạng thái 1 cho cạnh đó (nghĩa là không loại bỏ cạnh này, trước khi chạy thủ tục trên, giá trị  $Se[i]$  được gán giá trị 0).



**Hình 4.** Thuật toán tạo cạnh giả định dùng 3 hình chiếu

Cách tạo mặt giả định được trình bày trong tài liệu [5], loại bỏ các tổ hợp giả định sai và cách tạo solid được trình bày trong tài liệu [6,7].

### 3. Kết quả và thảo luận

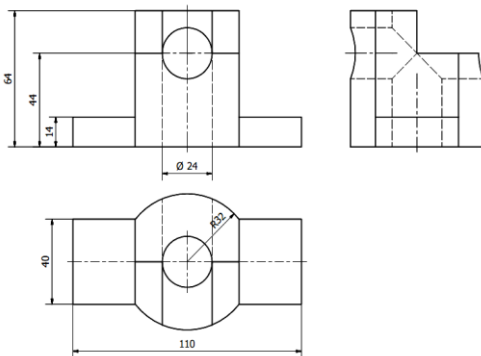
Phương pháp phân chuyển từ ba hình chiếu được phát triển từ phương pháp phân chuyển từ hai hình chiếu nói trên được thực hiện bằng chương trình tự động phân chuyển từ 2 hình chiếu viết bằng ngôn ngữ ADSRX tích hợp thêm các chương trình con bổ sung để thực hiện các thuật toán nêu trong phần 2.2. Hệ thống chương trình này chạy trên AutoCAD R14 nhằm kiểm chứng tính đúng của phương pháp phân chuyển đề xuất và so sánh với phương pháp phân chuyển hai hình chiếu đã cho ra kết quả như sau:

- Chạy hệ thống phân chuyển từ 2 hình chiếu đứng và bằng trên hình 5a cho ra 3 nghiệm như trên hình 5b, thời gian phân chuyển là 11 giây.

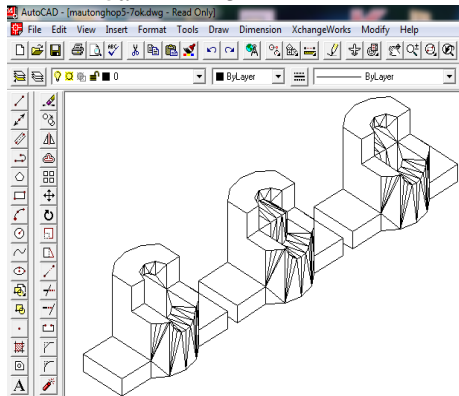
- Chạy hệ thống phân chuyển từ 3 hình chiếu đứng, bằng và cạnh trên hình 5a cho ra 1 nghiệm như trên hình 5c, thời gian phân chuyển là 1 giây.

- Chạy hệ thống phân chuyển từ 2 hình chiếu đứng và bằng trên hình 6a cho ra 2 nghiệm như trên hình 6b, thời gian phân chuyển là 95 giây.

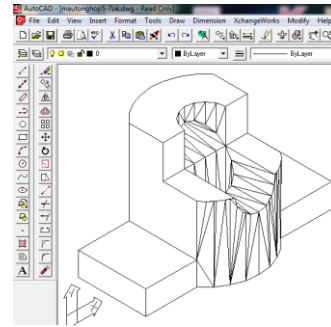
- Chạy hệ thống phân chuyển từ 3 hình chiếu đứng, bằng và cạnh trên hình 6a cho ra 1 nghiệm như trên hình 6c, thời gian phân chuyển là 6 giây.



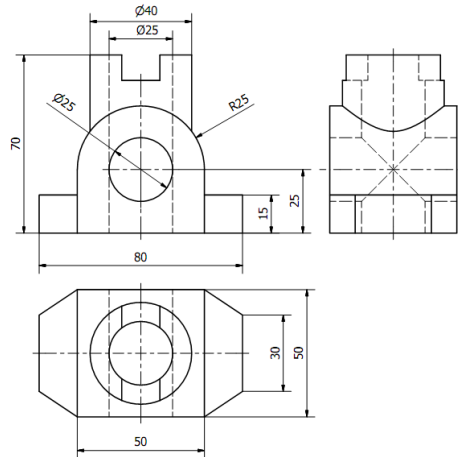
Hình 5a. Bản vẽ 3 hình chiếu mẫu 1



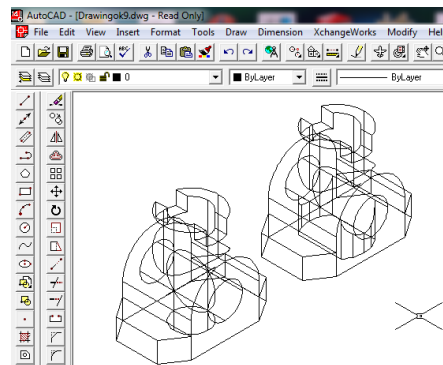
Hình 5b. Kết quả phân chuyển với 2 hình chiếu



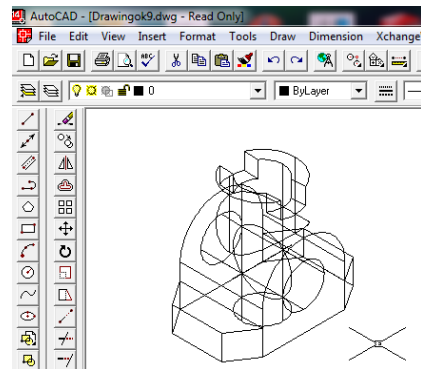
Hình 5c. Kết quả phân chuyển với 3 hình chiếu



Hình 6a. Bản vẽ 3 hình chiếu mẫu 2



Hình 6b. Kết quả phân chuyển với 2 hình chiếu



Hình 6c. Kết quả phân chuyển với 3 hình chiếu

#### 4. Kết luận

Phương pháp phản chuyển đề xuất dựa trên 3 hình chiếu đã giải quyết được những tồn tại của phương pháp phản chuyển dựa trên 2 hình chiếu đối với những đối tượng tồn tại nhiều mặt phẳng cạnh: Đã giảm thời gian phản chuyển đáng kể và đưa ra duy nhất một nghiệm. Tuy nhiên, với đa số các trường hợp khác, khi mà chỉ cần hai hình chiếu là đủ phản chuyển thì không nên sử dụng thêm hình chiếu thứ ba. Một hệ thống phản chuyển linh hoạt đáp ứng cả hai loại đối tượng nói trên sẽ là được trình bày trong bài báo tiếp theo của chúng tôi.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội trong đề tài mã số T2016-PC-059

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Fahiem, M. A., Haq, S. a., and Saleemi, F, A Review of 3D Reconstruction Techniques from 2D Orthographic Line Drawings, Geometric Modeling and Imaging (GMAI '07) (2007) 60–66.
- [2]. Furferi, R. Governi, L. Palai, M. and Volpe, Y., 3D Model Retrieval from mechanical drawings analysis, International Journal of Mechanics (2011) 91-99.
- [3]. Carfagni, M., Furferi, R., Governi, L., Palai, M., & Volpe, Y., 3D reconstruction problem: An automated procedure, In Applications of Mathematics and Computer Engineering-American Conference on Applied Mathematics, AMERICAN-MATH (2011) 99-104.
- [4]. Hoang Long, Banh Tien Long, Automatic Creating 3D Pseudo-Wireframe from 2D Orthographic Views, Tạp chí khoa học và Công nghệ các trường ĐHK. 106, (2015) 46-49.
- [5]. Hoang Long, Banh Tien Long, Phan Van Hieu, Conical Solid Model Reconstruction of 3D Pseudo-Wireframe Model Found from 2D Orthographic Views, Tạp chí khoa học và Công nghệ các trường ĐHK. 108 (2015) 68-72.
- [6]. Banh Tien Long, Hoang Long, Automatic 3D model reconstruction from a multi-views engineering drawing for CAD/CAM systems, Proceedings ISEPD ISBN 978-89-5708-236-2 (2014) 374-377.
- [7]. Hoang Long, Banh Tien Long, Automatic 3D Model Reconstruction from a Multi-Views Engineering Drawing File Containing Even Curves and Hidden Lines for Cad/Cam Systems, Proceedings RCMME ISBN 978-604-911-942-2 (2014) 20-23.