

PHƯƠNG PHÁP ỨNG DỤNG KỸ THUẬT NGƯỢC THIẾT KẾ SẢN PHẨM TRONG CHUYỂN ĐỔI SỐ

A DESIGN METHOD APPLYING REVERSE ENGINEERING IN DIGITAL TRANSFORMATION

Lê Văn An, Bùi Chấn Thanh, Trịnh Thái Hưng, Dương Lê Hùng
Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

TÓM TẮT

Bài báo trình bày quy trình xử lý kỹ thuật ngược trong thiết kế sản phẩm với mục đích số hóa các sản phẩm trong thiết kế 3D hướng đến ứng dụng chuyển đổi số. Mối liên hệ giữa ứng dụng kỹ thuật số trong sản xuất và kỹ thuật ngược trong thiết kế có được từ việc phân tích hệ thống công nghệ 4.0 [1], [2]. Theo các kết quả phân tích lý thuyết đề xuất phương pháp thiết kế thực hiện số hóa các sản phẩm và sản xuất các chi tiết 3D thích hợp với yêu cầu chuyển đổi số trong sản xuất. Từ các yêu cầu của quá trình chuyển đổi số trong sản xuất cho thấy vai trò quan trọng việc ứng dụng kỹ thuật ngược để số hóa các sản phẩm cơ khí. Bài báo ứng dụng phương pháp này trên một số sản phẩm thực tế cho kết quả là chi phí sản xuất thấp, điều kiện, phương thức đơn giản, phù hợp với xu thế phát triển trong thời gian tới tại Việt Nam.

Từ khóa: Kỹ thuật ngược; Chuyển đổi số; Công nghiệp 4.0.

ABSTRACT

This article presents the reverse engineering process in product design with the aim of digitizing products in 3D design towards digital transformation application in Industry 4.0.

Industry 4.0 system analysis, digital application in manufacturing and reverse engineering in design to find the connection. According to the results of theoretical analysis, a design method is proposed to digitize products and produce 3D parts in accordance with the requirements of digital transformation in production [1], [2]. From the requirements of the digital transformation process in manufacturing, it shows the important role of reverse engineering to digitize mechanical products. This application is conducted experimentally on some real products in this article. In fact, this method has been applied to production for many years, but today, along with the development of science and technology, making costs, conditions and methods simpler, this is a suitable new technology trend and necessary applications in digital transformation.

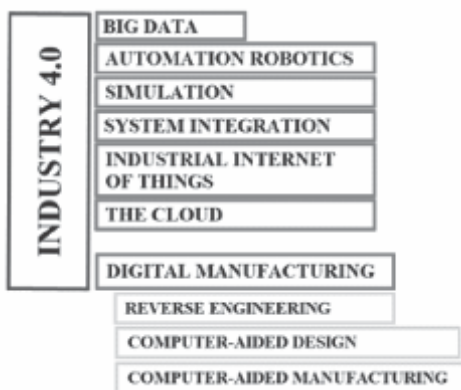
Keywords: Reverse engineering; Digital transformation; Industry 4.0.

1. TỔNG QUAN

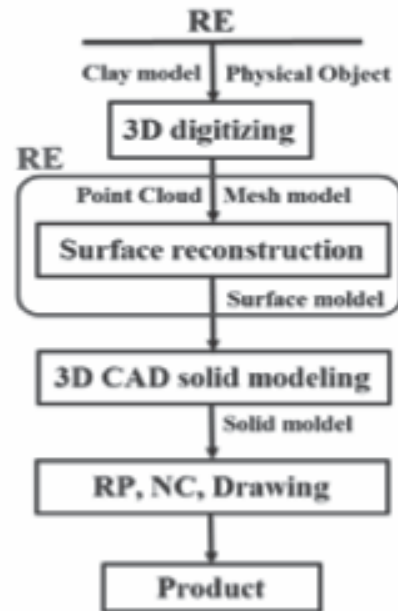
1.1. Công nghiệp 4.0

Kỹ thuật số phổ biến từ thập niên 80 thế kỷ trước ở các nước phát triển, từ đó xuất hiện các khái niệm và ý tưởng mới về thuật ngữ kỹ thuật số như thành phố số, nông nghiệp số, chiến tranh số,... Việc ứng dụng công nghệ số trong lĩnh vực sản xuất, đời sống, giáo dục, khoa học công nghệ, quốc phòng,... nhanh chóng mang lại lợi ích to lớn trong cuộc sống.

Khái niệm công nghiệp 4.0 ra đời ở Hanover, Đức vào khoảng năm 2011 với mục đích thúc đẩy ứng dụng kỹ thuật số vào sản xuất qua phân tích, tính toán và hình thức tương tác giữa người và máy. Bốn động lực chính của công nghiệp 4.0 (Hình 1) là Internet vạn vật, Internet công nghiệp, sản xuất dựa trên đám mây và sản xuất thông minh. Các yếu tố này không chỉ có mối quan hệ với nhau hỗ trợ ứng dụng kỹ thuật số vào ngành công nghiệp sản xuất mà liên kết với sự phát triển của công nghệ sinh học, nano hoặc vật liệu mới tạo ra động lực lớn hơn các cuộc cách mạng công nghiệp trước đây. Tuy vậy, công nghệ kỹ thuật số đã ra đời được một thời gian dài nhưng chưa được ứng dụng sâu rộng vào sản xuất.



Hình 1. Các yếu tố chính trong công nghiệp 4.0



Hình 2. Quy trình thực hiện kỹ thuật ngược

Ngày nay, ứng dụng kỹ thuật số vào sản xuất là một trong những yếu tố quan trọng quyết định giá thành. Việc kết hợp giữa kỹ thuật sản xuất truyền thống với công nghệ sản xuất kỹ thuật số đã hình thành các khái niệm tự động hóa và số hóa trong thiết kế, sản xuất và quản lý [3]. Vì vậy, chức năng, cấu trúc, chất lượng, hiệu suất của sản phẩm đáp ứng nhu cầu khách hàng. Do đó, công nghệ số đã trở thành công cụ quan trọng nhất để các công ty nâng cao khả năng cạnh tranh của sản phẩm.

1.2. Kỹ thuật ngược (Reverse Engineering)

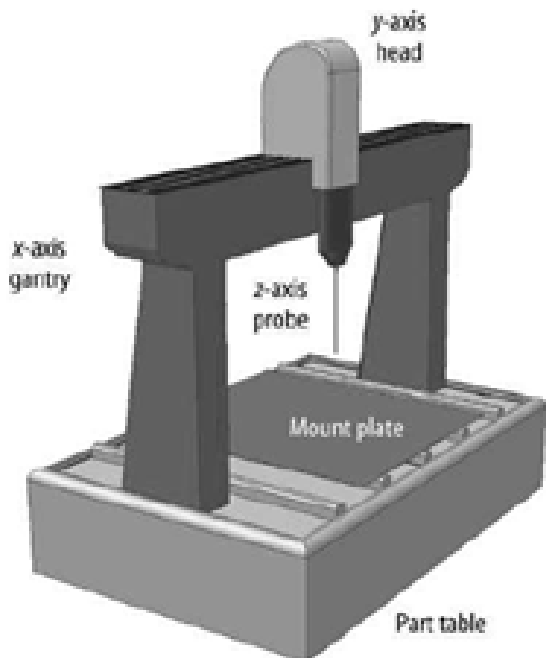
Thiết kế lại một chi tiết hay sản phẩm bằng cách quét 3D từ một sản phẩm thực tế. Kỹ thuật này thường được ứng dụng trong kỹ thuật sản xuất hoặc kỹ thuật bảo trì chi tiết hoặc hệ thống công nghiệp để sao chép lại đối tượng bị mất hoặc không còn dữ liệu gốc của bản thiết kế. Quá trình thực hiện thông qua kỹ thuật ngược, mô hình hóa và phân tích, thiết kế lại (hình 2).



a) Phương pháp quét tiếp xúc (Contact Scanner)

Máy đo tọa độ (CMM) là một thiết bị đo hình học của các chi tiết bằng cách tiếp xúc các điểm rời rạc trên bề mặt của vật thể bằng đầu dò (Hình 3). Các loại đầu dò khác nhau được sử dụng trong CMM, bao gồm ánh sáng cơ học, quang học, laser và ánh sáng trắng. Tùy thuộc vào máy, vị trí đầu dò có thể được điều khiển thủ công bởi người vận hành hoặc nó có thể được điều khiển bằng máy tính. CMM thường chỉ định vị trí của đầu dò theo sự dịch chuyển của nó từ vị trí tham chiếu trong hệ tọa độ Đề-các ba chiều (với các trục XYZ).

Phương pháp quét tiếp xúc sử dụng kết hợp cảm biến với hệ cơ khí, máy đo tọa độ (CMM) và máy điều khiển số để số hóa bề mặt cần đo. Ưu điểm của phương pháp này là độ chính xác cao, chi phí thấp, đo được các rãnh, hốc sâu và không phụ thuộc màu sắc. Tuy vậy, quá trình lấy chậm và không đo được các vật liệu mềm.



Hình 3. Quét tiếp xúc (CMM)



Hình 4. Quét không tiếp xúc

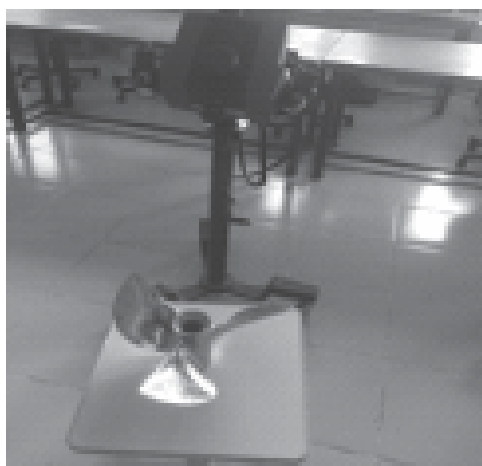
b) Phương pháp quét không tiếp xúc (Noncontact scanner)

Phương pháp quét không tiếp xúc là phương pháp chiếu các nguồn năng lượng (ánh sáng, âm thanh hoặc từ trường) lên vật thể thì năng lượng truyền qua hoặc năng lượng phản xạ được ghi lại (Hình 4). Dữ liệu hình học của chi tiết là dạng lưới tam giác bao quanh chi tiết như Hình. Phương pháp quét không tiếp xúc lấy được dữ liệu nhanh, độ chính xác và độ phân giải thông dụng, có khả năng nhận biết màu và đặc biệt là đo được chi tiết phức tạp và lớn. Điểm hạn chế của phương pháp này là khó nhận biết các màu trong suốt hoặc phản chiếu và độ chính xác thấp.

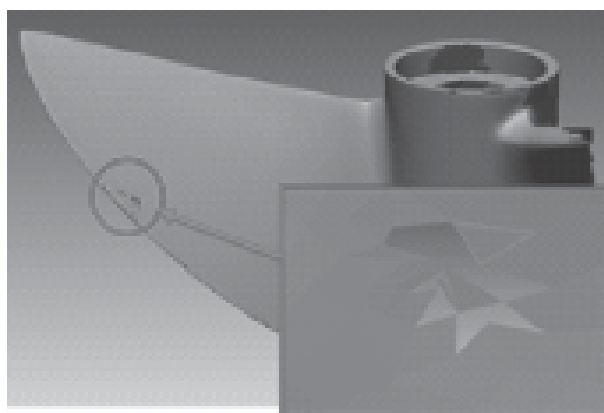
2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Quá trình chuẩn bị mẫu quyết định đến độ chính xác, độ bóng bề mặt và các công đoạn xử lý tiếp theo trong ứng dụng kỹ thuật ngược (Hình 5). Trong nghiên cứu này, phương pháp quét không tiếp xúc được sử dụng để thí nghiệm trên cánh chân vịt. Để hạn chế lỗi xảy ra trong quá trình quét, quy trình chuẩn bị mẫu được thực hiện tỉ mỉ nhằm giảm thời gian xử lý sau khi quét.

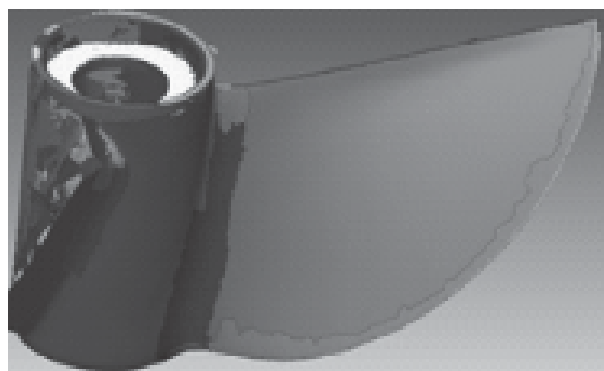
Thu nhận dữ liệu hình của cánh chân vịt từ máy quét Lazer 3D. Lỗi xảy ra trong quá trình quét (Hình 6) được xử lý bằng phần mềm xử lý ngược.



Hình 5. Quét không tiếp xúc



Hình 6. Dữ liệu sau khi quét 3D



Hình 7. Dữ liệu sau phân vùng

(*) Mô hình hóa và số hóa chi tiết sau khi quét

Dữ liệu (dạng điểm hoặc dạng lưới tam giác) của chi tiết sau khi quét được xử lý, hiệu chỉnh tối ưu bằng phần mềm chuyên dụng Geomagic Design X (Rapidform XOR) thông qua các công cụ Find Defect, Healing Wizard, Edit Boundaries, Smooth, Fill Holes, Optimize Mesh [4].

Dữ liệu hình học sau khi hiệu chỉnh cho độ nhẵn bóng bề mặt cao (Hình 7). Phân vùng sản phẩm để hỗ trợ, lựa chọn lệnh hoặc tự động tạo đối tượng khi thiết kế được thực hiện bằng Region Group (Hình 7) [4].

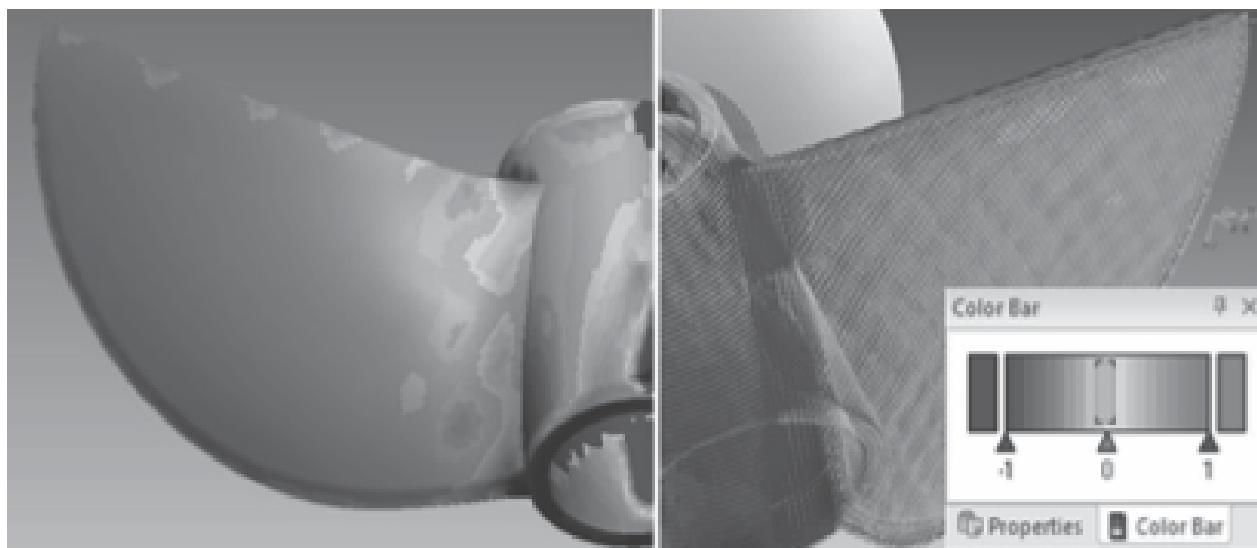
2.1. Thiết kế sản phẩm

Sử dụng lưới tam giác để hiệu chỉnh và tối ưu bề mặt chi tiết. Sản phẩm thiết kế ngược dựa trên dữ liệu quét 3D bằng các công cụ hỗ trợ trong phần mềm [4]. Quá trình thiết kế phải tính đến việc tối ưu hình học phù hợp với các công đoạn tính toán, phân tích, thiết kế khuôn và gia công chi tiết (Hình 8).

3. KIỂM TRA SẢN PHẨM

Việc phân tích kết quả ứng dụng kỹ thuật ngược thiết kế sản phẩm dựa trên những yêu cầu làm việc của chi tiết sao cho đáp ứng các thông số kỹ thuật và tối ưu hóa chi phí sản xuất. Sau khi số hóa toàn bộ cánh chân vịt và thiết kế dữ liệu CAD dựa trên mô hình số được phân tích để xác định độ chính xác giữa các bề mặt được thiết kế và đám mây điểm của bề mặt quét 3D. Kết quả phân tích với độ chính xác $\pm 0,2$ mm bề mặt làm việc của cánh chân vịt đáp ứng được sai số cho phép (Hình 9).





Hình 9. Kết quả phân tích sản phẩm

4. KẾT LUẬN

Công nghệ số đã ứng dụng và phát triển qua hàng chục năm nhưng nó hoạt động độc lập với các lĩnh vực khác. Bài báo phân tích các yếu tố để tìm cách thiết lập mối quan hệ giữa ứng dụng kỹ thuật ngược thiết kế sản phẩm và chuyển đổi số nhằm làm rõ tầm quan trọng của nó đối với sản xuất.

Ứng dụng kỹ thuật ngược là xu hướng phù hợp đối với lĩnh vực sản xuất, nghiên cứu và phát triển sản phẩm đối với các nước đang phát triển.

Kỹ thuật ngược vẫn đang được nghiên cứu phát triển để tối ưu độ chính xác của sản phẩm, cùng với sự phát triển của các lĩnh vực xử lý ảnh và khoa học máy tính. ❖

Ngày nhận bài: **05/9/2022**

Ngày phản biện: **12/9/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. J. Carro, F. Flores, I. Flores and R. Hern'andez; "Industria 4.0 y Manufactura Digital: un M'etodo de Dise'no Aplicando Ingenier'ia Inversa", Ingenier'ia, vol. 24, no.1, pp. 6-28, Jan. - Apr. 2019.
- [2]. Sardar Kotresh, Dr. Rajashekar Patil; "Digital Manufacturing" NCERAME – 2015 (Volume 3 – Issue 17), 24-04-2018.
- [3]. Mr. Dhruv Kumar, Mr.Dhananjay Kumar; "Role of reverse engineering in product design and development process", IIMT College of Engineering Greater, vol. 4, no.08, pp. 6-28, August. 2016.
- [4]. www.geomagic.com.