

ỨNG DỤNG REVERSE ENGINEERING TRONG VIỆC THIẾT KẾ CÁC BỀ MẶT KHUÔN MẪU PHỨC TẠP

Thái Thị Thu Hà, Trần Tuấn Đạt, Tô Hoàng Minh

Phòng Thí nghiệm Đo lường, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 3 năm 2002)

TÓM TẮT: *Reverse Engineering (tạm dịch: kỹ thuật ngược) là quá trình tạo mô hình CAD từ một chi tiết có sẵn B m đầu, nhu cầu này xuất phát từ một khó khăn thường gặp trong thực tế là nhiều chi tiết tồn tại mà không có mô hình CAD tương ứng, nhất là đối với những chi tiết được chế tạo đã lâu, không rõ xuất xứ hoặc ngừng sản xuất. Ngày nay, kỹ thuật ngược được ứng dụng như một phương pháp thiết kế hiện đại, nhất là trong ngành khuôn mẫu. Bài báo này nhằm giới thiệu qui trình kỹ thuật ngược và kết quả thử nghiệm của chúng tôi trong việc tái tạo hình dạng một mẫu chai nhựa.*

1. GIỚI THIỆU

Thật ra công việc tạo mô hình CAD của một chi tiết có sẵn không có gì mới, trước đây ta vẫn thường đo các kích thước quan trọng và vẽ lại chúng bằng các phần mềm CAD thông dụng. Tuy nhiên, đối với những bề mặt tạo hình từ các phép biến dạng và xử lý trơn láng phức tạp thường gặp trong ngành khuôn mẫu, việc đo kích thước của chúng trở nên khó khăn. Do đó hiện nay, người ta thường sử dụng những thiết bị chuyên dùng “sao chép” lại hình dạng của chi tiết và chuyển dạng dữ liệu của chúng thành mô hình CAD. Một qui trình như vậy thường gồm hai bước: ban đầu dùng một loại thiết bị để ghi lại hình dạng của vật, đây còn gọi là giai đoạn số hoá (digitizing), dữ liệu xuất ra ở dạng tập hợp các điểm đo rời rạc có tọa độ (x,y,z) trong một hệ trục tọa độ xác lập. Những điểm này chưa phải dạng sử dụng được và nhiệm vụ của bước tiếp theo là chuyển chúng về dạng mô hình CAD của các phần mềm CAD/CAM thông dụng.

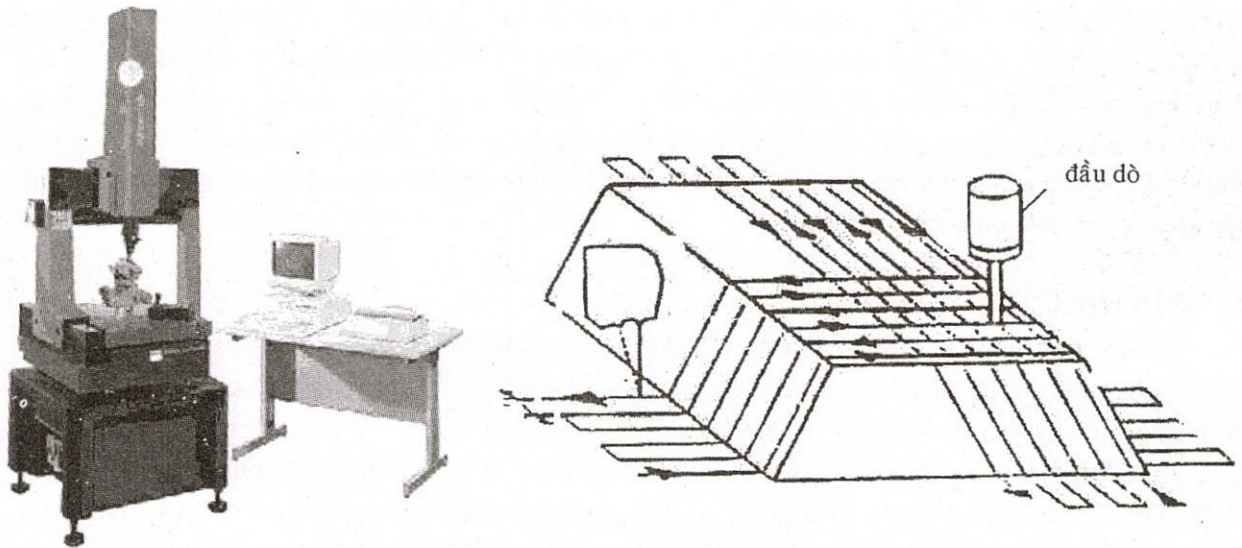
Mô hình CAD là cần thiết khi cần phải chế tạo lại các chi tiết này bằng những hệ thống sản xuất hiện đại ngày nay thay vì sử dụng phương pháp chép hình như trước, chúng cũng giúp ta thực hiện các phép chỉnh sửa, bổ sung để cải tiến thiết kế so với nguyên mẫu một cách đơn giản và trực quan.

Kỹ thuật ngược cũng hữu dụng trong việc kiểm tra sản phẩm bằng cách so sánh mô hình CAD thu được của sản phẩm sau khi đã chế tạo với mô hình CAD nguyên gốc của nó. Sai lệch giữa hai mô hình này sẽ được sử dụng để điều chỉnh qui trình sản xuất sao cho tạo ra sản phẩm chính xác. Mô hình CAD thu được của sản phẩm cũng có thể ứng dụng trong các phép thử ảo (virtual testing) như ứng suất, va chạm... bằng phương pháp phần tử hữu hạn, như vậy hạn chế rất nhiều thời gian thử sai làm lại như khi tiến hành trên mẫu thử thật.

2. GIAI ĐOẠN SỐ HOÁ

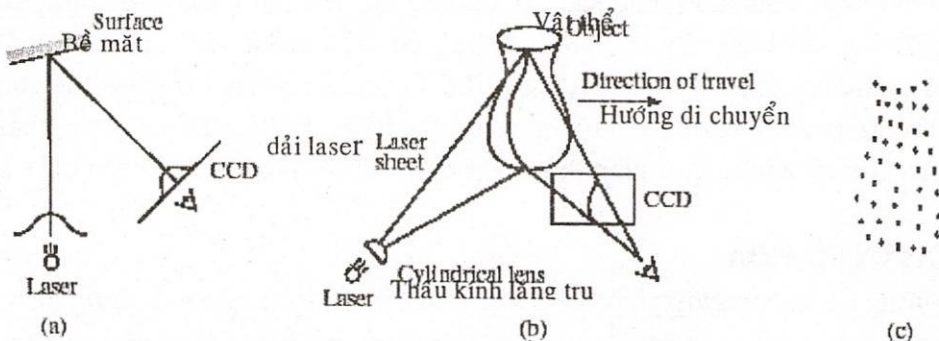
Thường có hai phương pháp để quét (scan) hình dạng của vật: dạng tiếp xúc (contact) và không tiếp xúc (non-contact). Trong dạng tiếp xúc, ta điều khiển một đầu dò sao cho tiếp xúc với bề mặt cần đo. Mỗi vị trí tiếp xúc giữa đầu dò và bề mặt vật sẽ cho một điểm có tọa độ (x,y,z). Dịch chuyển đầu dò đến hết bề mặt và liên kết những tọa độ này lại sẽ cho ta

một tập hợp điểm. Thiết bị tiếp xúc thông dụng nhất là máy đo tọa độ CMM (coordinate measuring machine). Máy CMM tương tự như một robot 3 bậc tự do (tịnh tiến theo ba phương trục giao x,y,z) trong đó cơ cấu chấp hành mang đầu dò tiếp xúc lên bề mặt vật đo đặt cố định trên bàn máy (hình 1). Chuyển động của đầu dò được điều khiển bởi người vận hành thông qua joystick hoặc hoàn toàn bằng máy tính (dùng phần mềm lập trình những dạng toolpath nhất định để quét hết bề mặt vật đo). Lợi điểm của các hệ thống CMM là việc điều khiển chuyển động tương đối của các trục đơn giản và dữ liệu rất chính xác do sử dụng các cơ cấu phản hồi cho phép kiểm soát lực đo, vận tốc và vị trí đầu dò.



Hình 1 : Mô hình máy CMM và toolpath quét hình của đầu dò [3]

Ở dạng không tiếp xúc, để thu được hình dạng của vật, người ta không dùng đầu dò mà chiếu các chùm xung năng lượng lên bề mặt vật và thu lại phần năng lượng sau khi phản xạ (như khi dùng tia sáng, sóng...) hoặc sau khi xuyên qua vật (khi dùng tia X). Máy quét laser là một thiết bị tiêu biểu cho phương pháp phản xạ. Nguồn sáng, vật đo và cảm biến thu được bố trí thành dạng tam giác nên cấu trúc này được gọi là optical triangulation (hình 2). Tâm của tia tới phát ra từ nguồn sẽ cho tương ứng một vị trí duy nhất trên cảm biến CCD thu tùy thuộc vào độ sâu của điểm trên bề mặt. Hình dạng của toàn bộ vật thể được ghi lại bằng cách dịch hay quay vật trong chùm ánh sáng hoặc quét chùm ánh sáng ngang qua vật.



Hình 2: Nguyên lý hoạt động khi scan bằng laser: (a) Trong 2D, tia laser hẹp chiếu lên bề mặt, tia phản xạ tạo ảnh trên cảm biến. (b) Trong 3D, đèn phát qua thấu kính hình trụ vạch

một dải laser lên bề mặt vật, vạch phản xạ được tiếp nhận bởi một dãy cảm biến CCD từ đó hình thành giá trị khoảng cách. (c) Hình ảnh thu được từ máy quét laser ở (b) khi cho vật di chuyển là một tập hợp điểm. [4]

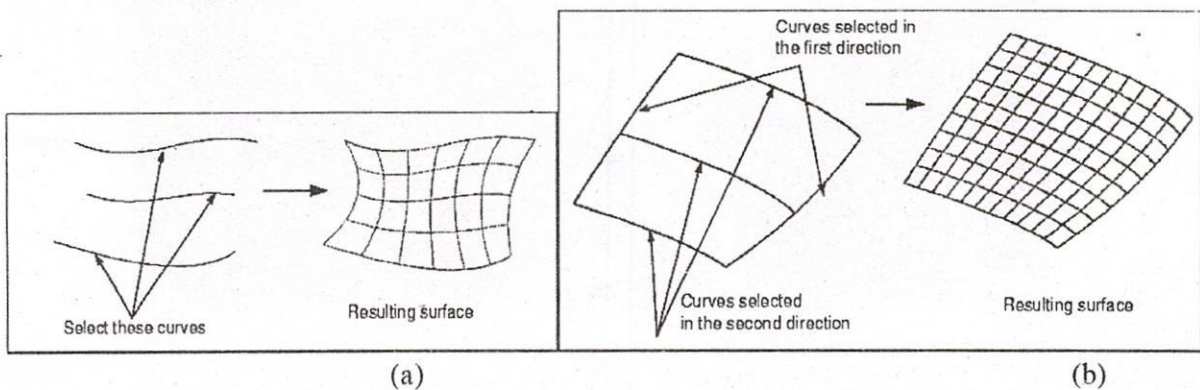
Mỗi phương pháp tiếp xúc và không tiếp xúc đều có những ưu và nhược điểm riêng khi so sánh với phương pháp kia. Nói chung phương pháp tiếp xúc cho độ chính xác và việc xử lý mô phỏng bề mặt dễ dàng hơn, trong khi phương pháp không tiếp xúc lại dễ dàng điều khiển tự động và nhanh hơn. Phương pháp scan bằng laser chỉ đo được bề mặt bên ngoài vật thể, nếu cần thu thập về các đặc điểm bên trong, các lỗ... ta phải sử dụng đầu dò.

Cả hai phương pháp đều cho dạng dữ liệu là một tập hợp các điểm rời rạc trên bề mặt vật được gọi là đám mây điểm. Một vài loại thiết bị như máy CMM cho phép thay vì để các điểm một cách rời rạc, các điểm nằm trên một toolpath sẽ được nối với nhau như một đường polyline vắt ngang vật. Tuy nhiên, cả 2 kiểu ghi dữ liệu này đều không thể hiện tính liên tục của bề mặt vật nên nhiệm vụ của giai đoạn tiếp theo là chuyển về dạng mô hình CAD. Do vậy, dữ liệu thường được ghi thành các chuẩn thông dụng như IGES, VDA-FS, DXF hoặc mã ASCII để sử dụng cho các phần mềm chuyên xử lý điểm.

3. CHUYỂN THÀNH MÔ HÌNH CAD

Đứng ở mức độ khai thác sử dụng, công việc này thường được thực hiện trên những phần mềm riêng, độc lập với quá trình số hoá như Imageware, STRIM và Scan-Tools. Cũng có một vài công cụ như TraceCut của Renishaw hay ScanPak của Mitutoyo tích hợp cả 2 công việc là điều khiển thiết bị và phủ mặt ngay khi đang quét hình.

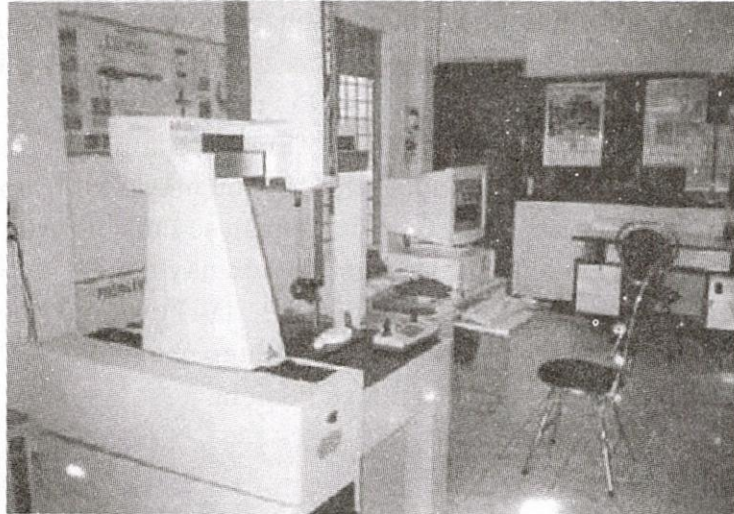
Lấy ví dụ, Scan-Tools là một module phục vụ kỹ thuật ngược trong bộ phần mềm Pro/Engineer. Scan-Tools bắt đầu bằng việc nhập các điểm dữ liệu dưới định dạng .ibl và cung cấp những công cụ hiệu chỉnh để loại bỏ các điểm đo không chính xác trong khi số hoá bề mặt vật. Sau đó nó sẽ tạo những đường thẳng gọi là "scan curve" đi qua các điểm dữ liệu còn lại. Những đường cong trơn gọi là "style curve" sẽ được xây dựng từ các "scan curve", tuy nhiên chúng không đi qua tất cả các điểm dữ liệu để giảm nhẹ số điểm phải xử lý. Các đường "style curve" giao nhau hình thành nên một vòng kín để hình thành bề mặt, các bề mặt tạo thành sau đó sẽ được kết hợp với nhau để tạo nên vật thể. Mô hình tạo thành sau đó có thể sử dụng trong phần CAD của Pro/Engineer. Ta cũng có thể xuất mô hình này sang các phần mềm CAD/CAM khác như SolidWorks, SolidEdge, Mechanical Desktop, SurfCam, Cimatron...



Hình 3 : Quá trình tạo mặt bằng cách uốn các đường "style curve" theo 1 phương (a) hoặc 2 phương (b)

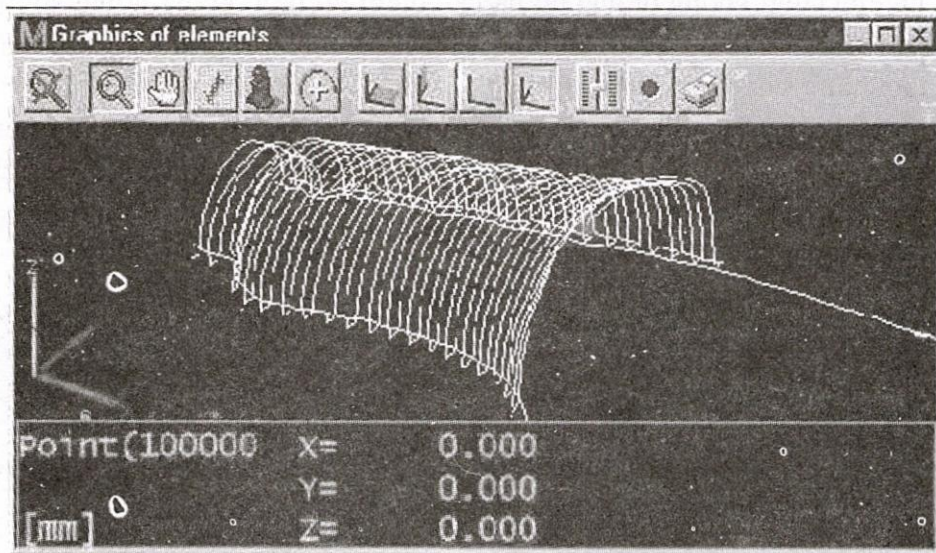
4. ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM

Trong thí nghiệm của mình, chúng tôi sử dụng máy CMM của Phòng Thí nghiệm làm thiết bị số hoá. Vật mẫu thử nghiệm là một chai xịt khử mùi bằng nhựa có hình dạng khá phức tạp với các gân tạo hình và biên dạng cong. Vì tính đối xứng của hình dạng chai qua mặt phân khuôn nên ta chỉ cần scan một nửa chai.

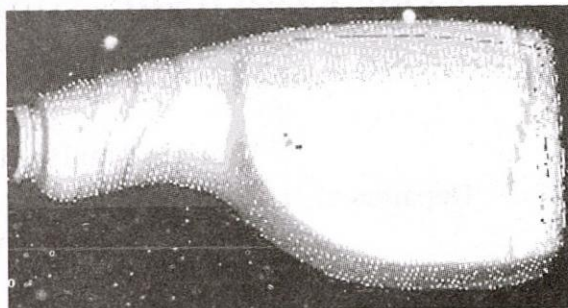
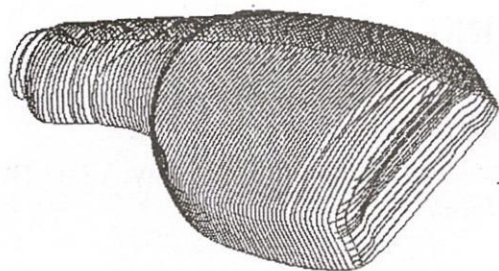


Hình 4: Máy CMM sử dụng

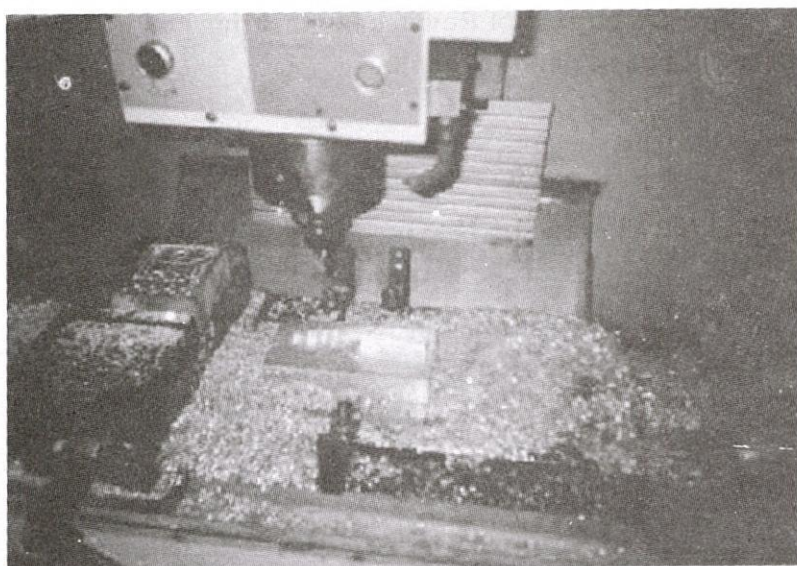
Để tạo quỹ đạo chuyển động của đầu dò, trước tiên ta phải scan biên dạng của chai theo đường phân khuôn để tạo contour dẫn hướng. Contour này sẽ chứa các cặp điểm đầu và điểm cuối. Đầu dò sẽ dịch chuyển từ điểm đầu cho tới khi nó gặp điểm cuối thì kết thúc một đường contour vắt ngang qua bề mặt chai (hình 5). Tuần tự tạo ra liên tục các đường contour vắt ngang như vậy cho đến hết bề mặt chai, ở đây chúng tôi chỉ scan các toolpath theo một phương. Sau khi xử lý bằng Scan-Tools ta sẽ thu được mô hình CAD như hình 6.



Hình 5 : Quá trình scan diễn ra ở phần cổ chai



Hình 6 : Hình ảnh của chai sau khi kết thúc số hoá trên máy CMM, và sau khi tạo mặt bằng Pro/Engineer



Hình 7 : Mô hình hoàn chỉnh được đem gia công trên máy phay CNC để tạo lòng khuôn.

5. NHẬN XÉT

Khi thực hiện theo kỹ thuật ngược sẽ rút ngắn thời gian thiết kế. Ví dụ với chi tiết có hình dạng như trên khi đo bằng các phương pháp cũ, để tái tạo lại hình dạng của sản phẩm có thể mất hàng tuần với độ tin cậy không cao. Trong khi đó nếu chúng ta dùng phương pháp trên thời gian chỉ khoảng 8 giờ với độ chính xác cao hơn. Do vậy phương pháp thiết kế này được dùng nhiều trong kỹ thuật thiết kế hiện đại.

DESIGN MOLD FREEFORM SURFACES WITH REVERSE ENGINEERING

Thai Thi Thu Ha, Tran Tuan Dat, To Hoang Minh

Department of Mechanical Engineering, The University of Technology, VNU-HCM

(Received 04 March 2002)

ABSTRACT: Reverse Engineering is the process of generating a CAD model from an existing physical object. It was originally used to overcome the obstacle in engineering that many components exist with no corresponding CAD model, especially when dealing with old, out-of-production parts. Now, Reverse Engineering is being developed as a new method in mold design. This paper will briefly outline the process of Reverse Engineering and introduce our experiment on recreating the shape of a plastic bottle sample.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kip M. McCurdy – *Reverse Engineering : Form Solid Object to CAD Model*, Term Paper ME5604 Virginia Tech 1997.
- [2] W. Thomas Welsh – *Introduction to CAD-Driven Reverse Engineering*, Society of Manufacturing Engineers IMTS Conference 2000.
- [3] Alain Benard - *Le prototypage rapide*, 1999.
- [4] Brian Lee Curless – *New Methods for surface reconstruction from range image*, The Ph.D dissertation in Stanford University 1997.
- [5] Parametric Corp. – *ScanTools (The Pro/Engineer Online Tutorial Book)*, 1998.