TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VĨNH LONG

KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY

GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ

THIẾT KẾ NGƯỢC – TẠO MẪU NHANH

(Dùng cho sinh viên chuyên ngành Kỹ Thuật Cơ Khí, Công Nghệ Chế Tạo Máy)

2015 | PDF | 88 Pages
buihuuhanh@gmail.com

Tháng 09/2015

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VĨNH LONG

KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY

GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ
THIẾT KẾ NGƯỢC – TẠO MẪU NHANH

(Dùng cho sinh viên chuyên ngành Kỹ Thuật Cơ Khí)

–Dùng cho giảng dạy chính cho các môn học có mã học phần: CK1329, CK1524.

Biên soạn:

Lê Hoàng Anh

Trần Hữu Danh

Tháng 09/2015

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, với sự phát triển vượt bậc của khoa học kỹ thuật đặc biệt là khoa học máy tính đã làm thay đổi căn bản mọi mặt của đời sống xã hội.Từ giữa thế kỷ 20, khi công nghệ máy tính được đưa vào áp dụng trong sản xuất đã góp phần tự động hóa sản xuất, giải phóng sức lao động cho con người, tăng năng suất cũng như chất lượng sản phẩm. Theo đó là sự ra đời của phương thức sản xuất có sự trợ giúp của máy tính và các máy công cụ được tích hợp bộ điều khiển số.

Ở Việt Nam, ngoài việc công nghệ CAD /CAM đã và đang được phát triển, ứng dụng rộng rãi trong các xí nghiệp, nhà máy. Thì vài năm trở lại đây công nghệ tạo mẫu nhanh (RPM) bước đầu đã được nghiên cứu và ứng dụng ở các viện nghiên cứu, các trung tâm công nghệ cao. Công nghệ tạo mẫu nhanh (RPM) là tổ hợp của CAD, kỹ thuật thiết kế ngược RE (Reverse Engineering), tạo mẫu nhanh RP (Rapid Prototyoing) và kỹ thuật chế tạo nhanh RT(Rapid Tooling) mà RP là kỹ thuật chủ chốt. Kỹ thuật RPM là kỹ thuật tạo nên sản phẩm mới, phù hợp với xu thế toàn cầu hóa các phương diện thị trường thương mại và sản xuất, đa dạng hóa sản phẩm, đổi mới sản phẩm mẫu mã nhanh, sản phẩm công nghệ cao, phù hợp với tính cạnh tranh của thị trường ngày càng khốc liệt.

Giáo trình "Công nghệ thiết kế ngược -Tạo mẫu nhanh" được biên soạn trên cơ sở đề cương môn học Công nghệ thiết kế ngược -Tạo mẫu nhanh dành cho sinh viên nhóm ngành cơ khí thuộc khoa Cơ khí Chế tạo máy. Nội dung giáo trình bao gồm các kiến thức cơ bản về Công nghệ thiết kế ngược và Tạo mẫu nhanh được trình bày trong 4 chương:

Chương 1: Giới thiệu tổng quát về thiết kế ngược và tạo mẫu nhanh

Chương 2: Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét trong thiết kế ngược

Chương 3: Các phương pháp tạo mẫu nhanh

Chương 4: Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tạo mẫu nhanh

Trong quá trình biên soạn mặc dù đã hết sức cố gắng nhưng do hạn chế về kiến thức và kinh nghiệm nên không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong được sự góp ý, bổ xung, đóng góp ý kiến của quý thầy cô và bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Khoa cơ khí chế tạo máy, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vĩnh Long – Số 73 Nguyễn Huệ, Tp Vĩnh Long.

Tác giả

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT VỀ THIẾT KẾ NGƯỢC VÀ TẠO MẪU NHANH

1.1 Hiện trạng và tương lai của thiết kế ngược 1

1.2 Tổng quan về công nghệ thiết kế ngược 2

1.3 Hiện trạng và tương lai của tạo mẫu nhanh 24

1.4 Tổng quan về công nghệ tạo mẫu nhanh 36

1.5 Mối quan hệ giữa thiết kế ngược và tạo mẫu nhanh 39

CHƯƠNG 2: QUY TRÌNH CHỈNH SỬA DỮ LIỆU QUÉT TRONG THIẾT KẾ NGƯỢC

2.1 Cấu tạo và nguyên lý của máy quét 3D 42

2.2 Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic 42

2.3 Các Tính năng xử lý trong Geomagic 44

2.4 Quy trình tạo NURBS cho hệ thống CAD 46

CHƯƠNG 3: CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO MẪU NHANH

3.1 Phương pháp SLA (Stereo lithography apparatus) 52

3.2 Phương pháp SGC (Solid Ground Curing) 59

3.3 Phương pháp LOM (Laminated Object Manufacturing) 62

3.4 Phương pháp SLS (Selective Laser Sintering) 67

3.5 Phương pháp 3D Printing 69

3.6 Phương pháp FDM (Fused Deposition Manufacturing) 71

3.7 Phương pháp MJM (Multi Jet Modeling) 73

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TẠO MẪU NHANH

4.1 Nghiên cứu công nghệ đúc chính xác và nhanh nhờ công nghệ tạo mẫu nhanh SLA 81

4.2 Nghiên cứu kỹ thuật ngược và ứng dụng vào tạo mẫu nhanh 83

4.3 Công nghệ tạo mẫu nhanh trong y học 85

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT VỀ THIẾT KẾ NGƯỢC VÀ TẠO MẪU NHANH

1.1 Hiện trạng và tương lai của thiết kế ngược

Thiết kế ngược là quy trình thiết kế lại mẫu - mô hình vật lý cho trước thông qua số hóa bề mặt mẫu bằng thiết bị đo tọa độ, và xây dựng mô hình thiết kế từ dữ liệu số hóa. Ưu điểm của phương pháp thiết kế ngược là cho phép thiết kế nhanh và chính xác mẫu thiết kế có độ phức tạp hình học cao, hoặc mẫu dạng bề mặt tự do (không xác định được quy luật tạo hình).

Phương pháp thiết kế ngược cũng có ưu điểm đối với mẫu thiết kế dạng bề mặt có quy luật tạo hình nhưng không xác định được thông số thiết kế. Chẳng hạn các mẫu bề mặt xoắn như cánh tuabin, bề mặt thủy động học, khí động học. Trong thời gian gần đây, trong nước đã có các loại thiết bị tự động đo quét tọa độ 3D, kỹ thuật thiết kế ngược cũng đã được nghiên cứu áp dụng tại một số nơi (doanh nghiệp, viện, trường…). Tuy nhiên việc ứng dụng có hiệu quả giải pháp kỹ thuật mới này vẫn còn nhiều vấn đề cần phải hoàn thiện thêm.

Kỹ thuật thiết kế ngược - Reverse Engineering (RE) là thuật ngữ được sử dụng phổ biến trong thời gian gần đây. Tuy nhiên, việc sử dụng RE trong phát triển sản phẩm đã được bắt đầu từ vài thập kỷ trước. RE được hiểu là quá trình nhân bản một vật thể, một bộ phận hoặc một sản phẩm hoàn chỉnh có sẵn mà không có sự trợ giúp của bản vẽ, tài liệu hay mô hình máy tính.

Về bản chất thiết kế ngược là quá trình sao chép một sản phẩm đã được sản xuất (nhờ khả năng sao chép hình ảnh của một vật thể thành dữ liệu CAD 3D), thiết kế ngược liên quan đến việc quét hình (scanning), số hóa (digitizing) vật thể thành dạng điểm, đường và bề mặt 3D.

Các nhà thiết kế và chế tạo thường đánh giá sản phẩm của mình và đối thủ cạnh tranh trước khi đưa ra một ý tưởng mới. Ngày nay, quá trình đó được hệ thống hóa thành một kỹ thuật riêng gọi là kỹ thuật thiết kế ngược. Đó là sự đánh giá có hệ thống một sản phẩm nhằm mục đích tái tạo lại hoàn chỉnh hoặc có bổ sung thêm những cải tiến phát triển. Như vậy, có thể thấy kỹ thuật thiết kế ngược là quá trình tạo mô hình thiết kế từ sản phẩm có sẵn, nhằm thực hiện các phép phân tích kỹ thuật hoặc tái tạo lại sản phẩm dưới dạng nguyên gốc hay biến thể. Quá trình này trái ngược với quá trình truyền thống bấy lâu nay kiểu "thiết kế thuận" (Forward Engineering) - đi từ ý tưởng đến sản phẩm, thiết kế ngược thì đi từ việc phân tích một bộ phận trong quá trình thuận - ngược này được tổng hợp theo lộ trình như sau:

- Thiết kế thuận: nhu cầu - ý tưởng thiết kế - tạo mẫu thử và kiểm tra - sản phẩm.
- Thiết kế ngược: sản phẩm - đo và kiểm tra - tái thiết kế - tạo mẫu thử và kiểm tra - sản phẩm.

Kỹ thuật thiết kế ngược theo hướng tự động hóa thường được chia làm 3 giai đoạn là: lấy mẫu (số hóa bề mặt) bằng thiết bị đo quét tọa độ; xử lý dữ liệu và xây dựng mô hình thiết kế trên phần mềm CAD; ứng dụng.

Giai đoạn lấy mẫu là giai đoạn số hóa bề mặt mẫu bằng các loại thiết bị đo quét tọa độ. Các loại thiết bị đo quét tọa độ được lựa chọn tùy theo hình dạng của chi tiết, yêu cầu độ chính xác, vật liệu chi tiết, kích thước chi tiết... Hai loại thiết bị đo quét tọa độ phổ biến nhất hiện nay là thiết bị đo không tiếp xúc và thiết bị đo tiếp xúc. Điển hình của 2 loại máy này là: máy quét laser và máy đo tọa độ (Coordinate Measuring Machine - CMM). Trong giai đoạn này thiết bị đo tọa độ sẽ thu nhận dữ liệu hình học của đối tượng ở dạng tọa độ

của các điểm (x,y, z), sau đó sẽ tập hợp các điểm trên bề mặt đối tượng được mô tả như "đám mây điểm".

Tiếp theo là giai đoạn xử lý dữ liệu và xây dựng mô hình, giai đoạn này sử dụng 2 phần mềm là phần mềm tạo lưới (có khả năng tự động phủ lưới qua tất cả các điểm dữ liệu) và phần mềm mô hình hóa 3D (có khả năng mô hình hóa các đường cong, mặt cong NURBS, xây dựng mô hình thiết kế CAD từ mô hình lưới điểm thông qua sự tương tác của người sử dụng với giao diện của phần mềm).

Sau cùng là giai đoạn ứng dụng, mô hình thiết kế có thể được tinh chỉnh, tối ưu bằng các phương pháp phân tích CAE, hay chuyển sang công đoạn thiết kế khuôn cho sản phẩm và cuối cùng là xuất dữ liệu thiết kế dưới dạng bản vẽ kỹ thuật. Có thể sử dụng trực tiếp dữ liệu thiết kế cho công đoạn sản xuất bằng cách chuyển mô hình CAD sang phần mềm CAM để lập trình gia công CNC, hay chuyển sang dữ liệu STL cho quá trình tạo mẫu nhanh. Ngoài việc phục vụ thiết kế chế tạo, quy trình thiết kế ngược còn được sử dụng để kiểm tra, đánh giá độ chính xác giữa sản phẩm gia công so với nguyên mẫu.

1.2 Tổng quan về công nghệ thiết kế ngược

1.2.1 Giới thiệu về công nghệ thiết kế ngược

Trong lĩnh vực sản xuất, thông thường để chế tạo ra 1 sản phẩm, người thiết kế đưa ra ý tưởng về sản phẩm đó, phác thảo ra sản phẩm, tiếp theo là quá trình tính toán thiết kế, chế thử, rồi kiểm tra, hoàn thiện phác thảo, để đưa ra phương pháp tối ưu, cuối cùng là công đoạn sản xuất ra sản phẩm. Đây chính là chu trình sản xuất truyền thống, là phương pháp sản xuất đã được áp dụng từ bao thế kỷ nay. Phương pháp này còn được gọi là công nghệ sản xuất thuận (Forward Enineering). Trong vài chục năm trở lại đây với sự phát triển với sự phát triển của công nghệ, xuất hiện 1 dạng sản xuất theo 1 chu trình mới, đi ngược với sản xuất truyền thống, đó là chế tạo sản phẩm theo hoặc dựa trên 1 sản phẩm có sẵn. Quy trình này gọi là công nghệ thiết kế ngược (Reverse Engineering) hay cũng được hiểu là công nghệ chép mẫu hay công nghệ chế tạo ngược.

Công nghệ này ra đời dựa trên nhu cầu sản xuất thực tế, đôi khi người ta cần chế tạo sản phẩm theo những mẫu có sẵn mà chưa (hoặc không) có mô hình CAD tương ứng như các chi tiết không rõ xuất xứ, những phù điêu, bộ phận cơ thể con người, động vật. Hay đơn giản chỉ là sao chép lại kết quả của những sản phẩm đã khẳng định tên tuổi trên thị trường (để giảm chi phí chế tạo mẫu) hoặc để cải tiến sản phẩm đó theo hướng mới. Để tạo được mẫu của những sản phẩm này, trước đây người ta phải đo đạc rồi vẽ phác lại hoặc dựng sáp, thạch cao để in mẫu. Các phương pháp này cho độ chính xác không cao, tốn nhiều thời gian và công sức, đặc biệt là đối với những chi tiết phức tạp. Ngày nay, người ta đã sử dụng máy quét hình để số hóa hình dáng của chi tiết sau đó các phần mềm CAD/CAM chuyên dụng để xử lý dữ liệu số hóa cuối cùng sẽ tạo ra được mô hình CAD 3D cho chi tiết với độ chính xác cao. Mô hình CAD này cũng có thể chỉnh sữa nếu cần. Trên phạm vi rộng công nghệ thiết kế ngược được định nghĩa là hoạt động bao gồm các bước phân tích để lấy thông tin về sản phẩm đã có sẵn (bao gồm thông tin về chức năng các bộ phận, đặc điểm về kết cấu hình học, vật liệu, tính công nghệ) sau đó tiến hành khôi phục lại mô hình CAD cho chi tiết hoặc phát triển thành sản phẩm mới, sử dụng CAD/RP/CNC để chế tạo sản phẩm. Công nghệ thiết kế ngược đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như hóa học, điện tử, xây dựng, cơ khí, y học, nghệ thuật. Ví dụ trong xây dựng, chúng ta luôn học hỏi kỹ thuật thiết kế cũng như thi công của những công trình hoàn thiện (Succeessful building/brige) của thế giới để giảm thiểu những sai sót. Giảm thời gian thiết kế và tăng thêm những ưu việt cho những công trình của mình.

Trong lĩnh vực cơ khí chế tạo, công nghệ thiết kế ngược được định nghĩa là hoạt động tạo ra sản phẩm từ các mẫu sản phẩm cho trước mà không có bản vẽ thiết kế hoặc đã

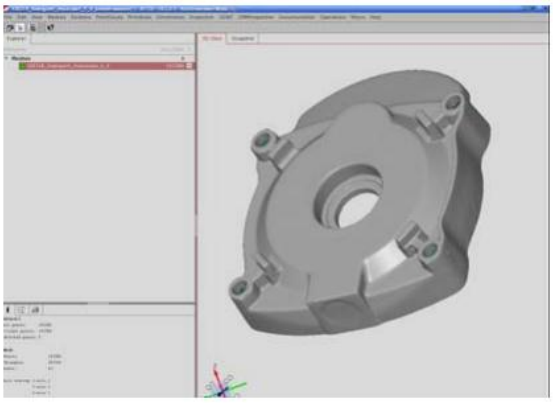
bị mất hay không rõ ràng. Sản phẩm mới được tạo ra trên cơ sở khôi phục nguyên vẹn hoặc phát triển lên từ thực thể ban đầu.

Từ khi ra đời vào những năm 90 của thế kỷ trước, công nghệ thiết kế ngược **(*Reverse Engineering*)** đã được nghiên cứu, áp dụng trong nhiều lĩnh vực phát triển nhanh sản phẩm, đặc biệt là trong lĩnh vực thiết kế mô hình 3D từ mô hình đã có sẵn nhờ sự trợ giúp của máy tính. Kỹ thuật thiết kế ngược ngày càng phát triển theo sự phát tiển của các phần mềm CAD/CAM. Nó luôn được quan tâm và cũng liên tục được cải tiến để đáp ứng để đáp ứng nhu cầu của xã hội trên nhiều lĩnh vực sản xuất. ***RE*** trở thành 1 bộ phận quan trọng của sản xuất hiện tại. Đã có nhiều công ty của nhiều quốc gia ứng dụng hiệu quả và rất thành công công nghệ này. Có thể thấy Trung Quốc là một điển hình. Nhiều sản phẩm như xe máy, ô tô, máy móc hàng loạt đồ gia dụng, đồ chơi đã được sản xuất dựa trên sự sao chép các mẫu có sẵn trên thị trường của các hãng nổi tiếng của Nhật, Hàn Quốc như Honda, Misubishi, Toyota .(Hình 1.1 là một ví dụ minh họa)

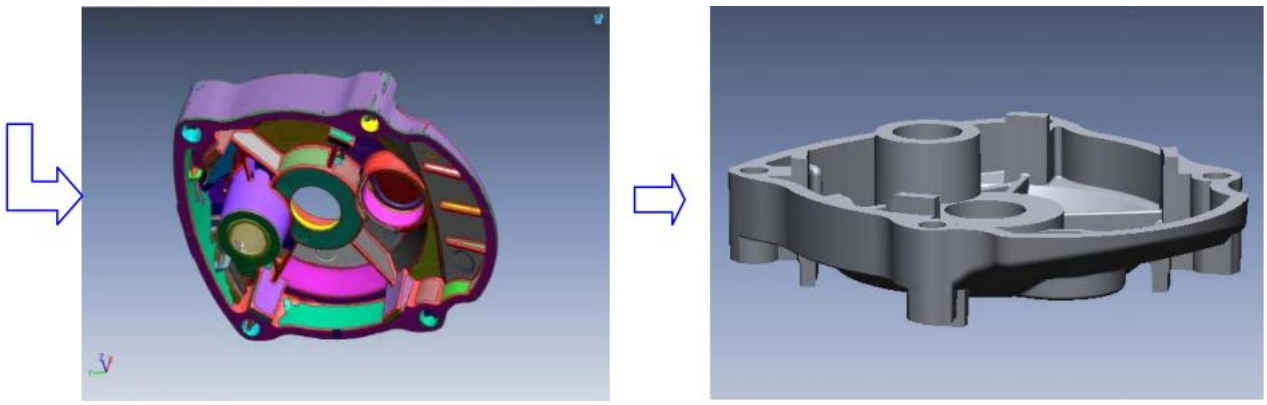
Sản phẩm thực

Sản phẩm được sơn trắng để quét mẫu

Quét mẫu bằng máy



Mô hình sản phẩm sau khi quét



Mô hình hóa các bề mặt *Mô hình CAD xây dựng lại*

***Hình 1.1** : Qui trình lấy mẫu áp dụng công nghệ thiết kế ngược*

Ở Việt Nam, trong những năm trở lại đây công nghệ thiết kế ngược cũng đã được áp dụng vào sản xuất. Tuy nhiên phần lớn chưa mang tính chuyên nghiệp. Ví dụ như các công ty sản xuất, chế tạo khuôn cho các mặt hàng nhựa, cơ khí thường khi nhận đơn đặt hàng của các đối tác làm 1 bộ khuôn cho 1 mẫu sản phẩm cho trước thì đa số việc số hóa mô hình lấy dữ liệu đều thực hiện 1 cách thủ công, đo vẽ bằng tay.Việc ứng dụng các thiết bị số hóa công nghệ cao chuyên dụng, các phần mềm thiết kế ngược vẫn chưa nhiều. Chỉ có 1 số ít công ty có thể làm theo hợp đồng hay các viện, trường đại học có máy quét 3D nhưng chủ yếu vẫn là phục vụ cho học tập và nghiên cứu.

1.2.2 Ưu nhược điểm công nghệ thiết kế ngược

**** Ưu điểm***

+ Kiểm tra chất lượng sản phẩm bằng cách so sánh mô hình CAD với sản phẩm, từ đó điều chỉnh mô hình hoặc các thông số công nghệ để tạo ra sản phẩm đạt yêu cầu.

+ Mô hình CAD được sử dụng như là mô hình trung gian trong quá trình thiết kế bằng cách tạo sản phẩm bằng tay trên đất sét, thạch cao, sáp…rồi quét hình để tạo mô hình CAD. Từ mô hình CAD này người ta sẽ chỉnh sửa theo ý muốn.

+ Giảm bớt thời gian chế tạo dẫn tới năng suất cao.

+ Chế tạo được nguyên mẫu mà không cần bản thiết kế.

**** Nhược điểm.***

+ Cần có công nghệ hiện đại là các loại máy quét hình.

+ Giá thành cao.

1.2.3 Các phương pháp quét hình phổ biến hiện nay.

1.2.3.1.Phương pháp quang học

a. Khái niệm.

Phương pháp đo không tiếp xúc là phương pháp dùng tia lazer hoặc các tia quang học khác để đo hoặc chụp ảnh bề mặt vật cần đo (quét) sau đó dữ liệu được xử lý, hoàn thiện nhờ các phần mềm xử lý ảnh chuyên nghiệp .

Thiết bị số hóa đó chính là các loại máy quét lazer và máy quét ánh sáng trắng. Máy quét có thể đo các vật từ gần tới xa đến 35m đối với máy quét Lazer.

Hình 1.2. *: Mô hình máy quét 3D.*

b. Ưu nhược điểm của phương pháp.

**** Ưu điểm:***

- Thời gian lấy mẫu nhanh, có thể lấy mẫu vật thể có kích thước lớn .

- Phương pháp này có thể lấy mẫu các vật thể làm bằng vật liệu mềm như chất dẻo, xốp, sáp …hay các vật thể bị biến dạng mà không làm biến dạng hay phá hủy mẫu cần đo.

**** Nhược điểm***

- Độ chính xác không cao bằng phương pháp đo tiếp xúc. Vì mỗi phương pháp đều có ưu điểm, nhược điểm riêng nên sẽ được dùng trong từng trường hợp cụ thể. Cũng có thể kết hợp cả 2 phương pháp để đạt hiệu quả cao nhất. Có thể số hóa bằng máy quét không tiếp xúc sau đó kiểm tra sai số sản phẩm bằng máy đo tọa độ tiếp xúc.

Máy quét laser

Laser là từ viết tắt của cụm từ tiếng anh Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, nghĩa là khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ cưỡng bức. Laser là loại ánh sáng có đặc tính đặc biệt, là loại sóng điện từ nằm trong dãy ánh sáng có thể nhìn thấy được. Bản chất của chùm tia laser là chùm ánh sáng đơn sắc có bước sóng xác định và góc phân kỳ rất nhỏ. Bước sóng phụ thuộc vào vật liệu phát ra tia laser.

Không giống như máy CMM thường là hệ máy đặt cố định, ngay cả với máy CMM cầm tay, việc đo đòi hỏi nhiều công sức và không đơn giản; các máy quét laser lại có thể đo các vật từ gần tới xa 35 mét, có thể đạt độ chính xác khoảng 25 micron với khoảng cách 5 mét.

Máy laser có thể thu thập dữ liệu về các toạ độ với tốc độ cao và vận hành đơn giản. Đối với các vât thể lớn như xe máy, ô tô … có thể dễ dàng, nhanh chóng đo với máy quét laser.

Hình 1.3. *Máy quét laser*

Máy quét laser hoạt động theo nguyên tắc bắn tia laser tới một mục tiêu có tính phản hồi trên vật đo. Tia sáng phản hồi từ mục tiêu sẽ quay trở lại và trở về điểm phát ra tại thiết bị đo. Tức là chùm tia laser từ máy chiếu vào vật thể sẽ phản xạ lại cảm biến thu. Hình dạng của toàn bộ vật thể sẽ được ghi lại bằng cách dịch chuyển hay quay vật thể trong chùm ánh sáng ngang qua vật.

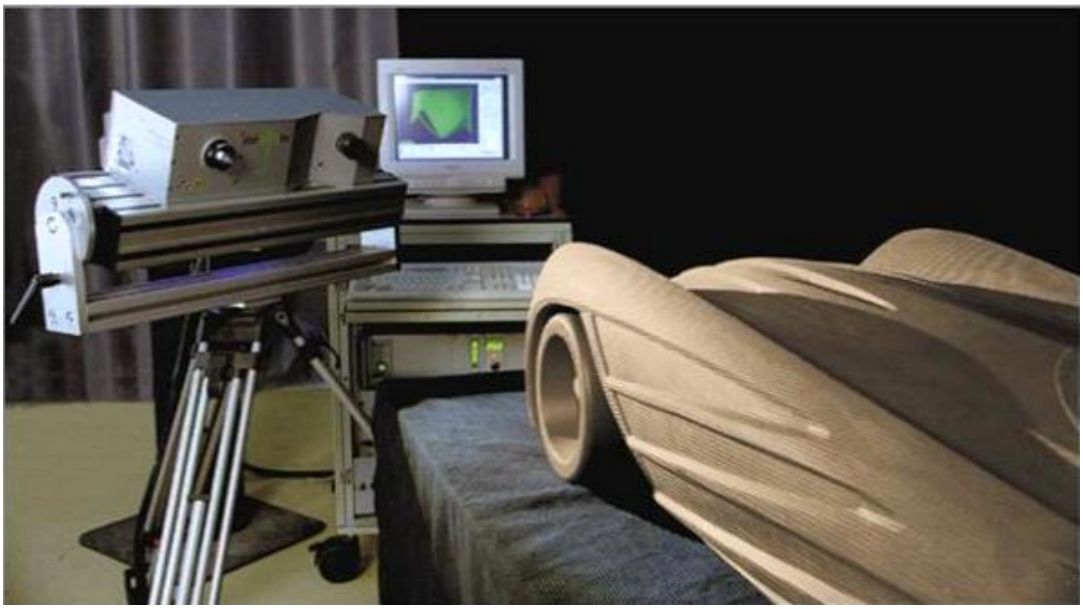
Độ chính xác và tốc độ đo của máy quét Laser là điểm khác biệt khi so sánh với các thiết bị đo toạ độ cầm tay khác. Bởi người sử dụng có thể nhanh chóng thực hiện các phép đo với ít nguyên công nhất, nên máy quét laser là một trong những thiết bị đo được sử dụng phổ biến . Các phần mềm quét sẽ phân tích các dữ liệu quét được và thể hiện kết quả dưới nhiều loại định dạng khác nhau.

Độ nhạy của thiết bị luôn là nhân tố quan trọng thỏa mãn nhu cầu quét hình 3D bằng laze. Nếu quét bằng laser lên vật thể sống ví dụ như người thì cũng không ảnh hưởng gì đến sức khoẻ hay làm ô nhiễm môi trường.

Máy quét dùng ánh sáng trắng

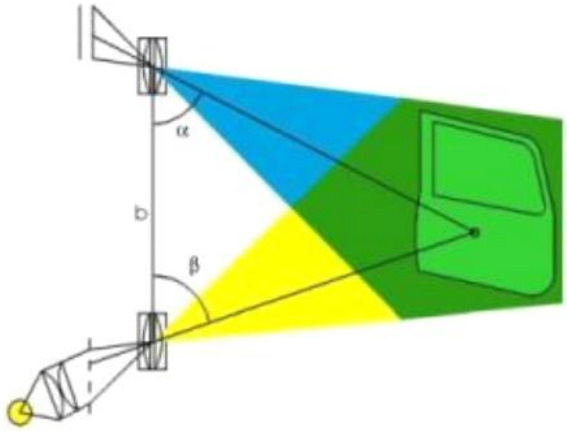
Máy đo thông dụng của phương pháp này là máy COMET 250. Bằng phép đo tam giác (triangulation) dùng ánh sáng trắng, hệ thống máy chuyên ứng dụng cho các bộ phận nhỏ, đòi hỏi chính xác cao như các hình điêu khắc bằng tay. Bằng kỹ thuật chiếu dùng ánh sáng giao thoa, COMET tạo ra đám mây dữ liệu chính xác và dày đặc, từ đó tạo điều kiện để tạo ra mô hình 3D của vật thể.

COMET số hóa bề mặt hình học theo từng vùng nhỏ. Các vùng dữ liệu tập trung cao được sắp xếp thẳng hàng với nhiều kỹ thuật khác nhau, chính điều này đã làm cho nó trở thành một hệ thống linh hoạt.



Hình 1.4. *Measuring System COMET*

Chức năng của phần mềm bao gồm xử lý đám mây điểm với tốc độ cao, tạo ra các mẫu đa giác, tái tạo bề mặt, sắp xếp để thiết kế bằng máy tính và cho báo cáo về biểu mẫu, nhập dữ liệu cho bất kì hệ thống CAD nào.



Hình 1.5. *Nguyên lý nhận điểm*

Việc quét dùng tia laser hay ánh sáng trắng đều dựa trên nguyên lý tam giác. Ở biểu đồ trên, nguồn sáng ở đáy chiếu một điểm nằm trong tầm quan sát của máy quay đặt ở đỉnh. Vì góc và khoảng cách giữa nguồn sáng và máy quay là không đổi và hướng của tia sáng là xác định nên kích thước của bề mặt ánh sáng chiếu đến là có thể tính được.Trong hình trên nếu cửa xe di chuyển gần hơn, máy quay sẽ nhìn thấy điểm được đánh dấu nằm ở thấp hơn và độ dày tính được sẽ lớn hơn.

Hệ thống số hóa 3 chiều COMET: Mỗi lần chiếu của COMET 250 có thế tích là 230*180*250 mm và độ chính xác là +/-0.06mm Mỗi lần chiếu đo được 420000 điểm trong 30 giây. Với những vật lớn hay vật có hình dạng phức tạp cần có nhiều lần chiếu để đảm bảo tất cả các bề mặt đều được đo. Không có hạn chế về số lần chiếu cũng như các vùng để đo với mỗi vật và cách sắp xếp 1 cách tổng thể các vùng được số hóa.

COMET số hóa các bề mặt hình học theo từng vùng nhỏ, đây là một hệ thống linh hoạt bởi các vùng tập trung dữ liệu cao được sắp xếp theo nhiều kỹ thuật khác nhau. Sau quá trình quét, các vùng được sắp xếp lại 1 cách tổng thể bởi phần mềm COMET để tạo nên 1 dải mây điểm 3 chiều không cố định; kích thước của dải mây này có thể lên đến

hàng triệu điểm. Tọa độ của những điểm này được hệ thống tính toán và kết quả thu được là đám mây điểm dày đặc chứa nhiều đường hay mô hình đa giác.

Định dạng cung cấp là AC, ASCII, TXT, DXF, VDA, IGES, OBJ và STL. Phần mềm cũng cho phép sắp xếp các đám mây điểm cho các mô hình CAD và các tính toán phục vụ cho báo cáo về biểu đồ màu.

Sự khác biệt giữa ánh sáng trắng và laser

Xét về tính chất, 2 nguồn sáng này hoàn toàn khác nhau nhưng khi chúng liên quan đến kết quả đo thì sự khác biệt chỉ là rất nhỏ. Theo toán học, cả 2 đều ứng dụng thuật toán dùng phép đo tam giác, vốn đã có cùng đặc điểm về độ chính xác và độ phân giải – chúng đều là các kỹ thuật chiếu dùng ánh sáng. Việc người dùng chọn loại kỹ thuật chiếu nào phụ thuộc vào ứng dụng. Ánh sáng laser được hội tụ vào 1 tia hay một bản để bao phủ một khu vực nhất định mỗi lần và do đó chỉ có thể đo một số điểm nhất định nằm trong dải tia laser đó.

Ánh sáng trắng trong hệ thống COMET, có khả năng bao phủ cả một vùng mỗi lần. Mỗi lần quét trong vùng này có thể thu được 420000 điểm dữ liệu. Hơn nữa, bằng việc chiếu các kiểu bóng đã được mã hóa trong các vùng đó, rất nhiều điểm nữa có thể đo được so với các điểm thu được khi dùng tia laser. Điều này cho thấy, hệ thống này quét nhanh hơn nhiều so với đo 3 chiều CMM.

Hệ thống laser có thể được tạo ra với chi phí thấp hơn. Tuy nhiên, hệ thống này lại chậm hơn nhiều so với hệ thống dùng ánh sáng trắng.

Về độ chính xác: những hệ thống ứng dụng các nguồn sáng trên đã được xây dựng nhưng chưa thấy hệ thống nào nổi trội hơn về độ chính xác. Hệ thống laser dễ bị ảnh hưởng với dữ liệu âm thanh với các bề mặt phản xạ nhưng cũng có những kỹ thuật để khắc phục vấn đề này. Mỗi lần quét chỉ quét một vùng nhỏ khoảng 8 $inch^2$. Nếu vật quét có kích thước lớn hơn 8’’ , sẽ có nhiều lần quét hơn. Lần quét sau cần “gối” lên lần quét trước đó để có được một vật hoàn chỉnh.

Có nhiều kỹ thuật để quét những vật lớn và mỗi kỹ thuật sẽ cho ra những kết quả khác nhau. Một lần nữa, giải pháp quét tối ưu phụ thuộc vào yêu cầu ứng dụng. Hệ thống quét laser phù hợp với mô hình ô tô cần độ chính xác là 0.1mm và với cánh máy bay Boeing là 0.25 mm. COMET 250 rất thích hợp đối với những bộ phận có dung sai nhỏ như bộ phận trong xe máy và các dụng cụ tạo ra bằng việc phun vật liệu nóng vào khuôn đến những ứng dụng cần ít độ chính xác hơn như đồ chơi bằng nhựa.

Sau khi quét hình bằng các phương pháp trên đều cho dữ liệu là đám mây điểm. Đám mây này phải được chuyển sang dạng lưới tam giác để xây dựng mô hình mặt.

1.2.3.2. Phương pháp cơ học

a.Khái niệm.

Đây là phương pháp thường dùng 1 đầu đo cơ khí trượt trên bề mặt chi tiết theo lưới định trước và liên tục ghi lại tọa độ nhận được.

Công cụ chủ yếu của phương pháp này chính là các máy đo tọa độ 3 chiều ***(Coordinate Mesuring Machine – CMM)*** là tên gọi chung của các thiết bị vạn năng có thể thực hiện việc đo các thông số hình theo phương pháp tọa độ.

Có hai máy đo tọa độ thông dụng là máy đo bằng tay (đầu đo được dẫn động bằng tay) và máy đo CNC (đầu đo được điều khiển tự động bằng chương trình số).

b. Ưu nhược điểm của phương pháp đo tiếp xúc.

**** Ưu điểm***:

- Do nguyên tắc đo từng điểm trên đối tượng nên độ chính xác cao, hoạt động của máy theo nguyên tắc hành trình nên máy có độ chính xác đến phần vạn (0.1 µm -0.5 µm)

- Tính tự động hóa cao: Có thể đo tự động trong cả quá trình đo.

- Kết quả đo là các file có nhiều định định dạng tiêu chuẩn như IGS, Step, Stl…thích hợp với các phần mềm thiết kế 3D.

- Dễ xử lý kết quả đo: Kết quả đo là tập hợp các đường curve thuận lợi tạo các mặt trên các phần mềm thiết kế 3D.

- Đầu đo đa dạng phù hợp với các đối tượng đo.

**** Nhược điểm :***

- Hạn chế đo các rãnh hẹp, cạnh sắc, có kích thước nhỏ hơn bán kính đầu đo.

- Tốc độ đo không cao: Chỉ từ 10 đến 1000 điểm /phút chậm hơn nhiều so với công nghệ scan laser.

Máy đo tọa độ CMM

Đầu đo CNC

Đầu đo bằng tay

Hình 1.6. *: Máy đo và đầu đo dùng trong phương pháp đo tiếp xúc*

Để khắc phục, người ta chế tạo đã chế tạo ra các máy đo không tiếp xúc, dùng Lazer tia X, siêu âm, ảnh video.

Tiêu biểu cho phương pháp đo tiếp xúc là máy đo tọa độ 3 chiều CMM

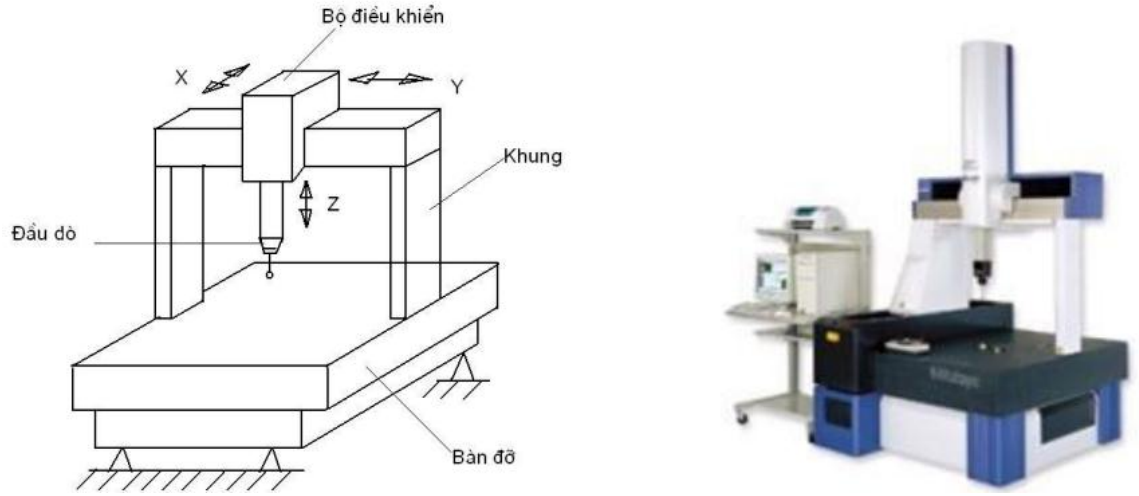
Máy đo toạ độ 3 chiều CMM

Máy đo toạ độ là tên gọi chung của các thiết bị vạn năng có thể thực hiện việc đo các thông số hình học theo phương pháp toạ độ. Thông số cần đo được tính từ các toạ độ điểm đo so với gốc toạ độ của máy. Các loại máy này còn được gọi là máy quét hình vì chúng còn được dùng để quét hình dáng của vật thể. Có hai loại máy đo toạ độ thông dụng là máy đo bằng tay (đầu đo được dẫn động bằng tay) và máy đo CNC (đầu đo được điều khiển tự động bằng chương trình số).

Các máy đo toạ độ CMM hoạt động theo nguyên lý dịch chuyển một đầu dò để xác định tọa độ các điểm trên một bề mặt của vật thể. Máy đo toạ độ thường đo các toạ độ theo phương chuyển vị X, Y, Z. Bàn đo được làm bằng đá granít, đầu đo được gắn trên giá, giá lắp trên thân trượt theo phương Z, khi đầu đo được điều chỉnh đến một điểm đo nào đó thì 3 đầu đọc sẽ cho ta biết 3 toạ độ X,Y,Z tương ứng với độ chính xác cao, có thể lên đến 0,1micromét.

Máy CMM thường thiết kế với 4 phần chính:

- Thân máy.
- Đầu dò.
- Hệ thống điều khiển hoặc máy tính.
- Phần mềm đo.



Hình 1.7. *Cấu tạo máy CMM*

Với hệ thống đầu đo cho máy CMM, người ta có thể sử dụng loại đầu dò tiếp xúc hay đo điểm rời rạc, hệ thống đầu đo laser, hoặc camera. Máy đo CMM đa cảm biến có thể được trang bị nhiều hơn một cảm biến, camera hoặc đầu dò.

Hình 1.8. *Các loại đầu dò dùng cho máy CMM*

Máy đo bằng tay có chuyển vị rất êm, nhẹ nhàng nhờ dùng dẫn trượt trên đệm khí nén. Để kết quả đo tin cậy, áp suất khi nén cần phải được bảo đảm như điều kiện kỹ thuật của máy đã ghi nhằm đảm bảo đệm khí đủ áp suất và làm việc ổn định. Các máy của hãng Mitutoyo thường có yêu cầu áp suất khi nén là 0,4 MPa với lưu lượng 40 lít/phút ở trạng thái bình thường. Máy phải được vận hành ở nhiệt độ thấp từ 16^0C đến 26^0C.

Loại máy được dẫn động bằng tay vận hành đơn giản, nhẹ nhàng nhờ dùng dẫn trượt bi, tuy nhiên loại này có độ chính xác thấp hơn. Máy đo 3D có phạm vi sử dụng lớn. Nó có thể đo kích thước chi tiết, đo profile, đo góc, đo độ sâu... Nó cũng có khả năng đo các thông số phối hợp trên một chi tiết như độ song song, độ vuông góc, độ phẳng. ...Đặc biệt máy có thể cho phép đo các chi tiết có biên dạng phức tạp, các bề mặt không gian như: bề mặt khuôn mẫu, cánh turbine, mui xe ô tô...

Để dễ dàng cho việc tính toán kết quả đo, kèm theo máy là phần mềm thiết kế cho từng loại thông số cần đo. Mỗi hãng chế tạo máy CMM đều viết riêng cho các máy của

mình những phần mềm khác nhau. Mỗi phần mềm có thể có nhiều môđun riêng biệt ứng dụng cho từng loại thông số. Ví dụ máy CMM của hãng Mitutoyo có các môdun phần mềm sau đây:

- Geopak : có nhiều cấp độ khác nhau, dùng cho đo lường vật thể 3D, có thể xuất sang file dạng .gws để chuyển đổi dữ liệu đo thành dữ liệu chuỗi điểm cho thiết kế chi tiết bằng phần mềm Pro/Engineer hoặc các phần mềm khác.

- Scanpak: dùng để số hoá biên dạng 3D của vật thể, chuyên dùng để quét biên dạng và bề mặt 3D dùng cho tái tạo ngược.

- Statpak : chuyên dùng để sử lý số liệu đo.

- Gearpak: chuyên dùng cho đo bánh răng, chuyển dữ liệu từ máy CMM sang máy kiểm tra bánh răng.

- Tracepak: chương trình quét vật thể 3D cho máy CMM vận hành bằng tay.

Máy CMM có nhiều chủng loại khác khác nhau về kích cỡ, thiết kế và công nghệ dò. Máy có thể chỉ có hệ điều khiển bằng tay hoặc có hệ điều khiển CNC/PC. Các máy CMM thường được sử dụng để đo kích thước, đo kiểm mẫu, góc, hướng hoặc chiều sâu. Các tính năng chung của máy CMM là có hệ thống bảo vệ chống va đập, khả năng lập trình on-line, tái tạo ngược, phần mềm SPC và bù nhiệt độ.

Các thông số cơ bản được quan tâm của máy là các hành trình đo theo trục X,Y,Z; độ phân giải và trọng lượng vật đo.

Hình 1.9. *Máy đo CMM thông dụng kiểu cầu*

Về kết cấu, máy CMM gồm nhiều loại :

- Tay gấp

- Kiểu cầu

- Kiểu chìa đỡ

- Kiểu giàn hay trục ngang

Kiểu tay gấp thường là loại máy nhỏ cầm tay, cho phép đầu dò xoay theo nhiều hướng khác nhau. Máy kiểu cầu là loại có trục đo được lắp thẳng đứng với một dầm ngang

đặt trên 2 trụ đỡ. Máy đo kiểu cầu (theo trục X) giúp mở rộng phạm vi đo. Với máy đo kiểu chìa đỡ, trục đo được đỡ bởi một kết cấu đỡ. Máy kiểu giàn có kết cấu khung treo trên các ụ đỡ để có thể mở rộng pham vi trên các vật được đo. Các máy đo kiểu giàn có cấu trúc tương tự như kiểu cầu. Đối với máy đo kiểu trục ngang, trục lắp đầu dò được đặt nằm ngang, một đầu gắn trên giá đỡ thẳng đứng có thể dịch chuyển được. Máy đo CMM cầm tay "Sigma Series" là loại máy thế hệ mới kết nối không dây và sử dụng năng lượng pin. Sigma series hiện có 9 chủng loại với các khoảng đo 1,8; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,3; 3,6; 4,6 và 5,2 mét. Đây là loại máy có dải đo lớn nhất trên thị trường hiện nay.

Hình 1.10. *Máy CMM kiểu Grantry của B&S*

Hình 1.11. *Máy CMM kiểu Cantiver của Tarrus*

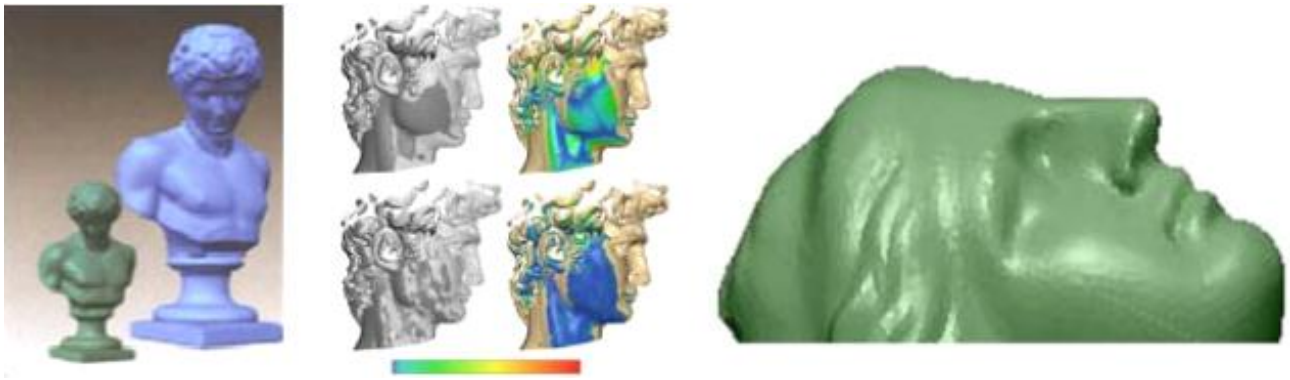
1.2.4 Các ứng dụng của công nghệ thiết kế ngược

Với tính ưu việt của mình là mô hình hóa được nhiều chi tiết (kể các chi tiết có độ phưc tạp cao) một cách nhanh chóng và chính xác đáp ứng tối đa các nhu cầu đa dạng của thị trường trong rất nhiều lĩnh vực :

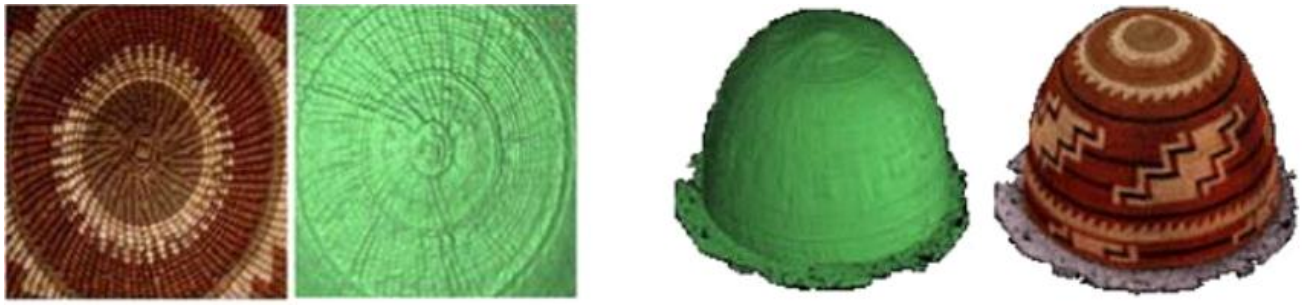
*** Trong lĩnh vực nghệ thuật.**

Trong lĩnh vực này công nghệ thiết kế ngược được thể hiện ở việc sao chép hoặc phân tích các đặc điểm, nét vẽ của các kiệt tác hội họa, điêu khắc.

Thông thường với các chi tiết yêu cầu cao về tính thẩm mỹ, sản phẩm được mô hình hóa bởi các nhà kỹ thuật ***(Stylist)*** trên các chất liệu như đất sét, chất dẻo, gỗ... Tuy nhiên các tác phẩm hay các kiệt tác nghệ thuật chỉ là kết quả của 1 vài nhà nghệ thuật, nhà thiết kế nào đó, trong khi đó ai cũng muốn được có, muốn được thưởng thức chúng. Nhu cầu thị trường đòi hỏi các sản phẩm phải có 1 số lượng lớn theo một vài phong cách, hay sản phẩm của một số nhà thiết kế mà tác phẩm của họ đã được khẳng định trên thị trường. Để đáp ứng nhu cầu đó cần có được mô hình CAD của sản phẩm mong muốn. Việc này chỉ có thể thực hiện được bằng công nghệ thiết kế ngược. Với các thiết bị hiện đại và sự trợ giúp của máy tính chúng ta có thể xây dựng được các dự liệu CAD giống hệt mô hình thật do các nhà mỹ thuật tạo ra với dung sai nhỏ.



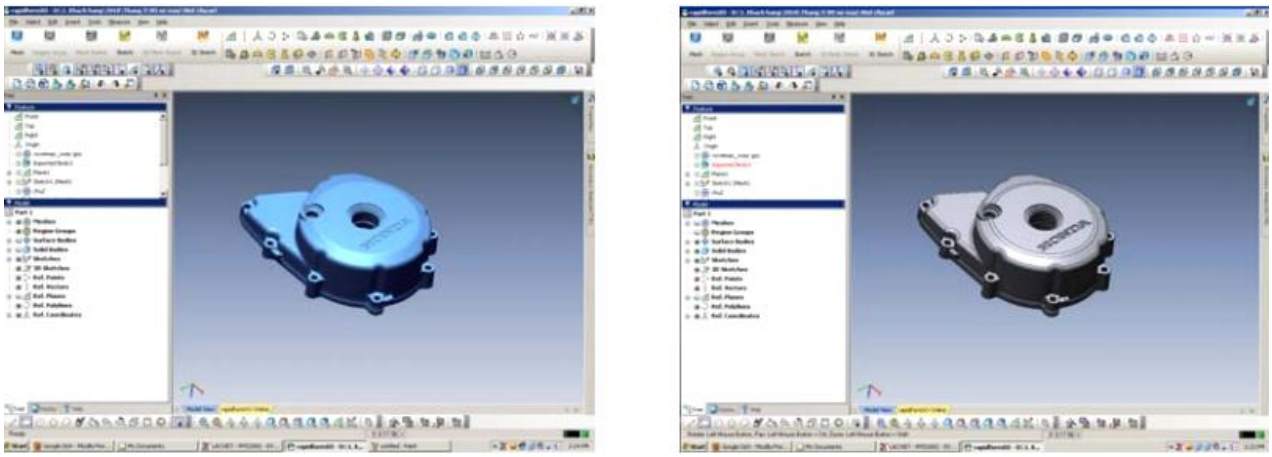
Hình 1.12 *: Công nghệ RE dựng mô hình CAD cho các tác phẩm nghệ thuật*



Hình 1.13. *: Ứng dụng công nghệ tái tạo lấy mẫu hoa văn thủ công*

* Công nghệ ***RE*** có vai trò rất lớn trong cải tiến mẫu mã sản phẩm. Yêu cầu về thời gian không cho phép chúng ta khi chế tạo 1 mẫu mã mới có thể bắt đầu chu trình sản xuất từ khâu phác thảo thiết kế tới tính toán, tối ưu, chế thử kiểm tra kiểm nghiệm mới đưa vào sản xuất vì quá trình trên tốn rất nhiều thời gian, công sức . Do vậy mà chúng ta phải biết kế thừa các mẫu sản phẩm đã được tối ưu, đạt các tiêu chuẩn kiểm tra trên cơ sở đó ta thiết kế lại phù hợp với yêu cầu mới để có được một mẫu mã mới. Như vậy sẽ giảm được thời gian thiết kế, rút ngắn thời gian đưa sản phẩm vào thị trường tức là giảm thời gian của chu trình sản xuất ***(Lead time)*** . Với nhu cầu của thị trường thay đổi liên tục từng ngày như hiện nay công ty nào sớm đưa ra được mẫu mã mới sẽ chiếm được thị phần và giành được lợi nhuận cao nhất. Còn công ty nào đưa ra sản phẩm mới chậm hơn sẽ không còn cơ hội có được lợi nhuận.

Do vậy công nghệ thiết kế ngược RE thực sự sẽ là trọng tâm của công nghệ thiết kế sản phẩm của tương lai.



Mô hình quét mẫu sản phẩm *Mô hình CAD đưa ra*

Hình 1.14. *: Ứng dụng RE thiết kế lại sản phẩm cơ khí phức tạp*

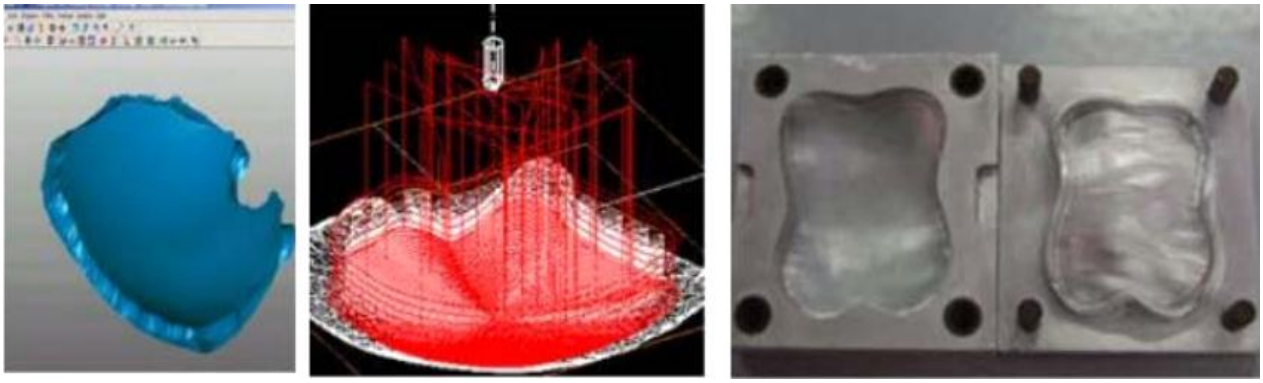
* Công nghệ ***RE*** còn được sử dụng khi cần thay thế 1 chi tiết, bộ phận mà nhà sản xuất không còn cung cấp, chúng ta phải chế tạo lại chúng mà không hề có bản vẽ thiết kế. Hay khi muốn sản xuất theo mẫu mã mới tối ưu trên thị trường mà nhà thiết kế ra chúng làm mất, làm hỏng, hoặc không muốn cung cấp tài liệu thiết kế. Đặc biệt là khi sản phẩm có hình dạng rất phức tạp, khó miêu tả như hình người , hình con vật …

Hình 1.15 *: Ứng dụng công nghệ thiết kế ngược lấy mẫu mặt người và động vật*

* Trong khảo cổ học, công nghệ ***RE*** cho phép khôi phục hình dạng của các sinh vật thời tiền sử dựa trên các hóa thạch cổ thu được trong đất, đá, hay trong băng mà không hề làm tổn hại hay phá hoại mẫu hóa thạch đó. RE còn cho phép chúng ta dựng lại các mẫu tượng cổ, khôi phục lại các công trình kiến trúc , nghệ thuật cổ đã bị tàn phá trong lịch sử.

Hình 1.16. *: Ứng dụng RE trong khảo cổ học*

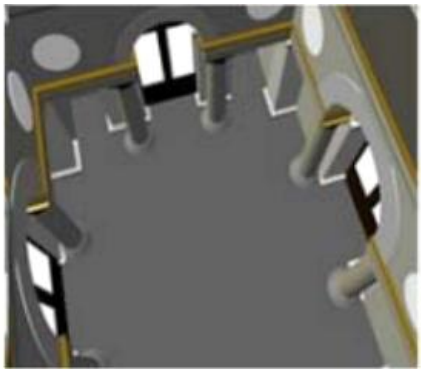
* Trong y học: Công nghệ thiết kế ngược cho phép chúng ta có thể tạo ra các bộp phận cơ thể phù hợp cho từng bệnh nhân trong thời gian ngắn để thay thế các khuyết tật, các bộ phận hỏng, bị tổn thương, bị hư hại do tai nạn hoặc do bẩm sinh như xương, khớp, răng hàm, mảnh sọ não…



Mô hình CAD *Chương trình gia công* *Khuôn bằng nhôm*

Hình 1.17. *: Ứng dụng RE tạo mảnh sọ não dùng trong y học*

* Trong thời trang, ***RE*** trợ giúp đắc lực cho các nhà thiết kế tạo các trang phục các mẫu mã theo hình dáng con người.



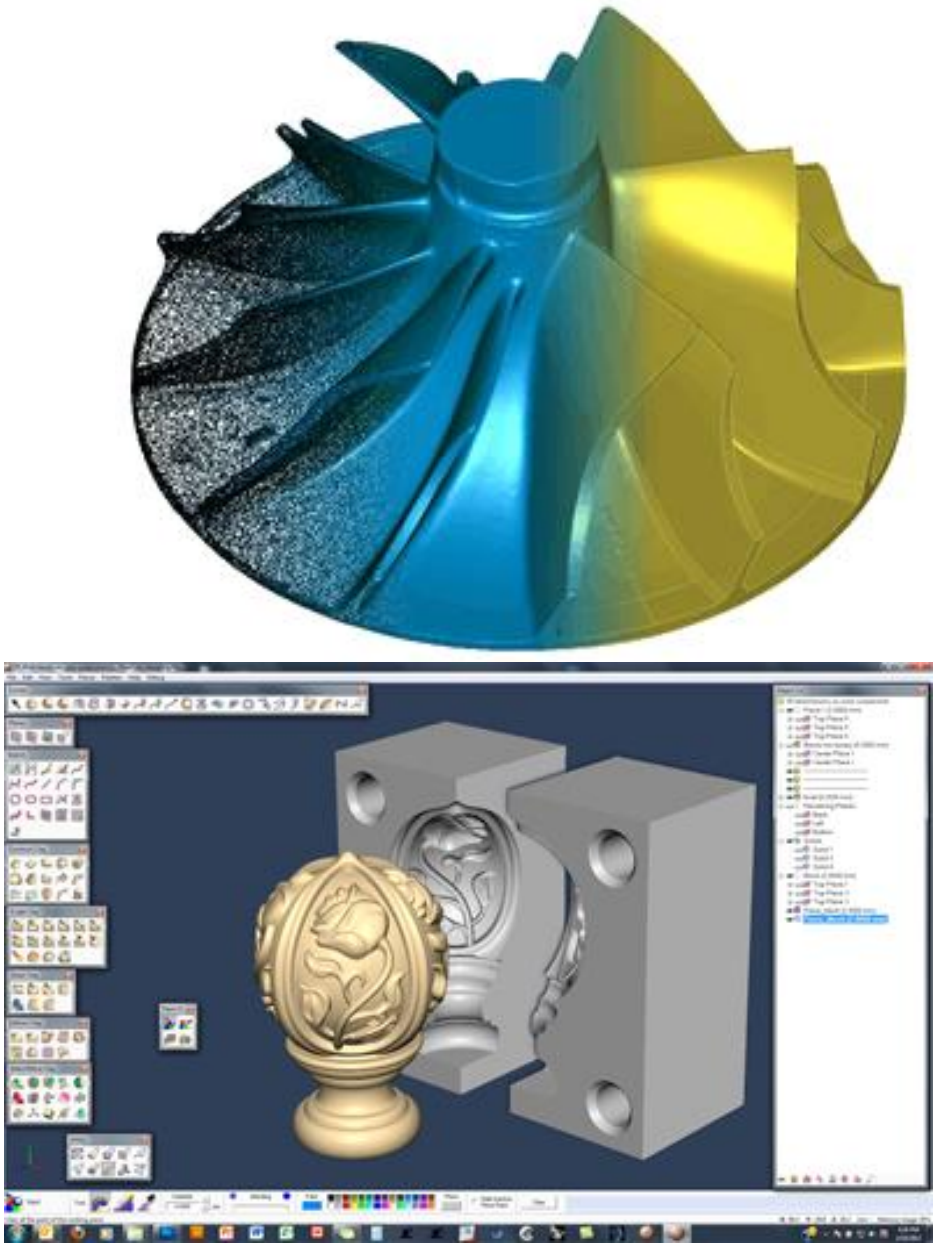
Hình 1.18. *: Sử dụng RE thiết kế nhân vật và môi trường trong Game*

* Công nghệ ***RE*** còn được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực giải trí, mô phỏng như thiết kế các nhân vật trong Game 3D, tạo các môi trường giao diện ảo trong Game phục vụ giải trí, làm phim ảnh hay mô phỏng 1 quá trình nào đó phục vụ cho 1 mục đích nào đó.

* Công nghệ ***RE*** còn được áp dụng trong một vài lĩnh vực khác nữa. Nói chung cứ ở đâu cần thiết kế đưa ra mô hình CAD thì ở đó có thể áp dụng công nghệ RE. Xu hướng của nền sản xuất hiện đại hướng đến tiêu chí JIT (***Just – In– Time*** là tiêu chí ngắn thời gian chế tạo sản phẩm). Với tiêu chí, khoảng thời gian từ lúc đặt hàng sản phẩm cho đến khi có sản phẩm thật đã rút ngắn đi rất nhiều, có thể tính theo ngày, theo giờ thay vì tính theo quý, theo tháng hay theo tuần trước kia. Với tính ưu việt về thời gian và độ chính xác, công nghệ thiết kế ngược hứa hẹn sẽ là công nghệ thiết kế chủ đạo của nền sản xuất.

1.2.5. Phần mềm để xử lý dữ liệu quét

1.2.5.1. Phần mềm Geomagic studio

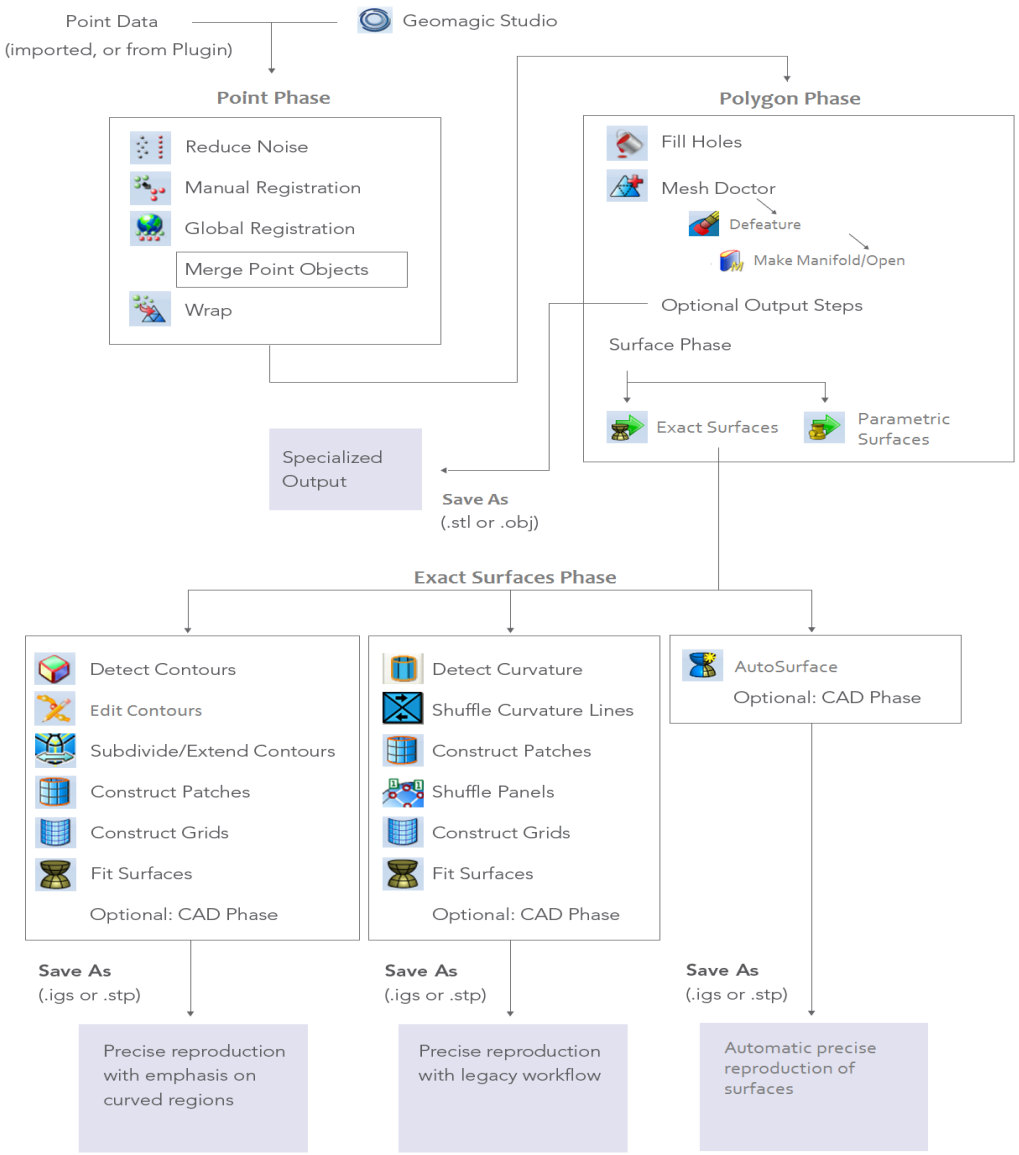


Hình 1.19. Phần mềm Geomagic Studio

Đây là một trong các phần mềm xử lý dữ liệu nhanh chóng và rất tiện lợi được dùng nhiều trong các công ty thiết kế chuyên nghiệp, là hệ thống thiết kế cơ khí dẫn đầu trong nghành công nghiệp với những công cụ vượt trội để tạo mẫu và chỉnh sửa các dữ liệu 3D, với quy trình làm việc khép kín tạo mô hình cao cấp và là một trong những giải pháp thiết kế chính xác.

Geomagic studio là một trong những phần mềm hàng đầu về chỉnh sửa và tái tạo ra các kiểu CAD với tham số trực tiếp từ các dữ liệu quét 3D. Là một giải pháp phầm mềm mới mà nó cho phép tạo ra đầy đủ các tham số của vật thể và các bề mặt khuôn mẫu từ dữ liệu quét 3D với dữ liệu mạng lưới đa giá có giao diện tốt nhất. Công nghệ quét 3D kết hợp với Geomagic studio cung cấp cho nhà sản xuất hiệu quả cao nhất.

Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic studio:



Hình 1.20. *Qui trình chỉnh sửa dữ liệu quét trong Geomagic*

Dụng cụ được dùng để tạo ra các mô hình trên sẽ được nhận ra ngay lập tức để tương thích với các ứng dụng của CAD. Các đặc trưng thiết kế thông thường cung cấp hỗ trợ cực kì hiệu quả và mang lại nhiều tính năng ưu việt

- Các đặc trưng của Geomagic:

+ Làm sạch mạng lưới

+ Tự động làm sạch và nối mạng lưới

+ Liên kết tự động với dụng cụ liên kết thông minh

+ Vận hành mạng lưới với cấp độ tốt nhất

+ Kiểm soát độ phân giải và độ mịn của chi tiết.

- Sự đồng bộ hoá quét tới CAD :

+ Cập nhật các mô hình CAD gốc để xây dựng lại chi tiết

+ Nhập dữ liệu quét vào các định dạng file CAD khác nhau

+ Tự động nhập các định dạng file CAD

+ Lặp lại kiểu CAD theo kiểu mạng lưới

+ Thiết kế lại trong vùng cho phép.

- Thiết kế từ dữ liệu quét 3D :

+ Thực hiện nhiều thao tác với dữ liệu quét 3D

+ Tạo các kiểu CAD với tham số từ dữ liêu quét 3D

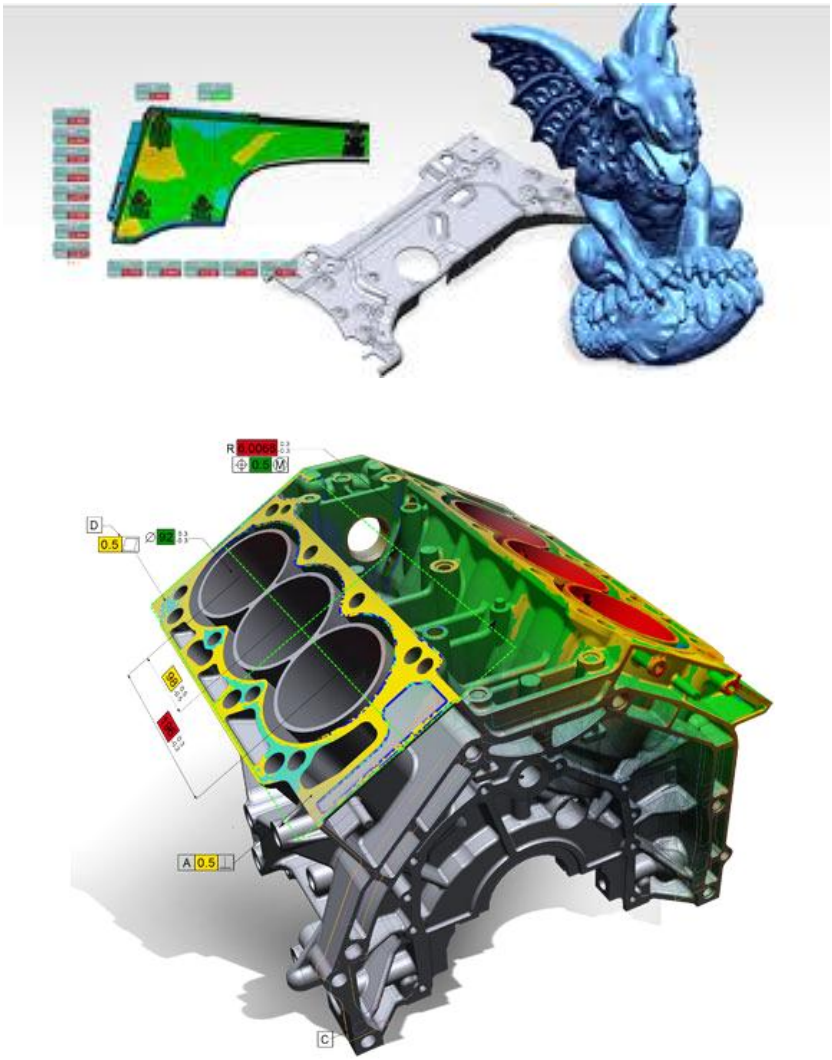
+ Gửi đầy đủ các mô hình cơ sở từ nhiều hệ thống khác nhau

+ Đạt được mục đích thiết kế và xác định các tham số thiết kế

+ Tham số hoá các mô hình CAD từ dữ liệu quét 3D

Ngoài ra Geomagic studio còn một số các ưu điểm nổi bật khác như: phần mềm này có giao diện đẹp, thân thiện, khả năng thiết kế nhanh hơn các phần mềm khác rất nhiều nhờ vào sự xắp xếp và bố trí các toolbar một cách có hệ thống và hợp lý.

1.2.5.2. Phần mềm Rapidform XOR



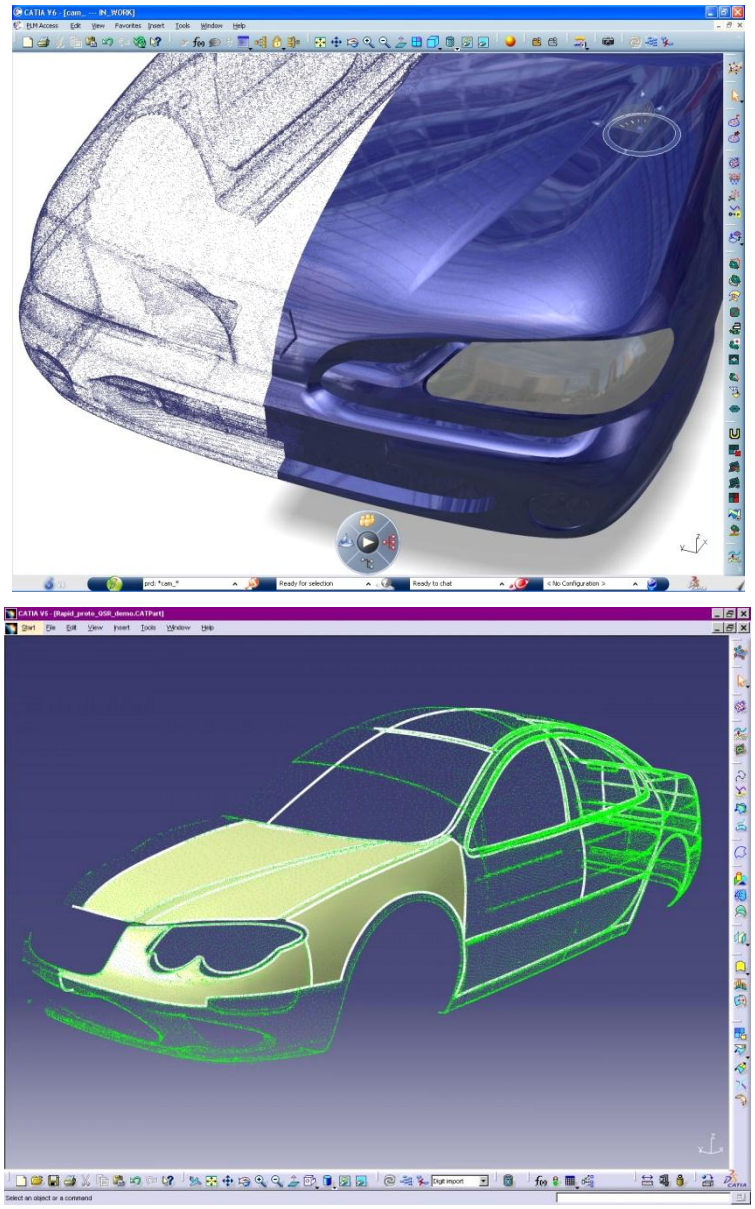
Hình 1.21. *Phầm mềm RapidfromXO Redesign*

RapidfromXO Redesign cũng là một trong các phần mềm được dùng nhiều trong công nghệ tái tạo ngược, tạo mô hình tham số từ dữ liệu quét, scan rất hiệu quả, cho phép người thiết kế đưa ra các ghi chú thiết kế và các tham số thiết kế của các chi tiết của thế giới thực, chúng có thể bị mất các dữ liệu trong quá trình xử lý hoặc không có mô hình

CAD. Công nghệ quét 3D RapidformXOR design cho phép các nhà sản xuất có được các tham số thiết kế của bất kỳ chi tiết nào của thế giới thực một cách dễ dàng, bao gồm các hình trụ hoặc các bề mặt cong tự do. Vì các mô hình CAD đã tạo trong

RapidformXOR design có đầy đủ các tham số, người thiết kế và người tính toán có thể hiệu chỉnh lại các thiết kế chi tiết của thế giới thật để hoàn chỉnh mô hình của sản phẩm bằng RapidformXOR design.

1.2.5.3. Phần mềm Catia:



Hình 1.22. *Thiết kế ngược trong phần mềm Catia*

CATIA là phần mền hoàn chỉnh nhất của hãng Dassault systemes do IBM chịu trách nhiệm phân phối, phiên bản mới nhất hiện nay là CATIA V5R18, là tiêu chuẩn quốc tế khi giải quyết hàng loạt các bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: xây dựng, cơ khí, tự động hóa, công nghiệp ô tô, tàu thủy và công nghiệp hàng không. Nó giải quyết công việc một cách triệt để, từ khâu thiết kế mô hình CAD, đến khâu sản xuất CAM - khả năng phân tích tính toán, tối ưu hóa lời giải dựa trên chức năng CAE của phần mềm CATIA.

Có các Module phục vụ cho quá trình thiết kế, tính toán tối ưu và gia công trong lĩnh vực cơ khí.

- *Mechanical Deigsn:* Modul này cho phép thiết kế chi tiết, thiết kế sản phẩm 2D, 3D, lắp ráp sản phẩm và mô phỏng động học trong cơ khí.

- *Shape Design and Styling:* Modul này cho phép thiết kế các bề mặt có biên dạng, kiểu dáng phức tạp trong lĩnh vực thiết kế vỏ ô tô, tàu biển, máy bay,…

- *Analysis:* Module cho phép tính toán, kiểm tra và mô phỏng chi tiết chịu tải trọng trong môi trường liên tục hoặc trong môi trường nhiệt độ. Từ đó cho phép tối ưu kết cấu.

- *Manufacturing:* Modul này cho phép mô phỏng quá trình chế tạo chi tiết thông qua việc lựa chọn dao, chế độ cắt, đồ gá từ đó cho phép người thiết kế lựa chọn quá trình chế tạo hợp lý, nâng cao chất lượng gia công và tiết kiệm vật liệu.

- *Equipments and systems:* Cho phép lựa chọn, thiết kế trang thiết bị công nghệ, các hệ thống của một nhà máy theo tiêu chuẩn.

- *Plant Engineering:* Cho phép thiết kế mặt bằng xưởng, nhà máy, dây chuyền sản xuất....Và rất nhiều các modul khác nữa.

Đây là một phần mềm tích hợp CAD/CAM rất mạnh, có khả năng giải quyết nhiều bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Các đối tượng mà CATIA có khả năng làm việc là:

- Thiết kế cơ khí: Thiết kế chi tiết và các cơ cấu tổ hợp các sản phẩm dập tấm, bề mặt và khung dây, thiết kế khuôn, thiết kế tàu thuỷ, ô tô, máy bay v.v…

- Thiết kế các kiểu dáng hình học 3D với những mặt cong bất kỳ.

- Thiết kế bề mặt từ cơ sở dữ liệu đo 3 chiều CMM

- Phân tích kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn

- Gia công CNC

- Thiết kế nhà xưởng

- Thiết kế hệ thống điện, điện tử, thủy lực.

- Mô phỏng động học....

1.2.3.4. Phần mềm Mastercam

Mastercam là một phần mềm chuyên dùng để thiết kế và lập quy trình công nghệ (Lập trình tự động) gia công trên các trung tâm gia công phay, tiện và cắt dây. Mastercam V9.0 bao gồm 4 modul:

• Mastercam Design (Thiết kế chung)

• Mastercam Mill (Thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công phay)

• Mastercam Lathe (Thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công Tiện)

• Mastercam Wire (Thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công cắt dây)

Riêng modul Mastercam Design chuyên dùng để thiết kế các biên dạng, các bề mặt hoặc các hình khối bất kỳ.

Tuy nhiên trong các modul còn lại ngoài các chức năng công nghệ như tiện, phay và cắt dây nó cũng có phần thiết kế tương tự như modul Mastercam Design. Vì vậy phần mềm Mastercam có khả năng thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công được bất kỳ chi tiết nào cho các nguyên công tiện, phay và cắt dây. Trong giới hạn của đề tài này, tác giả nghiên cứu về Mastercam Mill (thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công phay).

Giao diện có 3 phần chính:

Thanh công cụ:

Gồm có 6 trang với các chức năng công cụ bao gồm: thiết kế, quan sát đối tượng, thiết lập mặt phẳng vẽ, hiệu chỉnh, sửa c hữa đối tượng, thiết kế quy trình công nghệ… Để chuyển sang các trang khác Click chuột vào một trong 2 phím mũi tên ngoài cùng của thanh công cụ và chọn vào các biểu tượng tương ứng.

Chức năng thực hiện chương trình:

Để thực hiện các chức năng này Click chuột vào dòng lệnh tương ứng, hoặc nhập từ bàn phím chữ cái gạch chân trong khối lệnh (đây là phím tắt nên rất tiện lợi cho quá trình thiết kế).

Ví dụ để tạo đối tượng 2D click Create hoặc gõ chữ C từ bàn phím…

- Menu chính:

:Phân tích đối tượng

:Tạo đối tượng

:Quản lý tệp

:Hiệu chỉnh đối tượng

:Các thao tác trên đối tượng

:Thao tác xoá

:Thiết lập thông số hiển thị

:Tạo chi tiết dạng khối

:Trở về thao tác trước đó

:Trở về Menu chính

- *Menu thứ cấp :*

:Vị trí trục Z (vị trí ban đầu)

:Mầu mặc định của đối tượng

:Lớp hiện hành

:Tính chất đối tượng

:Quản lý đối tượng theo nhóm

:Đánh dấu đối tượng, nhóm hoặc lớp

:Mặt phẳng vẽ đối tượng

:Mặt phẳng quan sát đối tượng

-*Mặt phẳng vẽ: CPLANE*

Vẽ trong không gian

Vẽ hình chiếu từ đỉnh

Vẽ hình chiếu từ phía trước

Vẽ hình chiếu cạnh

Gọi mặt phẳng vẽ theo số thứ tự

Gọi mặt phẳng vẽ trước đó

Chọn mặt phẳng vẽ trên đối tượng

Xoay mặt phẳng vẽ đi một góc

Mặt phẳng pháp tuyến

Gọi trình đơn tiếp theo

- *Mặt phẳng quan sát: GVIEW*

Tất cả các Module đều có mặt phẳng quan sát giống nhau.

Quan sát từ đỉnh

Quan sát từ phía trước

Quan sát hình chiếu cạnh

Quan sát mô hình 3D

Quan sát theo số thứ tự

Quan sát mặt phẳng vẽ trước đó

Quan sát trên mặt phẳng chứa đối tượng chọn

Xoay mặt phẳng vẽ đi một góc

Trạng thái bất kỳ

Gọi trình đơn tiếp theo

- *Chức năng bắt điểm:* Chức năng bắt điểm hỗ trợ cho việc vẽ chính xác, chức năng này được kích hoạt khi ta đang ở trong một lệnh vẽ hay trong một yêu cầu xác định chính xác các điểm.

Tại Main menu chọn Screen, Next menu, Auto cursor đặt Yes.

Gốc toạ độ

Tâm đường tròn

Điểm đầu của một đối tượng

Giao điểm giữa các đối tượng

Trung điểm của đối tượng

Điểm

Điểm cuối của đối tượng sau cùng

Tạo độ tương đối

Góc phần tư

Bắt điểm tự do

- *Cách chọn đối tượng:*

: Chọn theo biên dạng

: Chọn theo cửa sổ

: Chọn theo miền kín

: Chỉ một đối tượng thuộc dạng đối tượng nào đó

: Tất cả các đối tượng

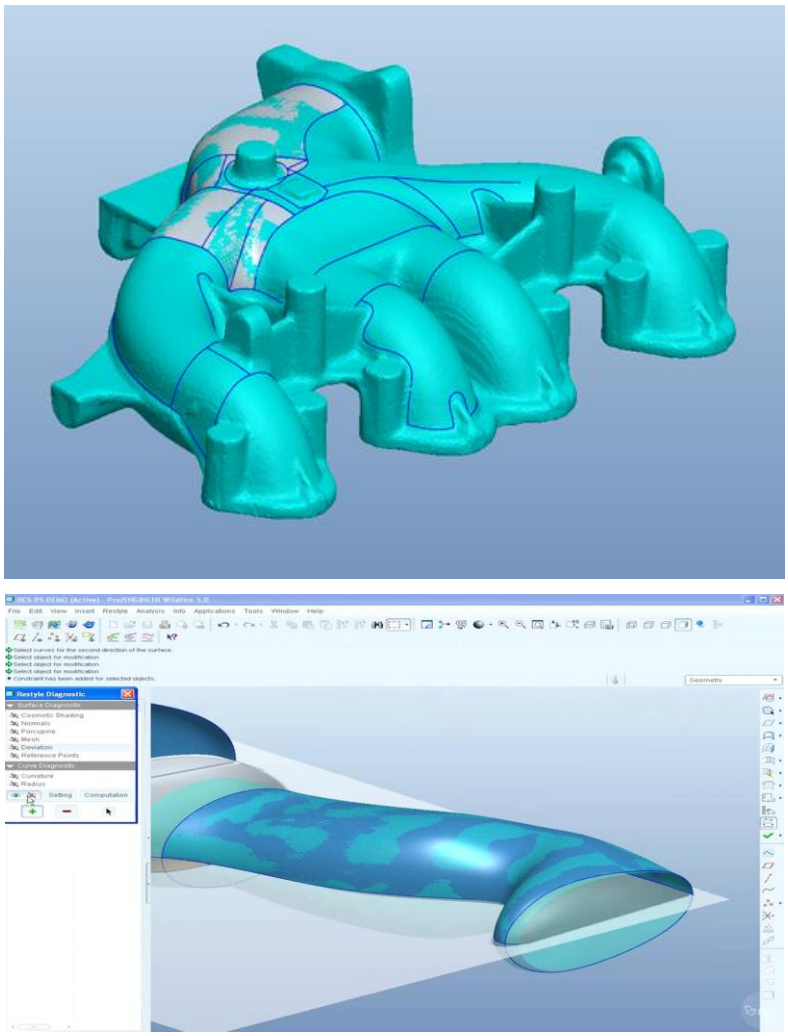
: Nhóm đối tượng

: Đối tượng được chọn là kết quả của một thao tác xoay hoặc dịch chuyển

Phần màn hình hiển thị đồ hoạ

Phía dưới của màn hình hiển thị hệ toạ độ, đơn vị và khoảng quan sát đối tượng khi vẽ. Tất cả các giá trị này có thể thay đổi khi thiết lập các chức năng hiển thị và các chức năng thiết kế.

1.2.3.5. Phần mềm Creo:



Hình 1.23. *Thiết kế ngược trong phần mềm Catia*

Các khả năng mở rộng không giới hạn của Creo Parametric có nghĩa là bạn có thể dễ dàng thêm người dùng mới, mô-đun mới và tính năng mới giúp công việc của bạn và nhu cầu của bạn tiếp tục phát triển, và bạn sẽ không bao giờ phải lo lắng về việc nhập dữ liệu không tương thích hoặc việc phải tìm hiểu thêm một giao diện mới. Các phần mở rộng được thêm vào để Creo Parametric liên tục cung cấp khả năng mở rộng bao gồm cả các sản phẩm sau:

3D CAD – Giải pháp Thiết kế nâng cao

Creo cung cấp số lượng cải tiến, khả năng chuyên môn để đáp ứng nhiều nhu cầu thiết kế. Từ khuôn khổ cấu trúc mô hình nhân tố kỹ thuật số, Creo mở rộng giúp bạn nắm bắt nhiều hơn các thiết kế của bạn trong 3D.

- Creo Flexible Modeling Extension

- Creo Advanced Assembly Extension
- Creo ECAD-MCAD Collaboration Extension
- Creo Expert Framework Extension
- Creo Manikin Extension
- Creo Piping and Cabling Extension

3D CAID Tiện ích mở rộng

Creo cung cấp cho bạn khả năng cần thiết để tạo ra các hình dạng chính xác, bề mặt và thẩm mỹ của thiết kế của bạn. Giải phóng sự sáng tạo của bạn và hiển thị thiết kế của bạn "trong ánh sáng tốt nhất" với các sản phẩm Creo CAID.

- Creo Interactive Surface Design Extension
- Creo Advanced Rendering Extension
- Creo Reverse Engineering Extension

1.3 Hiện trạng và tương lai của tạo mẫu nhanh.

Công nghệ tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping – RP) ngày càng được ứng dụng nhiều trong công nghiệp và chứng tỏ ưu thế vượt trội trong quá trình tạo mẫu vật lý để nghiên cứu trước khi chế tạo sản phẩm. Công nghệ này đề cập đến việc tạo hình và gia công các mô hình các chi tiết sản phẩm theo cách thực hiện trực tiếp từ những dữ liệu của mô hình thiết kế ảo 3 chiều trên máy tính. Khác với công nghệ truyền thống là hớt bớt vật liệu đi, bản chất của RP là tạo hình và gia công các mô hình, các chi tiết sản phẩm trên cơ sở bồi đắp và dính kết vật liệu từng lớp với nhau (add and bone materials).

Hình 1.24. *sản phẩm tạo mẫu nhanh*

Do khả năng linh hoạt nên công nghệ tạo mẫu nhanh đã có ảnh hưởng trong nhiều lĩnh vực cụ thể:

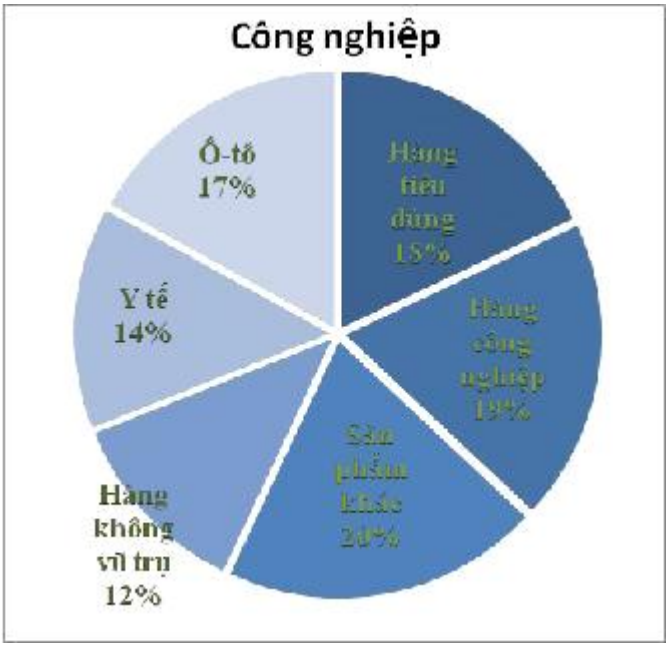
1.3.1 Công nghiệp sản xuất chế tạo

Tất nhiên, các ngành công nghiệp sản xuất đã trở thành đối tượng sử dụng in 3D nhiều nhất. Lý do chính khiến công nghệ sản xuất đắp dần được sử dụng rộng rãi trong môi trường công nghiệp là do nó cho phép sản xuất các bộ phận với số lượng ít, bộ phận có hình dạng phức tạp, cắt giảm phế liệu, tạo nhanh sản phẩm thử nghiệm, sản xuất theo yêu cầu. Lý do nữa để sử dụng in 3D là giúp giảm độ phức tạp trong quản lý chuỗi cung ứng, cho phép sản xuất các bộ phận tại chỗ thay vì phải sản xuất ở nơi khác mang đến. Vì vậy, in 3D mở ra tiềm năng về lợi thế chi phí sản xuất, cải tiến quy trình và cả sản phẩm cho các nhà cung cấp trong một số trường hợp cụ thể.

Ngoài mục đích thử nghiệm, thiết kế, tạo mẫu và sản xuất một số bộ phận, công cụ lắp ráp đặc biệt, ngành công nghiệp ô tô đã sử dụng công nghệ in 3D để sản xuất ra những

chiếc xe hoàn chỉnh. Trên thực tế, một chiếc xe tên là Urbee đã được sản xuất toàn bộ bằng công nghệ in 3D. Nhà sản xuất chiếc xe này đã tập trung vào việc tăng tối đa số lượng các bộ phận xe được in 3D với mục tiêu chính là tiết kiệm nhiên liệu.

Công nghiệp điện tử cũng là một trong những ngành ứng dụng đầu tiên của in 3D. Máy in 3D đã được sử dụng để chế tạo các bộ phận phức tạp đặc biệt từ các chất liệu khác nhau và đã mở ra một trào lưu mới của ngành công nghiệp này. Bên cạnh đó, in 3D còn hoàn toàn phù hợp với ngành công nghiệp thời trang, nơi mà cá tính đóng vai trò vô cùng quan trọng. Trang sức và trang phục thiết kế theo yêu cầu cá nhân được sản xuất bằng công nghệ in 3D hiện nay đã trở nên phổ biến trên thế giới.



Hình 1.25. *Ứng dụng in 3D trong công nghiệp - Wohlers Associates, tháng 5, 2014*

Một đối tượng nổi bật khác của công nghệ sản xuất đắp dần là ngành hàng không vũ trụ. Con người đã ứng dụng công nghệ sản xuất đắp dần trong việc sản xuất các bộ phận máy bay, đặc biệt là các bộ phận có hình dạng phức tạp. Công nghệ tiên tiến này hữu ích trong sản xuất công cụ, kiểm tra, bảo trì, lắp ráp và hạn chế số lượng hàng tồn kho. Hơn nữa, in 3D cho phép cải tiến hiệu suất, như tiết kiệm nhiên liệu nhờ giảm trọng lượng các bộ phận từ các nguyên liệu tiên tiến hơn.

Tương tự, ngành công nghiệp quốc phòng sử dụng in 3D cho các mục đích sản xuất đặc biệt và tiết kiệm chi phí. Ngoài sản xuất theo yêu cầu phức tạp, sản xuất với số lượng nhỏ, in 3D có lợi thế khác biệt trong sản xuất quốc phòng - đó là sản xuất và thay thế nhanh chóng khi có nhu cầu, và trực tiếp trên chiến trường. Sau việc sử dụng nhựa để sản xuất, máy in kim loại 3D chế tạo súng đã ra đời bởi một công ty con của tập đoàn Stratasys kể trên. Bên cạnh đó, Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ (NASA) sử dụng công nghệ in 3D để sản xuất một số bộ phận đặc biệt cho tàu vũ trụ. Hơn thế, NASA đã thực hiện việc in ấn này ngay trong không gian vũ trụ.

Trong ngành thực phẩm, máy in 3D đã tạo ra rất nhiều loại thực phẩm khác nhau. Hầu hết các thực phẩm có nguyên liệu là chất lỏng hoặc bột đều có thể in ra bằng máy in 3D, trong đó sô-cô-la và bánh kẹo là những sản phẩm phổ biến hiện nay sử dụng công nghệ này. NASA cũng đã tiến hành in thực phẩm để sử dụng trên vũ trụ. Người ta dự kiến máy in 3D sẽ được áp dụng để sản xuất thịt từ các nguồn nguyên liệu khác nhau với mong muốn trở thành giải pháp cho nhu cầu dinh dưỡng của nhân loại.

1.3.2. Y tế - Chăm sóc sức khỏe

Công nghệ sản xuất đắp dần hay in 3D rất hữu ích trong sản xuất các mô hình sinh học (các mô hình bộ phận con người như xương, răng, tai giả...). Trong ứng dụng này, mô hình điện tử của bộ phận cơ thể con người được dựng bởi các hình ảnh ba chiều hoặc một máy quét 3D. Sau đó, mô hình sinh học được tạo ra từng lớp từng lớp nhờ vào công nghệ sản xuất đắp dần. Trong ngành giải phẫu, mỗi bệnh nhân là một cá thể riêng biệt và duy nhất, mô hình sinh học 3D cho phép bác sỹ thực hiện phẫu thuật thuận lợi hơn do có được sự hiểu biết sâu hơn về cơ thể bệnh nhân và các chẩn đoán được chính xác hơn. Nhờ đó, kế hoạch phẫu thuật được chi tiết hơn, các thử nghiệm, diễn tập phẫu thuật hay hướng dẫn trong ca mổ được đảm bảo về độ chính xác và chất lượng. Công nghệ in 3D còn hỗ trợ các thử nghiệm phương pháp và công nghệ y tế mới, tăng cường nghiên cứu y khoa, giảng dạy và đào tạo đội ngũ y bác sỹ.

Ngoài ra, cũng tương tự như việc tạo mô hình sinh học, công nghệ in 3D còn được dùng để thiết kế và sản xuất các bộ phận cơ thể giúp cho phẫu thuật tái tạo và cấy ghép. Đã có nhiều trường hợp các em bé bị bệnh tim hay mất cánh tay được cấy ghép các bộ phận được in ra nhờ công nghệ 3D, giúp cho cuộc sống của các em được dễ dàng và thuận lợi hơn. Các dụng cụ y tế như máy trợ thính, khung đỡ, mặt nạ, răng giả... đều có thể sản xuất bằng in 3D theo đúng như kích thước, hình dạng, đặc điểm của từng bệnh nhân. Một trong những ứng dụng thú vị nhất của in 3D là chế tạo mô và các cơ quan của con người, mà người ta hay gọi là In sinh học - Bioprinting. Nhờ vào công nghệ này, hệ thống tế bào mô của con người có thể được in theo lớp bằng mực sinh học - mực thu được qua xử lý đặc biệt các tế bào con người và các chất khác. Mặc dù vẫn có một số vấn đề liên quan đến sự ổn định và chức năng cấu trúc trong in sinh học, nhưng những tiến bộ đáng kể đã được ghi nhận với mô người và các cơ quan. In sinh học hứa hẹn những cơ hội quý báu cho phát triển thuốc y tế, phương pháp điều trị thử nghiệm, nghiên cứu y học, chữa lành vết thương, và cả cấy ghép.

Hình 1.26. *Một mẫu sọ người chế tạo bằng phương pháp tạo mẫu nhanh*

Chuỗi cung ứng dược phẩm cũng được thực hiện tốt hơn với in 3D. Trong tương lai, các hiệu thuốc hoặc thậm chí cá nhân có thể tự in các loại thuốc riêng cho mình từ các hợp chất thuốc bằng cách sử dụng máy in 3D. Hệ thống yêu cầu tuỳ biến cho phép kiểm soát và phân phối thuốc chính xác. Điều này giúp giảm các chi phí liên quan và cải thiện đáng kể việc điều trị tùy theo từng cá nhân.

1.3.3. Giáo dục

In 3D cũng có những ứng dụng thiết thực trong giáo dục, đặc biệt liên quan đến các môn học khoa học, công nghệ, kỹ thuật và kỹ năng toán học. Sinh viên có thể thiết kế và

sản xuất các sản phẩm trong lớp học và có cơ hội thử nghiệm các ý tưởng, vừa học vừa làm với máy in 3D. Cách làm này làm tăng hứng khởi học tập, làm việc theo nhóm, tương tác trong lớp học cũng như hỗ trợ khả năng sáng tạo, kỹ năng máy tính, và khả năng tư duy ba chiều của sinh viên. Nhờ vào in 3D, sinh viên được tiếp xúc sớm với khái niệm kỹ thuật trước khi được dạy cao hơn, hiểu sâu hơn nội dung của các khóa học kỹ thuật. Đối với giáo viên, các mô hình vật thể 3D tự sản xuất sẽ phù hợp hơn cho mục đích môn học, giúp hình dung được khái niệm hoặc tiến hành thí nghiệm ngay tại lớp. Ở Mỹ hay Trung Quốc, các kế hoạch đưa công nghệ và máy in 3D đến các trường học, ngay cả cho trẻ em và học sinh tiểu học, đã được bắt đầu triển khai.

1.3.4. Kiến trúc và xây dựng

Dù mới chỉ ở giai đoạn đầu tiên nhưng đã có rất nhiều nỗ lực được thực hiện thành công trong việc xây dựng các toà nhà bằng các máy in 3D khổng lồ. Vật liệu phổ biến nhất cho in xây dựng là nhựa, bê tông và cát. Phương pháp in 3D trong xây dựng có thể mang lại những cải tiến đáng kể về chất lượng, tốc độ, chi phí, đặc biệt là trong chi phí lao động, cải thiện tính linh hoạt, đảm bảo an toàn xây dựng và giảm các tác động môi trường. Ý tưởng xây nhà trên mặt trăng bằng in 3D đã xuất hiện tại một số trung tâm nghiên cứu trên thế giới. Công nghệ sản xuất đắp dần hay in 3D cho phép sáng tạo, chỉnh sửa một cách dễ dàng theo ý của khách hàng trong thiết kế kiến trúc và xây dựng thực tế.

Hình 1.27. *Sản phẩm tạo mẫu nhanh cho ngành xây dựng và kiến trúc*

1.3.5. Trong gia đình

Với chi phí thấp và sự tiện dụng, máy in 3D sẽ dần trở thành một thiết bị trong gia đình bạn. Máy in 3D để bàn cho phép bạn sản xuất bất cứ thứ gì bạn muốn ngay trong căn nhà riêng của mình, tất nhiên là với kích thước phù hợp với máy in và các nguyên liệu có thể có. Các vật dụng yêu thích như đồ chơi, đồ dùng và đồ vật trang trí là những ứng dụng phổ biến nhất. Nhờ máy in 3D để bàn, mỗi người có thể tự thiết kế và sản xuất vật dụng theo yêu cầu riêng biệt, làm nên cá tính của bản thân. Công nghệ này cũng góp phần làm tăng khả năng và cơ hội sáng tạo của mỗi người. Và hơn thế, in 3D tại gia đình làm giảm bớt các khó khăn trong chuỗi cung ứng truyền thống. Sự xuất hiện của in 3D trực tuyến đóng vai trò quan trọng trong việc sử dụng rộng rãi máy in 3D để bàn. Ở môi trường trực tuyến, mọi người có thể mua và chia sẻ các kiến thức, ý tưởng, thiết kế và các vật thể in 3D. Ví dụ như trang web Thingiverse cho phép mọi người tải về thiết kế in 3D miễn phí trong kho dữ liệu của họ, cũng như cho phép bổ sung những thiết kế riêng của mình vào kho dữ liệu đó. Khác một chút, Shapeways là một chợ in ấn trực tuyến, nơi mọi người có thể mua và bán sản phẩm in 3D, tạo cơ hội kinh doanh từ khả năng in 3D của mỗi người, cũng như tạo điều kiện cho những người không sở hữu máy in 3D có thể tận dụng nguồn tài nguyên của cộng đồng.

Hình 1.28. *Công nghệ tạo mẫu nhanh có thể in đồ chơi cho trẻ em tại nhà*

Mặc dù có những ứng dụng to lớn trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau, công nghệ in 3D cũng đặt ra không ít thách thức cho các nhà kinh doanh, sản xuất và xã hội. Con người có thể dùng công nghệ in 3D để tạo ra các bộ phận, tế bào cơ thể giúp điều trị bệnh tật, nhưng cũng có thể tạo ra súng đạn trái phép hay sản phẩm độc hại. Bên cạnh đó, ưu điểm chế tạo nhanh, tại chỗ của công nghệ sẽ khiến những nền kinh tế phụ thuộc vào nguồn lao động giá rẻ để sản xuất đồ dùng hằng ngày như quần áo và đồ chơi trẻ em gặp thay đổi lớn. Vì vậy làm sao để quản lý một cách có hiệu quả việc sử dụng công nghệ mới, phát huy các ưu điểm của nó và hạn chế các mặt tiêu cực đến nền kinh tế và xã hội là điều không hề đơn giản.

1.3.6. Tác động về mặt kinh tế-công nghiệp

+ Giảm thời gian và chi phí:

Một nguyên tắc căn bản trong kinh doanh từ bao lâu nay mà ngay những người buôn bán nhỏ lẻ chưa từng qua trường lớp kinh tế đều hiểu, đó là càng sản xuất nhiều thì chi phí trung bình của mỗi đơn vị sản phẩm càng giảm – hay còn gọi là hiệu ứng kinh tế nhờ quy mô (economy of scale). Đó cũng là một trong những rào cản của những người mới khởi nghiệp, do không thể cạnh tranh về chi phí sản xuất cũng như giá cả với những công ty lớn sản xuất hàng loạt. Những rào cản này từ đâu mà có? Đó là chi phí đầu tư ban đầu cho máy móc sản xuất, nhà xưởng (chi phí cố định)... Khi số lượng sản phẩm làm ra càng nhiều, thì phần chi phí cố định chia ra trung bình trên mỗi đơn vị càng giảm, nhờ đó mà tổng chi phí cho mỗi đơn vị cũng giảm dần theo quy mô. Những công ty lớn, với dây chuyền sản xuất hàng loạt, đưa chi phí sản xuất trung bình giảm đến mức tối thiểu, nhờ đó có thể thống lĩnh thị trường bằng việc mạnh tay giảm giá bán, đánh bật những nhà sản xuất nhỏ lẻ. Tuy nhiên với sự xuất hiện của công nghệ in 3D, đối với nhiều ngành công nghiệp, chi phí đầu tư cho máy móc ban đầu cho mỗi sản phẩm mới có thể trở nên rất nhỏ, thậm chí bằng 0, khiến cho rào cản về quy mô này bị phá vỡ.

Theo nghiên cứu của Đại học Deloitte, đối với việc sản xuất những mặt hàng tiêu dùng từ giày dép đến xe máy, công nghệ in 3D làm giảm thời gian đưa ra thị trường tới 90%. Còn về mặt chi phí cho mẫu thử nghiệm, trong một số trường hợp, có thể giảm từ 2.500 USD xuống chỉ còn 50 USD. Thông tin từ Stratasys, một trong những nhà cung cấp thiết bị sản xuất in 3D lớn nhất, cũng khẳng định thêm những kết quả nghiên cứu của Deloitte. Theo Stratasys, sản xuất đắp bồi có thể giúp giảm chi phí công cụ từ 50 tới 95% và đẩy nhanh thời gian hoàn thành quá trình sản xuất (lead time) từ 30 đến 80%.

Một nghiên cứu khác của Deloitte đối với một mẫu động cơ thử nghiệm trong ngành công nghiệp ô tô, chi phí sản xuất nhờ in 3D là 3.000 USD, thay cho xấp xỉ 500.000 USD bằng công nghệ truyền thống.

Còn trong lĩnh vực y tế? Sử dụng công nghệ in 3D trong sản xuất bộ phận thay thế hàm bằng titan, giúp giảm thời gian phẫu thuật 60 đến 80%. Hay như trường hợp của một bé gái bên Mỹ, gia đình bé chỉ phải trả 50 USD cho chiếc tay giả siêu nhẹ (0,5kg), dễ dàng sử dụng nhờ công nghệ 3D. Bình thường hiện nay, chi phí cho chiếc tay giả tương tự là khoảng 10 nghìn USD, thậm chí có thể lên tới 40 nghìn.

+ Giảm ưu thế nhờ chuyên môn hóa của công ty lớn:

Thêm vào đó, trước đây, các mô hình kinh tế luôn hướng đến một sự chuyên môn hóa nhất định do hạn chế về chi phí ban đầu của mỗi chủng loại sản phẩm. Ví dụ, để làm nên môt chiếc ô tô hoàn chỉnh, nhà sản xuất không thể đầu tư máy móc, nhân công cho việc sản xuất bộ phận khung xe, săm lốp hay bộ phận điều khiển cùng một lúc, mà chỉ có thể tập trung vào một vài phần nhất định và cho thầu lại những bộ phận khác. Những người kinh doanh nhỏ hiếm khi có đủ điều kiện về tài chính cũng như quan hệ thị trường để có thể đảm bảo chuỗi sản xuất tương tự. Công nghệ in 3D, với khả năng cho phép sản xuất nhiều bộ phận khác nhau từ chung một hệ thống máy móc, sẽ thay đổi hoàn toàn sự chênh lệch về tiềm lực giữa hai bộ phận kinh doanh quy mô lớn và sản xuất nhỏ lẻ này. Vì vậy, doanh nghiệp mới và nhỏ có cơ hội cạnh tranh với các công ty truyền thống. Trong tình huống này, có thể lường trước được nhiều phản ứng dữ dội từ các công ty lớn hiện nay đối với sự phát triển công nghệ in 3D.

+ Giảm hao phí:

Ngoài ra, các công ty hiện nay vẫn còn phải đau đầu về việc giảm thiểu hao phí hoặc tận dụng, xử lý nguồn nguyên liệu thừa sau sản xuất. Mối lo này sẽ không còn nữa khi mà công nghệ đắp bồi từng lớp thay cho đẽo gọt từ một khối nguyên liệu lớn có thể khiến giảm thiểu đến 90% nguyên liệu thừa.

Ví dụ trong ngành hàng không và quốc phòng, một trong những ngành có yêu cầu rất ngặt nghèo về chất lượng và độ an toàn của sản phẩm, đôi khi tỉ lệ hàng phế liệu có thể lên tới 97%. Công nghệ in 3D có thể triệt tiêu hoàn toàn phần hao phí này xuống tới còn 0%. Airbus khi sử dụng công nghệ này sản xuất dòng máy bay A320, đã có thể giảm 64% khối lượng vật liệu máy bay mà không hề ảnh hưởng đến sức mạnh và tính năng.

Với công nghệ in 3D, những rào cản căn bản về mô hình sản xuất nêu trên có thể được khắc phục một cách dễ dàng. Các nhà kinh doanh, nếu muốn tạo ra sự khác biệt hoặc chiếm lĩnh được thị trường, không thể sử dụng lá bài về chi phí và quy mô được nữa, mà bắt buộc phải tập trung vào phát triển những yếu tố khác của sản phẩm, ví dụ như thiết kế, chuỗi cung ứng cũng như dịch vụ hoặc chức năng đi kèm.

Đây có thể coi là là một cuộc cách mạng về mô hình sản xuất. Nhà thiết kế không còn phải bận tâm đến những hạn chế của nguồn nguyên liệu từ xa hoặc của máy móc mà có thể biến mọi ý tưởng độc đáo của mình thành hiện thực trong vài ngày. Các nhà quản lý không còn cần một đội ngũ đông đảo những người ngồi lắp ráp các bộ phận rời với nhau nữa, mà là những người có thể tùy chỉnh từng chi tiết nhỏ nhất của sản phẩm một cách nhanh chóng theo yêu cầu của khách hàng. Những sản phẩm sản xuất hàng loạt sẽ được thay thế bằng những sản phẩm tùy biến theo yêu cầu của từng khách hàng riêng biệt, với mức giá không hề khác biệt với những sản phẩm "hàng trăm như một" trước đây.

Ngay tại thời điểm hiện tại chúng ta cũng đã chứng kiến sự xuất hiện của những sản phẩm của công nghiệp 3D, như công ty Normal sử dụng công nghệ này để làm ra tai nghe nhạc chuẩn xác theo kích cỡ tai của từng khách hàng. Thị trường sẽ chứng kiến sự xuất hiện ồ ạt của những nhà sản xuất nhỏ, không còn e ngại bởi rào cản chi phí, lại thêm giàu sức sáng tạo và sẵn sàng lắng nghe mọi nhu cầu của khách hàng trong mục đích tìm kiếm

chỗ đứng trên thị trường. Thậm chí không phải quá xa vời khi nói rằng khách hàng sẽ tham gia trực tiếp vào quá trình sản xuất. Với những tiến bộ vượt bậc trong việc hiện thực hóa mọi ý tưởng thiết kế sản phẩm, khách hàng tại khắp mọi nơi có thể đưa lên mạng những ý tưởng mới mẻ của họ, đề nghị nhà sản xuất đưa ra sản phẩm theo yêu cầu. Những nhà quản lý vĩ mô cần phải dự báo những tác động toàn cầu này nhằm có những thay đổi phù hợp trong quản lý kinh tế, xã hội và luật pháp, đặc biệt liên quan đến tiêu chuẩn và chứng nhận bản quyền sản phẩm.

Sự đột phá về công nghệ này cũng sẽ kéo theo hàng loạt sự thay đổi khác trong chuỗi cung ứng, dịch vụ khách hàng và mối quan hệ giữa các nhân tố thị trường, được trình bày tiếp theo đây.

+ Chuỗi cung ứng giá trị sản phẩm:

Trong nền sản xuất hàng loạt, chuỗi cung ứng được quản lý dựa trên tính toán số lượng hàng hóa theo nhu cầu của khách hàng và qua đó thương lượng giá cả với nhà cung cấp nguyên liệu. Với sự thay đổi của mô hình kinh tế nhờ công nghệ in 3D, nhà sản xuất không còn lưu trữ một lượng lớn nguyên liệu nữa mà phải có khả năng đảm bảo nhiều loại nguyên liệu khác nhau với số lượng nhỏ. Điều này cũng kéo theo rất nhiều thay đổi về quản lý chuỗi cung ứng, nhằm đáp ứng các điều kiện vận chuyển, nhà xưởng, nhân công... cho từng loại nguyên liệu khác nhau. Mối quan hệ giữa người sản xuất với nhà cung cấp vì thế cũng sẽ biến đổi mạnh mẽ. Từ mối quan hệ dựa trên giá cả của nguyên liệu chính, yếu tố quan trọng nhất sẽ trở thành khả năng đáp ứng linh hoạt nhiều loại nguyên liệu, trong thời gian ngắn nhất, thậm chí là tức thời. Chúng ta thấy thấp thoáng ở đây sự trở lại của khái niệm sản xuất tức thời "just-in-time" của Ford và sau này là kanban của Toyota, nhưng ở một tầm cao mới: không chỉ là giảm thiểu hao phí, tồn kho trên mỗi đơn vị sản xuất tương tự mà còn là cho mỗi đơn vị sản xuất khác biệt, trong thời gian ngắn nhất, theo yêu cầu của khách hàng. Điều này cần sự phối hợp, thay đổi không chỉ của chính trong công ty sản xuất mà còn của các nhà cung ứng và hệ thống thông tin, đặc biệt là hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP). Chúng ta không thể áp dụng kanban của nền kinh tế hàng loạt trước đây cho mô hình sử dụng công nghệ 3D, mà cần một hệ thống mới có thể tích hợp cả sự đa dạng của nhu cầu khách hàng và nguồn nguyên liệu trong hoạch định chiến lược. Đây cũng là một thách thức lớn cho những công ty công nghệ thông tin trong tương lai.

+ Dịch vụ khách hàng:

Dịch vụ trước bán hàng: Như đã nêu ở phần trên, với công nghệ in 3D, thị trường bão hoà về giá bán, các dịch vụ quảng cáo, kinh doanh trước bán hàng sẽ phải tập trung vào kết cấu, chức năng, thiết kế của sản phẩm thay cho yếu tố này. Những người bán hàng cũng phải đầu tư hơn vào nhu cầu riêng biệt của khách hàng, ngoài việc đề nghị những mức giảm giá lớn như trước đây. Việc tìm ra cách nào để quản lý cũng như đáp ứng nhu cầu riêng biệt này trên những mặt hàng tại các siêu thị, trung tâm phân phối lớn cũng sẽ là một thách thức cho những nhà kinh doanh trong tương lai. Khách hàng sẽ không còn nhu cầu đi đến những trung tâm phân phối nữa khi họ hoàn toàn có khả năng yêu cầu những sản phẩm với giá tương đương, mẫu mã và chức năng theo ý mình chỉ bằng vài cái nhấp chuột. Nhà sản xuất 3D dựa vào đó mà làm ra sản phẩm một cách nhanh chóng, theo đúng nhu cầu, thiết kế của khách hàng đã chọn lựa.

Dịch vụ sau bán hàng: Cho đến nay, mỗi khi một bộ phận của sản phẩm gặp trục trặc, khách hàng cần đưa đến trung tâm bảo dưỡng để sữa chữa hoặc mua một linh kiện mới thay thế. Công nghệ in 3D sẽ cho phép khách hàng sở hữu những máy in đơn giản tại nhà, và do đó có thể tự làm ra những bộ phận thay thế trong một phạm vi nhất định khi cần

thiết. Hoặc các cửa hàng, dịch vụ in 3D trung gian có thể giúp đáp ứng nhu cầu thiết bị thay thế một cách nhanh chóng. Điều này sẽ tác động không nhỏ đến tương tác giữa khách hàng và bộ phận dịch vụ hậu mãi, cũng như việc quản lý kho hàng hậu mãi (kho hàng dự trữ cho các nhu cầu thay thế linh kiện). Tầm quan trọng của dịch vụ sau bán hàng không còn nằm ở sự sẵn có của bộ phận thay thế mà ở sự linh hoạt, thường trực của đội ngũ tư vấn nhằm giúp khách hàng tự làm ra được bộ phận thay thế một cách chuẩn xác và nhanh chóng nhất. Việc tùy chỉnh các điều kiện trong hợp đồng sau bán hàng cũng sẽ là một vấn đề cần tính toán kĩ càng hơn, sao cho vẫn đem lại dịch vụ tốt nhất cho khách hàng mà không làm xáo trộn tổ chức nhân lực và cung ứng của doanh nghiệp.

+ Ảnh hưởng đến lao động-xã hội:

Công nghệ in 3D cho phép giảm chi phí cũng như thời gian sản xuất. Điều đó có nghĩa là, ví dụ, thay vì cần năm phút để làm ra một bộ phận như hiện nay, trong tương lai với công nghệ mới, ta có thể chỉ còn cần hai phút. Sự thay đổi này, cùng với việc sử dụng robot, sẽ dẫn đến một bộ phận nhân công dư thừa không nhỏ trong các công ty sản xuất lớn. Thậm chí những nhà xưởng với máy móc 3D, không có bóng dáng một người công nhân cũng sẽ không còn là một điều viễn tưởng nữa.

Thêm vào đó, công nghệ in 3D còn tác động mạnh mẽ đến quan hệ về vai trò kinh tế giữa các nước phát triển và các nước đang hoặc chưa phát triển. Hiện nay, các công ty tại các nước phát triển nỗ lực tìm kiếm nguồn nhân công rẻ tại các nước nghèo (châu Phi, châu Á), với mục đích giảm giá thành sản phẩm. Việc dịch chuyển vị trí địa lí này cần tuân theo những hoạch định dài hạn về số lượng trong sản xuất hàng loạt, về quy trình vận chuyển và cung ứng sao cho bắt kịp nhu cầu thị trường địa phương. Công nghệ in 3D sẽ khiến cho nhu cầu tìm kiếm nhân công giá rẻ bị thay thế bởi nhu cầu về nhân công có năng lực sáng tạo, trình độ cao và chuỗi cung ứng gần hơn với thị trường tiêu thụ về mặt địa lý nhằm có thể đáp ứng mọi nhu cầu riêng biệt của khách hàng trong thời gian ngắn nhất. Đây có thể trở thành thiệt hại đáng kể cho các quốc gia từ lâu đã nổi lên như trung tâm sản xuất bởi có chi phí lao động thấp. Mặt khác, các quốc gia này còn phải đối mặt với những vấn đề nghiêm trọng trong việc nắm bắt giá trị của chuỗi cung ứng sản xuất do thiếu khả năng thiết kế. Với những nước đang phát triển, hiện nay còn dựa chủ yếu vào nguồn nhân lực "gia công", nhà quản lý cần có những chính sách dài hạn nhằm thích ứng với việc suy giảm nhu cầu tuyển dụng nhân công giá rẻ. Ví dụ như đầu tư vào giáo dục, nâng cao toàn diện trình độ của đội ngũ nhân công trong tương lai nhằm đáp ứng nhu cầu của mô hình kinh tế mới, hoặc đầu tư vào công nghiệp sản xuất tại địa phương để tận dụng nguồn nhân công dư thừa, không còn được sử dụng bởi các công ty tại các nước phát triển.

Tuy nhiên điều này không có nghĩa là công nghệ in 3D sẽ gây ra thất nghiệp hàng loạt trên toàn thế giới. Khi máy tính ra đời và phát triển vào những năm 1970, dư thừa lao động cũng được cảnh báo. Vậy mà thay vào đó, chúng ta đã chứng kiến không phải biến chuyển về lượng mà là về chất trong nguồn lao động. Những công ty công nghệ như Google, Apple đã tạo ra hàng triệu việc làm, mặc dù với những yêu cầu kĩ năng hoàn toàn khác biệt so với nguồn lao động vài thập kỉ trước đây. Tương tự như thế, công nghệ in 3D có thể khiến giảm nhu cầu lao động trong các lĩnh vực sản xuất và bán lẻ, nhưng sẽ cần rất nhiều người có kĩ năng với máy móc 3D. Theo nghiên cứu của công ty Wanted Analysis tại Mỹ, từ tháng 8/2013 đến tháng 8/2014 nhu cầu tuyển dụng người có kĩ năng về in 3D đã tăng 103%. Nhu cầu nhân lực có thể bao gồm người bán hàng có hiểu biết về sản phẩm, người bảo trì máy in 3D, người có kiến thức về hệ thống thiết kế 3D, người lập trình hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp với công nghệ 3D hay người quản lý tương tác và cung ứng khách hàng trên toàn thế giới. Đặc biệt trong ngành kỹ sư, cũng theo nghiên

cứu của Wanted Analysis, nhu cầu lao động có kĩ năng 3D chiếm tới 35% tổng số thông báo tuyển dụng tại Mỹ.

Từ đó, công nghệ 3D có thể giúp các nước đang phát triển leo lên một tầm cao mới trong chuỗi cung ứng sản xuất bằng cách thúc đẩy khả năng thiết kế và tạo mẫu nhanh tại các quốc gia này.

Hơn hết, nỗi lo về sự suy giảm nền kinh tế quốc gia do thất nghiệp tràn lan cũng không hoàn toàn đáng ngại. Đúng là điều này có thể xảy ra trong thời kì quá độ chuyển giao công nghệ. Nhưng về dài hạn, công nghệ in 3D cho phép giảm chi phí sản xuất, do đó giảm giá thành sản phẩm, đồng nghĩa với giảm chi phí sinh hoạt của người dân cũng như tăng lợi nhuận của doanh nghiệp. Tương tác chủ yếu trên máy tính cũng sẽ thúc đẩy giao lưu kinh tế trên toàn thế giới. Nhờ vào những yếu tố trên mà tổng sản phẩm quốc nội (GDP) sẽ tăng theo.

+ Nền tảng pháp lý:

Việc phổ biến in 3D sẽ gây những tác động sâu sắc đến các quy định về quyền sở hữu trí tuệ vì công nghệ này cho phép tái tạo các đối tượng hoặc vật chất hóa các thiết kế. Doanh nghiệp có thể gặp khó khăn nghiêm trọng khi các hãng khác hoặc thậm chí các cá nhân có thể dễ dàng sao chép sản phẩm của mình bằng cách sử dụng tập tin thiết kế hoặc bằng máy quét 3D. File CAD của các vật thể, giả định là đã có bảo hộ sở hữu trí tuệ, cũng có thể bị chia sẻ ngay tức thì với cả thế giới nhờ vào các thiết bị in 3D trực tuyến. Rất khó khăn cho cả người dùng lẫn cơ quan chức năng để phân biệt việc in 3D có mâu thuẫn với quyền sở hữu trí tuệ hay không. Ngoài ra, việc việc theo dõi và xác định bất kỳ một hành vi vi phạm sở hữu trí tuệ nào do sử dụng máy in 3D cũng vô cùng phức tạp. Mâu thuẫn quyền sở hữu trí tuệ cao ở mức độ doanh nghiệp, thậm chí lên đến tầm quốc gia, là hoàn toàn có nguy cơ xảy ra.

In 3D, ngoài ra, còn có thể gây ra ảnh hưởng nghiêm trọng đến an ninh quốc gia. Công nghệ 3D tạo điều kiện cho sản xuất phân tán phát triển. Điều này cũng có nghĩa là không chỉ những sản phẩm có ý nghĩa tốt đẹp và hữu dụng được làm ra mà các mặt hàng khác như vũ khí - thông thường vẫn chịu sự kiểm soát ở tầm quốc gia - cũng sẽ được chế tạo dễ dàng với giá rẻ hơn, dễ tiếp cận hơn và đồng thời tăng nguy cơ tiềm ẩn.

Do đó, nhà quản lý kinh tế và lập pháp cần nghiên cứu đưa ra những khung pháp lý, kịp thời định hướng thị trường và tránh việc thế lực xấu lợi dụng công nghệ mới để xâm phạm đến an toàn nhân sinh của quốc gia.

Sơ lược các giai đoạn phát triển:

– Từ những năm 80 đến 1994 bắt đầu với bằng sáng chế về Thiết bị tạo hình lập thể (Stereolithography Apparatus-SLA), được thương mại hóa bởi Công ty 3Dsystems (Hoa Kỳ);

– Từ 1994-1997, thiết bị kỹ thuật và công nghệ RPM phát triển theo hướng hoàn thiện;

– Từ 1997 đến nay, triển khai ứng dụng ở nhiều nước trên thế giới.

Ở nước ta công nghệ này đã có mặt khoảng năm 2003, tuy nhiên do giá thành vật liệu còn cao nên hiện tại vẫn chưa được ứng dụng nhiều, chủ yếu dùng trong công tác nghiên cứu và giảng dạy. Trong vài năm trở lại đây, công nghệ in 3D đã có những cú bứt tốc ngoạn mục, vươn lên đứng top những ngành công nghệ tiềm năng nhất hiện nay. Nhu cầu tạo mẫu nhanh tăng cao chính là động lực để ngày nhiều nhà đầu tư công nghệ vào

cuộc, lái giá máy in 3D theo chiều rẻ dần. Đồng thời đưa dịch vụ in 3D vươn xa khắp thế giới với hàng loạt sản phẩm in 3D đặc sắc.

Tự thân máy in 3D nói riêng và công nghệ in 3D nói chung vẫn chưa đạt tới giới hạn nào cả. Viễn cảnh về những thứ kỳ diệu mà máy in 3D làm được cũng đang trở nên thực tế hơn bao giờ hết.

Dưới đây là một số dự đoán về công nghệ in 3D trong khoảng *5 năm tới*.

Đặc biệt có những *mã nguồn mở* (Reprap, Fab@home...) mà người sử dụng *Máy in 3D* nào cũng có thể tiếp cận để tự "sáng tạo" nên một chiếc *máy in 3D giá rẻ*. Dĩ nhiên máy in 3D giá rẻ không thể đáp ứng đầy những yêu cầu tạo mẫu nhanh cao cấp. Đó là ưu thế để các hãng Stratasys, 3DSystems, Z Corporation, Objet Geometries....phô diễn sức mạnh thông qua những chiếc máy in 3D đắt tiền sở hữu công nghệ in 3D tiên tiến.

HP trong tháng 6/2014 với những cải tiến vượt trội. Cần nhấn mạnh rằng HP là công ty lớn về máy in...2D và đã có kinh nghiệm tiếp thị máy in 3D cho hãng Stratasys tại thị trường Châu Âu. Microsoft đã có bước đi đầu tiên khi tung ra ứng dụng in 3D chạy trên Windows 8.1, Android, IOS cũng có những ứng dụng in 3D tương tự.

Trong những năm tới, những công ty lớn in 3D sẽ dần lộ diện và định hình nên ngành công nghiệp in 3D!

Hình 1.29. *Mẫu Google Glass được tạo mẫu nhanh từ máy in 3D*

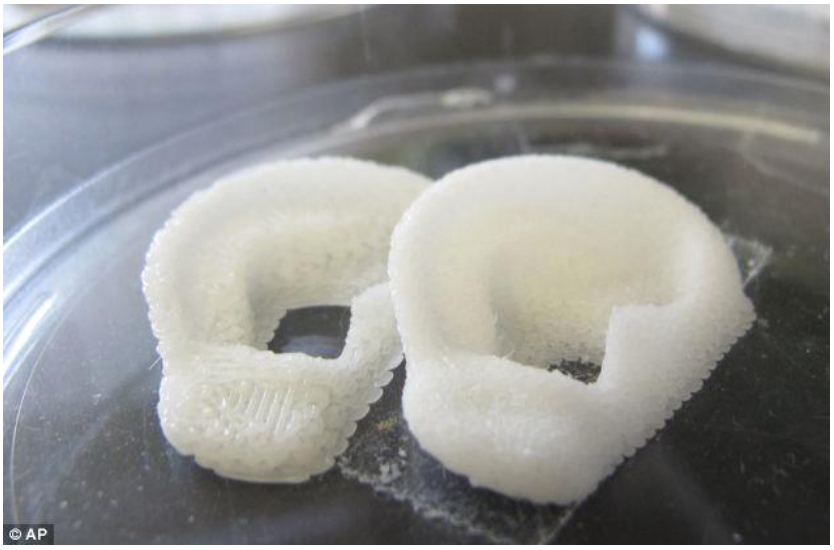
+ Tội phạm cũng...sử dụng máy in 3D

Một mẫu súng được làm gần như hoàn toàn trên máy in 3D. Dù có những hành động ngăn chặn kịp thời, vẫn có hơn 100.000 lượt download mô hình 3D khẩu súng Lulz Liberator. Khẩu súng Liberator gồm có 16 phân, đa số được in bằng nhựa ABS (ngoại trừ kim hỏa). Những khẩu súng được in từ máy in 3D thực sự dấy lên quan ngại về việc khó kiểm soát và ngăn chặn tội phạm. Chưa kể, người ta cũng đã in súng "thật" trên các máy in 3D kim loại!

Đã có những báo cáo trên khắp thế giới về hành vi làm giả đầu đọc thẻ ATM để đánh cắp thông tin người rút tiền. Những thiết bị tinh vi này được tạo mẫu nhanh trên các máy in 3D với hình dáng và màu sắc y như thật!

Hình 1.30. *Máy in 3D tạo một bộ đọc thẻ ATM giống hệt như thật*

+ Công nghệ in 3D gắn liền với y học



Hình 1.31. *Tai người được in bằng sụn đuôi chuột và keo sinh học*

Nhờ việc phát triển các vật liệu sinh học, các nhà nghiên cứu đã bắt đầu "in 3D" các mô tế bào có thể cấy ghép vào cơ thể sống. Trước đây là phần sụn tai người, sắp tới là các bộ phận có mạng lưới mạch máu phức tạp hơn.

Công nghệ in 3D cũng góp phần tạo ra các kết cấu xương giả trong chấn thương chỉnh hình, nha khoa, hoặc đơn giản chỉ là các dụng cụ hỗ trợ phục hồi chấn thương.... Thành công mới nhất là vỏ hộp sọ bằng nhựa sinh học và được cấy ghép thành công cho một cô gái mắc bệnh rối loạn xương.

Hình 1.32. *Một sản phẩm in 3D thay cho băng bó bột*

Tương lai của công nghệ in 3D quá lớn. Những nghiên cứu mới về **vật liệu in 3D**, công nghệ tạo mẫu và dịch vụ in 3D sẽ đem đến thêm nhiều ứng dụng to lớn mà công nghệ in 3D mang lại.

1.4 Tổng quan về công nghệ tạo mẫu nhanh.

Từ dữ liệu mô hình CAD, chúng ta có thể áp dụng công nghệ tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping) để tạo mẫu sản phẩm. Cũng có thể tạo mẫu trên máy phay CNC, khi đó phải lập trình NC nhờ các phần mềm CAD/CAM chuyên nghiệp như ***Cimatron, Creo, Gib CAM*** *…để tạo ra các đường chạy dao. Hoặc chúng ta thiết kế khuôn cho chi tiết.*

1.4.1 Giới thiệu kỹ thuật tạo mẫu nhanh

Kỹ thuật tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping - RP) là kỹ thuật in hình ảnh nổi chi tiết mẫu. Là khái niệm mới mẻ trong lĩnh vực chế tạo máy hiện nay.

Phương pháp này có thể tạo ra vật thể không gian 3 chiều trực tiếp từ dữ liệu mô hình CAD 3D với thời gian rất ngắn. Kỹ thuật này góp phần giảm đáng kể thời gian, chi phí trong quá trình thiết kế cơ khí. So với phương pháp gia công truyền thống kỹ thuật này có ưu điểm như sau: Không cần chuẩn bị dụng cụ cắt gọt.

Không tốn đồ gá, sửa đổi nhanh, thiết kế lại chi tiết thuận lợi, có thể thiết kế những chi tiết phức tạp mà khi gia công trên những máy công cụ số khó khăn hoặc không gia công được.

Ra đời vào năm 1998, kỹ thuật tạo mẫu nhanh đang tồn tại hơn 30 công nghệ khác nhau như : SLA, LOM, SLS, …. Với nguyên tắc chung là bồi đắp vật liệu hoặc tách vật liệu theo lớp. Với mỗi phương pháp, mỗi loại vật liệu khác nhau thì độ chính xác cũng khác nhau.

* Ưu điểm của công nghệ tạo mẫu nhanh.

Tạo mẫu nhanh có những ưu điểm sau đây:

+ Tăng khả năng quan sát trong quá trình thiết kế.
+ Tạo được mẫu có độ phức tạp cao.
+ Giảm chi phí, thời gian thiết kế và chế tạo.
+ Cho phép giảm chu kỳ thiết kế, chế tạo sản phẩm để mang sản phẩm ra thị trường nhanh hơn.

* Nhược điểm của công nghệ tạo mẫu nhanh.

+ Độ bền của mẫu phụ thuộc vào vật liệu và công nghệ sử dụng.

+ Độ chính xác của sản phẩm không cao vì nguyên tắc gia công đắp vật liệu theo từng lớp.
+ Giá thành của sản phẩm còn cao do chi phí đầu tư và bảo trì thiết bị lớn.

1.4.2 Các bước công nghệ trong tạo mẫu nhanh

Quá trình tạo mẫu nhanh của mỗi công nghệ có những điểm khác nhau, nhưng chúng đều có các bước sau.

1.4.2.1. Mô hình hoá CAD

Đây là bước đầu tiên trong quá trình tạo mẫu nhanh, áp dụng cho tất cả các hệ thống tạo mẫu nhanh khác nhau, nó gắn liền với việc tạo mô hình 3D của vật thể thiết kế bằng máy tính.

Để tạo ra mô hình vật thể thiết kế, người thiết kế có thể xây dựng mô hình nhờ phần mềm CAD, Scaner hoặc tạo dựng vật thể theo toạ độ mà máy đo toạ độ cung cấp.

Đây là bước quan trọng nhất và quyết định đến chất lượng và độ chính xác của sản phẩm.

1.4.2.2 Xuất sang dạng file.STL

Thông thường một file CAD cần chuyển đến bộ dịch của máy tạo mẫu nhanh. Bước này đảm bảo dữ liệu CAD đưa vào máy tạo mẫu nhanh được định dạng ***STL***, dạng mô hình biểu diễn mặt biên gồm nhiều mảnh tam giác rất nhỏ. Đây là định dạng tiêu chuẩn của máy tạo mẫu nhanh.

1.4.2.3. Tạo các chân đỡ sản phẩm

Bước này nhằm tạo chân đỡ và được lưu trong 1 file CAD riêng. Các nhà thiết kế CAD có thể trực tiếp thực hiện nhiệm vụ này hoặc bằng các phần mềm chuyên dụng của tạo mẫu nhanh. Việc thiết kế chân đế nhằm:

+ Đảm bảo các lưỡi phủ không bị va vào bàn đặt chi tiết.
+ Đảm bảo bất cứ biên dạng nhỏ nào của bàn đặt chi tiết cũng không ảnh hưởng đến quá trình chế tạo chi tiết.
+ Cung cấp phương thức đơn giản nhất cho việc lấy sản phẩm ra khỏi tấm đế khi chế tạo xong

1.4.2.4. Cắt lát

Cả chi tiết và chân đỡ đều phải cắt lát. Chi tiết được cắt lát toán học bằng máy tính thành 1 chuỗi các mặt phẳng song song với nhau. Cũng trong bước này cần phải lựa chọn các thông số như chiều dày lớp cắt, kiểu chế tạo dự tính, chiều sâu lưu hoá, khoảng cách các bước quét cần thiết, …

Để quá trình chế tạo được tốt thì phải định hướng chế tạo. Một quá trình định hướng chế tạo hợp lý có thể nâng cao được độ chính xác chi tiết và giảm thời gian chế tạo chi tiết do đó giảm được giá thành sản phẩm. Định hướng chế tạo phụ thuộc vào mục tiêu lựa chọn, có nhiều mục tiêu như: Chiều cao chế tạo, chất lượng bề mặt, việc chế tạo các phần nâng đỡ sản phẩm, …

1.4.2.5. Chế tạo

Đây là giai đoạn polyme hoá nhựa hay thiêu kết vật liệu và kết quả cuối cùng một vật thể 3D được tạo ra. Tuỳ theo phương pháp gia công việc chế tạo được thực hiện với phần cứng và phần mềm với vật liệu thích hợp. Nhưng quá trình chế tạo vẫn tuân theo nguyên tắc gia công vật liệu theo từng lớp, lớp này kế tiếp lớp kia. Vật thể được hình thành có thể theo cách bồi đắp vật hay tách bỏ vật liệu theo lớp. Kết cấu đỡ được chế tạo trước hoặc được chế tạo cùng với chi tiết. Tuỳ theo phương pháp, sau mỗi lớp bàn đỡ được hạ xuống hoặc nâng lên để gia công lớp tiếp theo. Các chuyển động của bàn đỡ và dụng cụ đều được lập trình và điều khiển bằng máy tính.

1.4.2.6. Loại bỏ vật liệu thừa, hoàn thiện và làm sạch vật thể chế tạo

Sau khi kết thúc quá trình chế tạo, vật liệu thừa (bột thừa trong phương pháp thiêu kết, nhựa lỏng thừa, các lớp vật liệu đã được cắt bỏ trong phương pháp LOM …) được lấy

đi khỏi vùng gia công. Vật thể sau khi chế tạo được lấy ra khỏi vùng gia công và được làm sạch bằng các phương pháp như phun khí, rửa, sửa và làm sạch bằng phương pháp cơ khí.

1.4.2.7. Xử lý sau chế tạo

Trong một số công nghệ tạo mẫu nhanh, vật thể sau chế tạo mới chỉ được thiêu kết hay polyme hoá một phần nên chưa đạt được các chỉ tiêu cao nhất về các tính chất cơ lý hoá… nên cần phải có các bước xử lý tiếp theo tuỳ theo phương pháp chế tạo. Vật thể sau khi được tạo hình có thể được thiêu kết hoàn thiện hoặc nhúng vào nhựa hay cao su để tiến hành polyme hoá hay lưu hoá để đạt yêu cầu đặt ra.

1.4.2.8. Hoàn thiện chi tiết

Tuỳ theo mục đích sử dụng, có thể dùng nhiều mức hoàn thiện chi tiết nhằm mô hình hoá quan sát và mô hình hoá khái niệm, chỉ cần loại bỏ các chân đỡ là được. Để linh hoạt và tối ưu hơn có nhiều phương pháp hoàn thiện như bằng tay, phun các hạt có kích thước nhỏ, hay biện pháp tích hợp cả hai phương pháp trên. Các chi tiết cũng có thể được đánh bóng, sơn hay phủ kim loại.

1.4.3. Các công nghệ tạo mẫu nhanh

1.4.3.1. Các công nghệ tạo mẫu nhanh sử dụng vật liệu ở dạng lỏng

a. Hoá rắn polime lỏng cảm quang

- Phương pháp này được xây dựng dựa trên hiện tượng một số loại polime lỏng bị hoá rắn dưới tác động của bức xạ điện từ: VD: như tia tử ngoại, tia laze…
- Chi tiết có thể được xây dựng bằng cách hoá rắn từng điểm hoặc hoá rắn toàn bộ lớp.
- Phương pháp này được áp dụng khá phổ biến.

b. Hoá rắn vật liệu nóng chảy

- Đây là phương pháp dựa trên việc làm chảy và hoá rắn lại vật liệu chế tạo chi tiết.
- Phương pháp này có 2 dạng chính đó là lắng đọng vật liệu nóng chảy tại các điểm và hoá rắn vật liệu cả lớp cùng lúc.

1.4.3.2. Các công nghệ tạo mẫu nhanh sử dụng vật liệu ở dạng bột

Các phương pháp này tạo chi tiết bằng cách liên kết các hạt dạng bột với nhau bằng tia Laze hay bằng vật liệu kết dính riêng. Có 3 phương pháp được dùng phổ biến hiện nay khi tạo chi tiết dạng bột là:

- Thiêu kết có chọn lọc bằng băng Laze.
- Tạo hình dạng lưới bằng kỹ thuật Laze.
- Sử dụng công nghệ in 3 chiều.

1.4.3.3. Các công nghệ tạo mẫu nhanh sử dụng vật liệu ở dạng tấm

Các phương pháp này tạo chi tiết bằng cách sử dụng tia Laze hay vật liệu kết dính liên kết các tấm mỏng với nhau. Có 3 phương pháp được dùng hiện nay khi tạo chi tiết dạng tấm:

- Gia công vật liệu dạng tấm mỏng.
- Tạo hình dùng tấm giấy.
- Polime hoá các lá vật liệu rắn.

1.4.3.4 Dữ liệu đầu vào trong công nghệ tạo mẫu nhanh

Dữ liệu đầu vào quan trọng nhất cần thiết cho công nghệ tạo mẫu nhanh là dữ liệu về biên dạng của mô hình cần chế tạo. Ngoài ra còn cần các thông tin khác như dung sai, chất lượng bề mặt, vật liệu gia công, phương pháp và thong số gia công. Dữ liệu về mô hình chủ yếu ở các dạng sau:

- Mô hình bề mặt ***(Surface).***
- Mô hình khối rắn ***(Solid).***
- Dữ liệu dạng điểm.
- Dữ liệu dạng toán học.
- Dữ liệu dạng hình ảnh.
- Dữ liệu lớp cắt.

1.4.4 Ứng dụng của công nghệ tạo mẫu nhanh

1.4.4.1 Đúc khuôn vỏ mỏng

Đúc khuôn vỏ mỏng là một quá trình đúc chính xác để chế tạo là những chi tiết có hình dáng sắc cạnh từ các hợp kim. Hiệu quả chủ yếu khi áp dụng phương pháp tạo mẫu nhanh trong công nghệ đúc khuôn vỏ mỏng là khả năng tạo ra mẫu có độ chính xác cao, chi phí thấp và thời gian để tạo mẫu ngắn.

1.4.4.2. Chế tạo dụng cụ

Người ta ứng dụng công nghệ tạo mẫu nhanh trong chế tạo dụng cụ như điện cực trong gia công tia lửa điện, chế tạo các khe hở hoặc ruột của khuôn phun nhựa, ống dẫn hệ thống điều hòa nhiệt độ…

1.4.4.3. Tạo mẫu nhanh trong chế tạo sản xuất

Các vật thể chế tạo bằng tạo mẫu nhanh ngày càng được sử dụng thường xuyên để kiểm tra chức năng và có thể kiểm tra trước khi sản xuất hàng loạt. Bằng cách đó người ta có thể kịp thời phát hiện các lỗi ở giai đoạn khi mà sự thay đổi chưa tốn kém lắm.

Tạo mẫu nhanh cho một mô hình vật lý có thể sử dụng được ngay như là một mô hình CAD 3D có sẵn. Mô hình vật lý là một công cụ truyền đạt thong tin hoàn hảo. Nếu một hình ảnh bằng một ngàn lời nói thì mô hình vật lý bằng một ngàn hình ảnh.

1.5 Mối quan hệ giữa thiết kế ngược và tạo mẫu nhanh.

Về bản chất thiết kế ngược là quá trình sao chép một sản phẩm đã được sản xuất (nhờ khả năng sao chép hình ảnh của một vật thể thành dữ liệu CAD 3D), thiết kế ngược liên quan đến việc quét hình (scanning), số hóa (digitizing) vật thể thành dạng điểm, đường và bề mặt 3D.

Các nhà thiết kế và chế tạo thường đánh giá sản phẩm của mình và đối thủ cạnh tranh trước khi đưa ra một ý tưởng mới. Ngày nay quá trình đó được hệ thống hóa thành một kỹ thuật riêng gọi là kỹ thuật thiết kế ngược. Đó là sự đánh giá có hệ thống một sản phẩm nhằm mục đích tái tạo lại hoàn chỉnh hoặc có bổ sung thêm những cải tiến phát triển. Như vậy có thể thấy kỹ thuật thiết kế ngược là quá trình tạo mô hình thiết kế từ sản phẩm có sẵn, nhằm thực hiện các phép phân tích kỹ thuật hoặc tái tạo lại sản phẩm dưới dạng nguyên gốc hay biến thể. Quá trình này trái ngược với quá trình truyền thống bấy lâu nay kiểu "thiết kế thuận" (Forward Engineering)

Sau cùng là giai đoạn ứng dụng, mô hình thiết kế có thể được tinh chỉnh, tối ưu bằng các phương pháp phân tích CAE, hay chuyển sang công đoạn thiết kế khuôn cho sản phẩm và cuối cùng là xuất dữ liệu thiết kế dưới dạng bản vẽ kỹ thuật. Có thể sử dụng trực tiếp dữ liệu thiết kế cho công đoạn sản xuất bằng cách chuyển mô hình CAD sang phần mềm CAM để lập trình gia công CNC, hay chuyển sang dữ liệu STL cho quá trình tạo mẫu nhanh. Ngoài việc phục vụ thiết kế chế tạo, quy trình thiết kế ngược còn được sử dụng để kiểm tra, đánh giá độ chính xác giữa sản phẩm gia công so với nguyên mẫu.

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Công nghệ thiết kế ngược là gì?

Câu 2: Cho biết hiện trạng và tương lai của công nghệ thiết kế ngược?

Câu 3: Cho biết ưu nhược điểm của công nghệ thiết kế ngược?

Câu 4: Trình bày phương pháp quét hình quang học cũng như ưu nhược điểm của nó?

Câu 5: Trình bày phương pháp quét hình cơ học cũng như ưu nhược điểm của nó?

Câu 6: Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy đo toa độ 3D CMM?

Câu 7: Trình bày các ứng dụng của công nghệ thiết kế ngược?

Câu 8: Trình bày tóm tắt các phần mềm để xử lý dữ liệu quét?

Câu 9: Công nghệ tạo mẫu nhanh là gì?

Câu 10: Cho biết hiện trạng và tương lai của công nghệ tạo mẫu nhanh?

Câu 11: Trình bày các bước công nghệ trong một quá trình tạo mẫu nhanh?

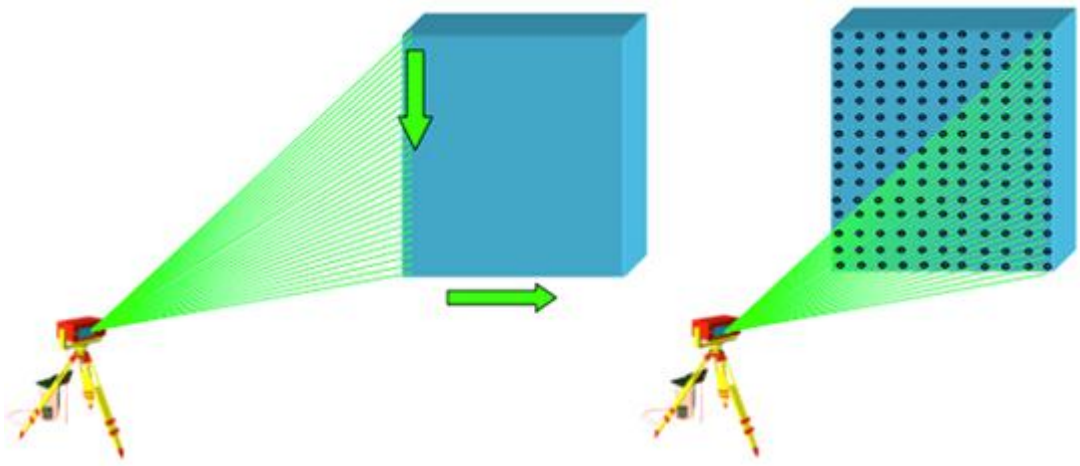
Câu 12: Trình bày các ứng dụng của công nghệ tạo mẫu nhanh?

Câu 13: Trình bày mối quan hệ giữa thiết kế ngược và tạo mấu nhanh?

CHƯƠNG 2: QUY TRÌNH CHỈNH SỬA DỮ LIỆU QUÉT TRONG THIẾT KẾ NGƯỢC

2.1 Cấu tạo và nguyên lý của máy quét 3D.

Quét Laser 3D là kỹ thuật thu thập số liệu hiện trường dưới dạng số sử dụng ánh sáng Laser quét qua bề mặt đối tượng để ghi nhận kích thước và mối quan hệ không gian giữa các đối tượng với nhau. Các máy quét Laser sau khi hoàn tất một chu trình thu số liệu sẽ tạo thành các ĐÁM MÂY ĐIỂM (Point Cloud), thể hiện một cách đầy đủ và hoàn chỉnh nhất hình ảnh của các đối tượng mà tia Laser đã quét qua. Phụ thuộc vào kiểu máy quét và nhà sản xuất, khoảng cách quét tới các đối tượng thực tế có thể từ một vài trăm mét đến vài kilômét, số liệu điểm thu được có độ chính xác dưới 5mm với tốc độ ghi nhận số liệu từ vài chục nghìn đến một triệu điểm mỗi giây. Tốc độ quét phụ thuộc vào yêu cầu về mật độ điểm quét của mỗi ứng dụng. Khi các đối tượng trong thực tiễn có kích thước lớn hơn một lần quét, chúng ta phải sử dụng nhiều trạm máy ở các góc độ khác nhau sau đó nối kết các trạm máy này lại với nhau để tạo thành đám mây điểm hoàn chỉnh. Ngay khi hình thành được đám mây điểm 3D, số liệu đã sẵn sàng ứng dụng được, có thể tiến hành đo đạc trực tiếp, xuất sang bất kỳ phần mềm CAD phổ biến nào, xây dựng mô hình 3 chiều, chuyển đổi sang các chương trình BIM để tổng hợp các bản vẽ 2D, bản vẽ kích thước hay các mô hình 3D hoàn chỉnh (Solid 3D) …



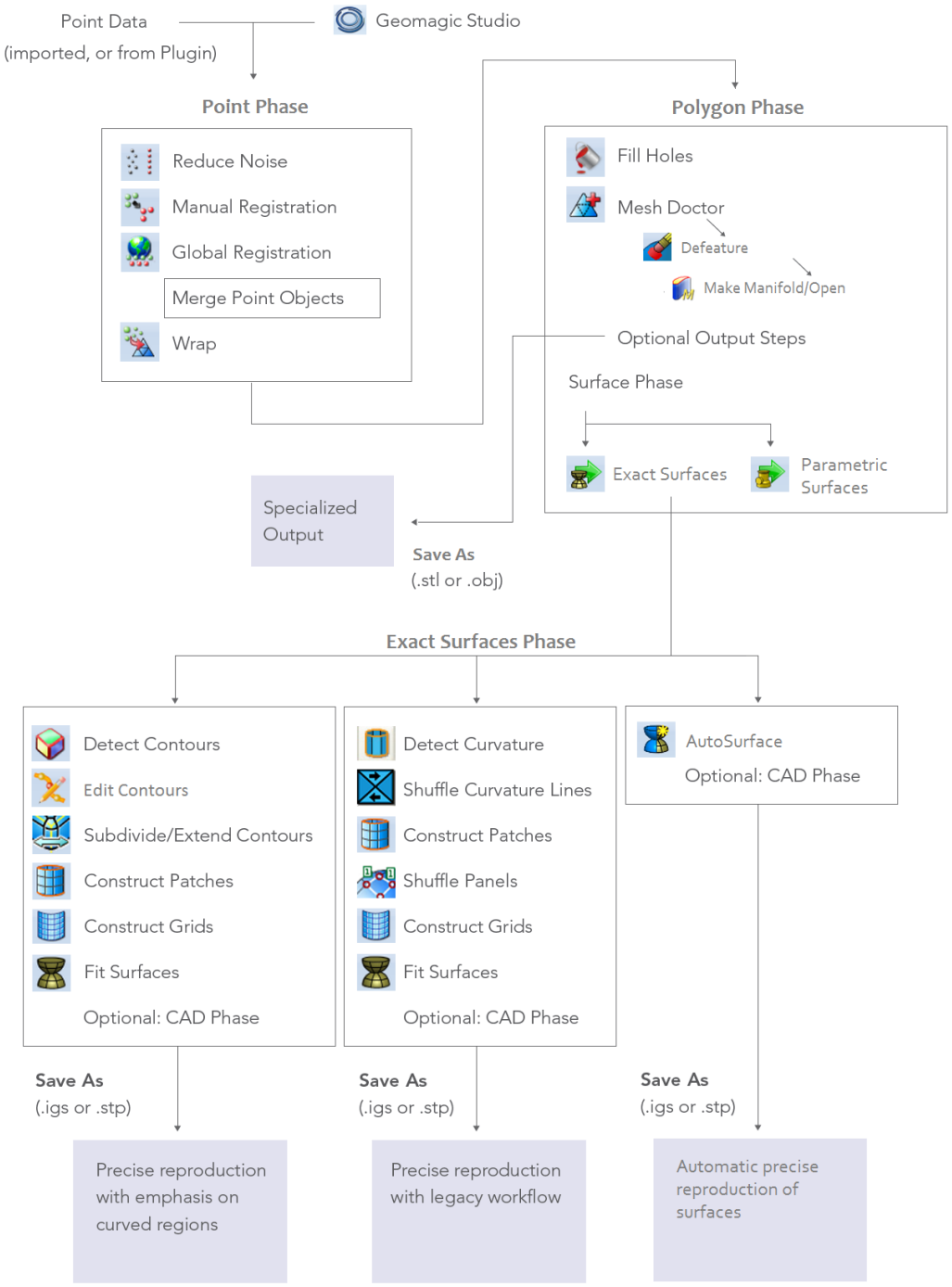
Hình 2.1. *Nguyên lý hoạt động của công nghệ quét Laser 3D*

2.2 Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic

Đây là một trong các phần mềm xử lý dữ liệu nhanh chóng và rất tiện lợi được dùng nhiều trong các công ty thiết kế chuyên nghiệp, là hệ thống thiết kế cơ khí dẫn đầu trong ngành công nghiệp với những công cụ vượt trội để tạo mẫu và chỉnh sửa các dữ liệu 3D, với quy trình làm việc khép kín tạo mô hình cao cấp và là một trong những giải pháp thiết kế chính xác.

Geomagic Studio là một trong những phần mềm hàng đầu về chỉnh sửa và tái tạo ra các kiểu CAD với tham số trực tiếp từ các dữ liệu quét 3D. Là một giải pháp phần mềm mới mà nó cho phép tạo ra đầy đủ các tham số của vật thể và các bề mặt khuôn mẫu từ dữ liệu quét 3D với dữ liệu mạng lưới đa giác có giao diện tốt nhất. Công nghệ quét 3D kết hợp với **Geomagic Studio** cung cấp cho nhà sản xuất hiệu quả cao nhất.

Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic Studio:



Hình 2.2. *Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét trong Geomagic*

Dụng cụ được dùng để tạo ra các mô hình trên sẽ được nhận ra ngay lập tức để tương thích với các ứng dụng của CAD. Các đặc trưng thiết kế thông thường được cung cấp hỗ trợ cực kì hiệu quả và mang lại nhiều tính năng ưu việt.

- Các đặc trưng của **Geomagic Studio** :

+ Làm sạch mạng lưới.

+ Tự động làm sạch và nối mạng lưới.

+ Liên kết tự động với dụng cụ liên kết thông minh.

+ Vận hành mạng lưới với cấp độ tốt nhất.

+ Kiểm soát độ phân giải và độ mịn của chi tiết.

- Sự đồng bộ hoá quét tới CAD :

+ Cập nhật các mô hình CAD gốc để xây dựng lại chi tiết.

+ Nhập dữ liệu quét vào các định dạng file CAD khác nhau.

+ Tự động nhập các định dạng file CAD.

+ Lặp lại kiểu CAD theo kiểu mạng lưới.

+ Thiết kế lại trong vùng cho phép.

- Thiết kế từ dữ liệu quét 3D :

+ Thực hiện nhiều thao tác với dữ liệu quét 3D.

+ Tạo các kiểu CAD với tham số từ dữ liệu quét 3D.

+ Gửi đầy đủ các mô hình cơ sở từ nhiều hệ thống khác nhau.

+ Đạt được mục đích thiết kế và xác định các tham số thiết kế.

+ Tham số hoá các mô hình CAD từ dữ liệu quét 3D.

Ngoài ra **Geomagic studio** còn một số các ưu điểm nổi bật khác như: Giao diện đẹp, thân thiện, khả năng thiết kế nhanh hơn các phần mềm khác rất nhiều nhờ vào sự sắp xếp và bố trí các toolbar một cách có hệ thống và hợp lý.

2.3 Các tính năng xử lý GEOMAGIC

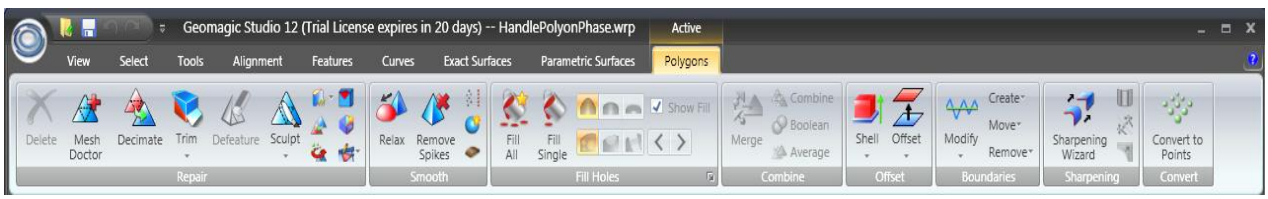
2.3.1 Point Phase:

Đây là một quá trình giúp cho ta hiểu được phương pháp ghép nối nhiều mảng dữ liệu sau khi scan lại với nhau, và tượng trưng cho đối tượng là một đối tượng polygon.

Hình 2.3. *Quá trình point phase*

2.3.2 Polygon Phase:

Các bước trong giai đoạn **Polygon Phase** giúp cho ta hiệu chỉnh - chỉnh sửa, làm sạch và tạo độ láng cho bề mặt polygon nhằm đạt mục đích khi chuyển qua giai đoạn Surface Phase hoặc xuất ra 1 files thiết kế với mục đích riêng.



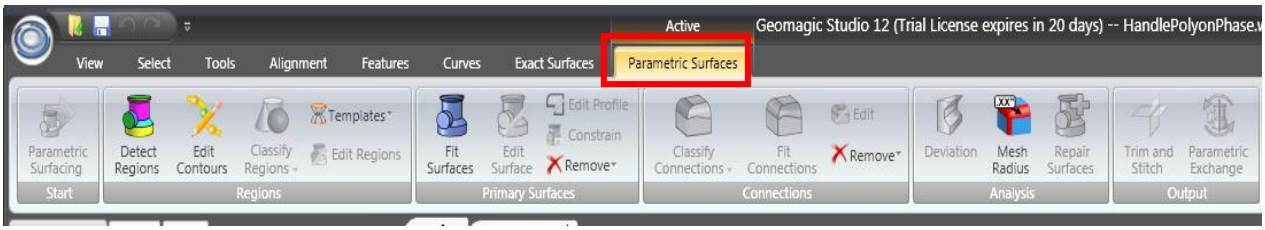
Hình 2.4. *Quá trình polygon phase*

2.3.3 Surface phase:

Một khi giai đoạn Polygon Phase đã hoàn thành, thì bước tiếp theo ta sẽ sử dụng một trong 2 phương pháp **Exact Surfaces Phase** hoặc **Parametric Surfacing Phase** nhằm tạo ra mặt **NURBS**.

2.3.3.1. Parametric Surfacing Phase:

Với **Parametric Surfacing Phase**, bạn có thể bắt đầu ngay công việc thiết kế ở dữ liệu số mà không cần xây dựng các bản vẽ phác ý tưởng khái niệm. Với các bộ phận sẵn có của mô hình còn sót lại, kết hợp với mô hình đất sét, chúng ta có thể tạo mô hình số dữ liệu và giữ được phần lớn các thông số quan trọng của sản phẩm.



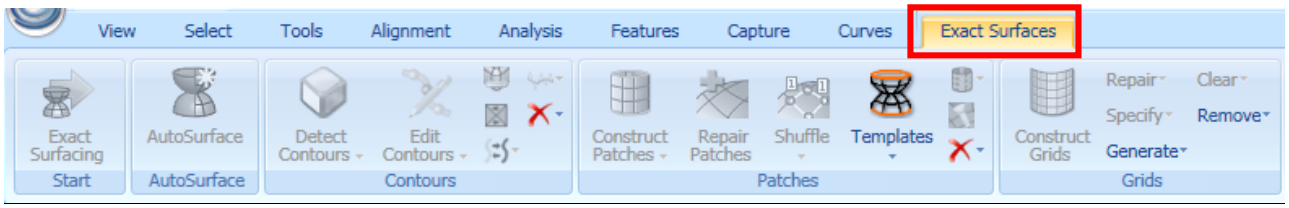
Hình 2.4. *Quá trình Parametric Surfacing Phase*

Parametric Surfacing Phase nhanh chóng tạo ra dữ liệu thiết kế mong muốn, đồng thời tối ưu các bề mặt. Bạn có thể tự động tạo các dữ liệu như khối trụ, mặt phẳng, mặt cong, mặt cầu, hay có thể là các dạng ống, mặt tròn xoay… Đồng thời, với các yêu cầu của bạn phần mềm sẽ tính toán và tạo ra những bề mặt với độ chính xác cực cao.

Parametric Surfacing Phase, phần mềm sẽ từng bước phân tích bề mặt cho phép bạn có thể tạo ra các bề mặt với chất lượng cao hơn trước, với các công cụ mới phần mềm có thể kéo dài đồng thời cắt bỏ những phần không cần thiết, tìm phần giao của các bề mặt để thuận lợi cho quá trình giao tiếp với các phần mềm CAD theo mong muốn của bạn.

2.3.3.2. Exact Surfaces Phase:

Exact Surfaces cho phép bạn nhanh chóng tạo ra bề mặt **NURBS** đối với những chi tiết phức tạp dựa trên các patch tứ giác được sắp xếp và bố trí một cách phù hợp tương ứng với hình dáng chi tiết. Đây là một quá trình chia lưới và mật độ lưới sẽ quyết định lên độ chính xác trong các bề mặt **NURBS**, mật độ lưới này do người sử dụng thiết lập và xây dựng trong suốt quá trình thực hiện.



Hình 2.5. *Quá trình Exact Surfacing Phase*

AutoSurface tự động tạo ra bề mặt **NURBS** một cách nhanh chóng, hiệu quả và chính xác theo hình dạng chi tiết.

2.4 Quy trình tạo NURBS cho hệ thống CAD

Quy trình giúp cho ta có một khái niệm nâng cao về quá trình chuyển đổi một dữ liệu Scan từ máy quét Laser ra môi trường CAD thông qua hai nền tảng workflows. Mục đích sẽ làm nổi bật sự khác biệt và kết quả thu được trong mỗi lần thực hiện, cho phép ta lựa chọn phương pháp Workflow tốt nhất cho công việc thực tế.

Nguyên tắc cơ bản trong workflow:

• **Độ chính xác xử lý của cơ sở dữ liệu được nhấn mạnh tại những vùng cong** *(Preferred Workflow)* **.** (thu thập dữ liệu – cleanup - chuyển đổi tới đối tượng là polygon – chỉnh sửa, làm mịn đối tượng polygon – tạo ra mặt surface với phương pháp **"Detect Contours"** trong **Exact Surfaces Phase** – xuất ra môi trường CAD).

Một lợi thế của phương pháp này là đối tượng khi xuất ra môi trường CAD sẽ phân biệt được các khu vực có bán kính cong, do đó cho phép các vùng cong này được thiết kế lại trong các hệ thống bên ngoài nếu cần thiết.

• **Độ chính xác xử lý của cơ sở dữ liệu** ("legacy workflow").

(thu thập dữ liệu – cleanup - chuyển đổi tới đối tượng là polygon - chỉnh sửa, làm mịn đối tượng polygon – tạo ra mặt surface với phương pháp **"Detect Curvature"** trong **Exact Surfaces Phase)**.

Trong một số tình huống mà đối tượng không quan trọng tại những vùng cong thì phương pháp này hữu ích hơn, nhưng phương pháp trên thường được ưa thích hơn.

Dữ liệu sau khi Scan sẽ được Geomagic xử lý, quy trình thường được tiến hành qua các bước sau: Từ dữ liệu lưới điểm (**Points Phase**) - sang lưới tam giác (**Polygon Phase**) – tạo ra mặt surface (**Shape Phase**) - cuối cùng là xuất ra môi trường CAD (**CAD Phase)**. Sau đây là sơ đồ thể hiện mối quan hệ cơ bản giữa các tập hợp dữ liệu:

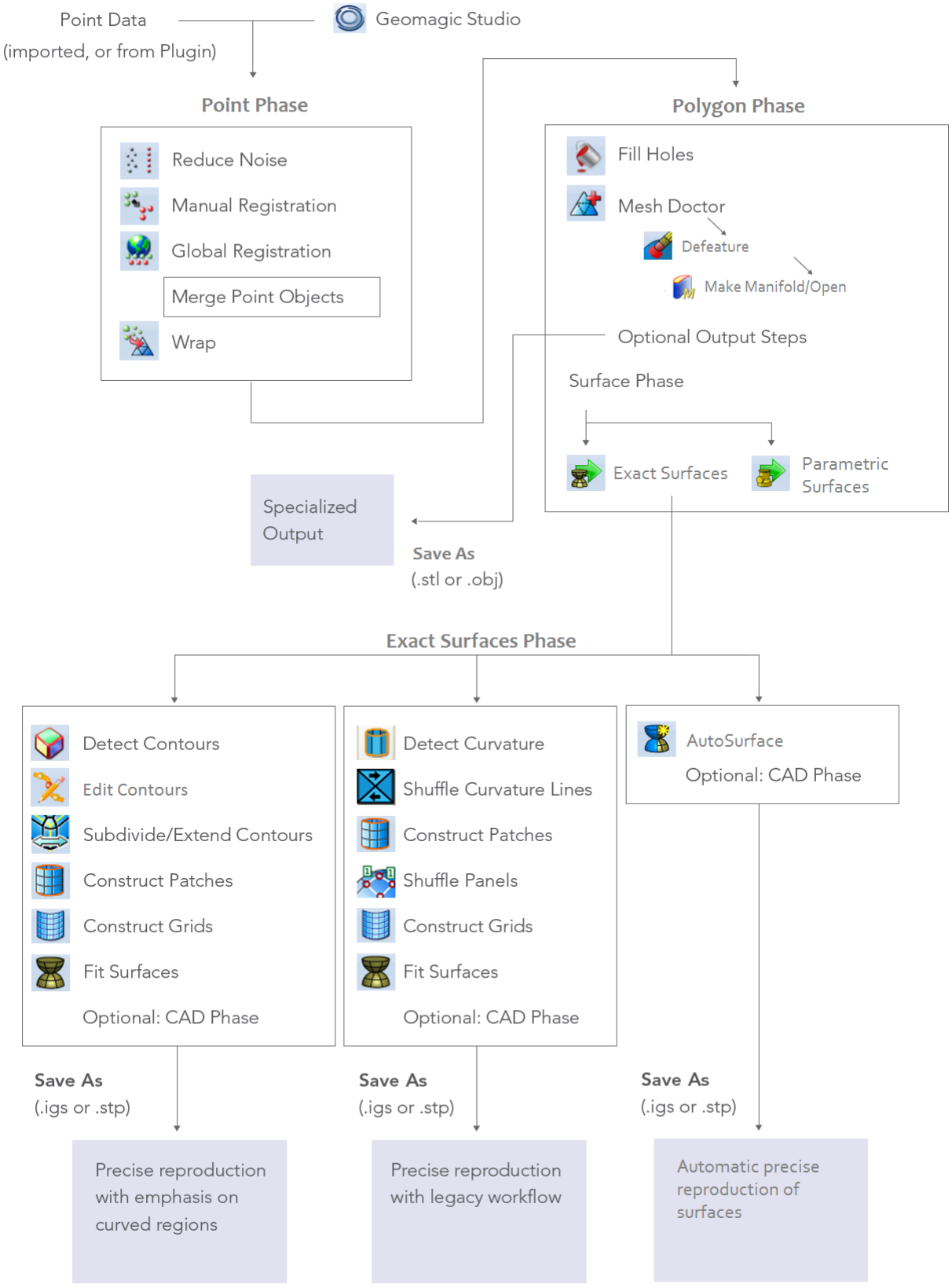
• **Point Phase:** Trạng thái của đối tượng là tập hợp điểm của quá trình scan.

• **Polygon Phase:** Trạng thái của đối tượng là những mạng lưới tam giác màu xanh.

• **Surface Phase** (có 2 phương pháp lựa chọn là **Exact Surfaces Phase** hoặc **Parametric Surfaces Phase**): Trạng thái của đối tượng khi các mặt surfaces được xây dựng dựa trên mạng lưới polygon cơ bản của nó.

• **CAD Phase:**

Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic studio:



Hình 2.6. *Quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic studio*

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Trình bày cấu tạo và nguyên lý của máy quét 3D?

Câu 2: Trình bày quy trình chỉnh sửa dữ liệu quét của Geomagic?

Câu 3: Cho biết các tính năng xử lý GEOMAGIC?

Câu 4: Trình bày quy trình tạo NURBS cho hệ thống CAD?

CHƯƠNG 3: CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO MẪU NHANH

Khi phát triển một sản phẩm mới, lúc nào cũng vậy, có một nhu cầu là chế tạo một mẫu đầu tiên (prototype) của bộ phận hay hệ thống được thiết kế trước khi cấp một lượng vốn lớn cho các phương tiện sản xuất hoặc dây chuyền lắp ráp. Lý do chính cho nhu cầu này là chi phí quá cao và tốn nhiều thời gian chuẩn bị công cụ sản suất. Vì vậy, việc tạo mẫu là cần thiết để xử lý sự cố và đánh giá thiết kế trước khi một hệ thống phức tạp sẵn sàng sản xuất và tung ra thị trường.

Việc nghiên cứu thế hệ mẫu đầu tiên sẽ giúp người thiết kế phát hiện lỗi, hoặc tìm ra phương pháp thiết kế hiệu quả hơn, tốt hơn. Tuy nhiên, vấn đề chính của sự tiếp cận này là sự tạo mẫu có thể tốn rất nhiều thời gian : việc chuẩn bị dụng cụ máy móc tốn nhiều tháng, khó chế tạo các mẫu phức tạp bằng các phương pháp truyền thống rất khó khăn. Trong khi chờ đợi tạo ra mẫu đầu tiên, vẫn phải trả công cho nhân viên và chi phí khấu hao máy móc thiết bị.

Một vấn đề quan trọng nữa là trong môi trường cạnh tranh, khi sản phẩm chất lượng cao ra đời sớm hơn thì cơ hội chiếm lĩnh thị trường nhiều hơn. Vì thế các nhà sản xuất luôn mong muốn tung ra thị trường sản phẩm chất lượng cao càng sớm càng tốt.

Một quá trình giúp cho nhà sản xuất đẩy mạnh việc phát triển sản phẩm là *tạo mẫu nhanh* – Rapid Prototyping (RP).

- Tạo mẫu nhanh là quá trình tạo mẫu sản phẩm giúp cho nhà sản xuất quan sát nhanh chóng sản phẩm cuối cùng.

- Tạo mẫu nhanh là công nghệ thiết kế mẫu tự động nhờ quá trình CAD với những "máy in ba chiều" cho phép người thiết kế nhanh chóng tạo ra những mẫu hữu hình, truyền ý tưởng thiết kế của họ đến công nhân hoặc khách hàng, ngoài ra tạo mẫu nhanh còn được sử dụng để thiết thử những sản phẩm mới.

Tất nhiên "nhanh" chỉ là một giới hạn tương đối. Thông thường, thời gian để tạo ra một mẫu mới mất khoảng từ 3 ÷ 72 giờ phụ thuộc vào kích thước và độ phức tạp của mẫu. Khoảng thời gian này có vẻ chậm, nhưng so với việc tạo mẫu bằng máy truyền thống thường mất từ nhiều tuần đến nhiều tháng thì nó nhanh hơn rất nhiều. Do mất ít thời gian nên RP giúp cho nhà sản xuất nhanh chóng đưa sản phẩm ra thị trường và giảm chi phí sản xuất. Đó cũng là ưu điểm nổi bật của quá trình tạo mẫu nhanh.

Công nghệ tạo mẫu nhanh bắt đầu từ giữa thập niên 80. Đặc điểm của tạo mẫu nhanh là :

- Thực hiện việc tạo mẫu trong thời gian rất ngắn, đây chính là điểm mạnh của phương pháp này.

- Sản phẩm của tạo mẫu nhanh là có thể dùng để kiểm tra các mẫu được sản xuất bằng các phương pháp khác.

- Mẫu tạo ra có thể hỗ trợ cho quá trình sản xuất.

Dựa vào dạng vật liệu tạo mẫu, quá trình tạo mẫu nhanh có thể được chia thành ba loại như sau :

- Dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng.
- Dựa trên cơ sở vật liệu dạng khối.

- Dựa trên cơ sở vật liệu dạng bột.

a. Dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng.

Các hệ thống tạo mẫu nhanh dựa trên cơ sở nền tảng chất lỏng bắt đầu với vật liệu ở trạng thái lỏng. Quá trình tạo mẫu là một quá trình lưu hóa, vật liệu chuyển đổi từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn. Sau đây là một số phương pháp tạo mẫu nhanh dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng:

1. Thiết bị tạo mẫu lập thể SLA (Stereo Lithography Apparatus) của 3D Systems
2. Thiết bị xử lý dạng khối SGC (Solid Ground Curing) của Cubital
3. Thiết bị tạo mẫu dạng khối SCS (Solid Creation System)của Sony
4. Thiết bị in sử dụng tia tử ngoại tạo vật thể dạng khối SOUP (Solid Object Utraviolet-laser Plotter) của Misuibishi
5. Thiết bị tạo ảnh nổi (Stereos Systems) của EOS
6. Thiết bị tạo ảnh khối (Soliform Systems) của Teijin Seiki
7. Thiết bị tạo mẫu nhanh của Meiko cho ngành công nghiệp đồ trang sức.
8. Thiết bị tạo mẫu nhanh SLP của Denken.
9. Thiết bị tạo mẫu nhanh COLAMM (Computer Operated Laser Active Modeling Machine) của Mitsui.
10. Thiết bị tạo mẫu nhanh LMS (Layer Modeling System) của Fockele và Schwarze.
11. Thiết bị điêu khắc bằng ánh sáng (Light Scupting)
12. Thiết bị hai chùm tia laser (Two Laser Beam)

Trong các phương pháp trên thì phương pháp 2 và11 là sử dụng đèn mạ, phương pháp 12 sử dụng hai chùm laser (phương pháp này hiện tại vẫn chưa được thương mại hoá). Còn các phương pháp còn lại sử dụng một tia laser đơn

b. Dựa trên cơ sở vật liệu dạng khối.

Ngoại trừ các vật liệu dạng bột, các hệ thống tạo mẫu nhanh với vật liệu cơ bản dạng khối có liên quan đến tất cả các hình thức vật liệu dạng khối bao gồm các dạng: dây, cuộn, dát mỏng và dạng viên. Sau đây là một số phương pháp tạo mẫu nhanh tượng trưng cho phương pháp này:

1. Thiết bị tạo lớp mỏng LOM (Laminate Object Manufacturing) của Helisys
2. Thiết bị phun nhiều lớp FDM (Fused Deposition Modeling) của Stratasys
3. Thiết bị dập nóng có sử dụng chất liên kết SAHP (Selective Adhesive and Hot Press) của KiRa.
4. Thiết bị tạo mẫu nhanh của Kinergy.
5. Thiết bị tạo mẫu nhiều đầu phun MJM (Multi Jet Modeling) của 3D System
6. Hệ thống tạo mẫu nhanh RPS (Rapid Prototyping System) của IBM.
7. Thiết bị tạo mẫu MM-6B (Model Maker) của công ty Sanders Prototype
8. Thiết bị tạo mẫu nhanh Hot Plot của Sparx AB’s
9. Thiết bị tạo mẫu nhanh Laser CAMM của Scale Model Unlimited

Trong 9 phương pháp này thì các phương pháp 1, 3, 4, 9 thuộc nhóm cắt dán và liên

kết (Curing anh Glueing/Joining), còn các phương pháp 2, 5, 6, 7, 8 thuộc nhóm làm nóng chảy và đông đặc (Melting and Solidifying/Fusing).

c. Dựa trên cơ sở vật liệu dạng bột.

Trong khả năng được giới hạn, dạng trạng thái bột vẫn còn được xem như dạng trạng thái khối. Tuy nhiên, nó được tạo ra trên ý định là một loại thiết bị không phụ thuộc vào hệ thống thiết bị tạo mẫu nhanh vật liệu trạng thái khối cơ sở. Sau đây là một số phương pháp tạo mẫu nhanh tượng trưng cho phương pháp này:

1. Thiết bị thiêu kết bằng laser SLS (Selective Laser Sintering) của DTM
2. Thiết bị đúc khuôn vỏ mỏng trực tiếp DSPC (Direct Shell Production Casting) của Soligen
3. Thiết bị định hình nhiều giai đoạn hoá cứng MJS (Multiphase Jet Solidication) của Fraunhofer
4. Hệ thống các thiết bị EOSINT của EOS.
5. Thiết bị in phun (Ink-Jet) hay còn gọi là BPM (Ballistic Partical Manufacturing) của BPM Technology
6. Thiết bị in ba chiều 3DP (Three Dimension Printing) của MIT

Tất cả các phương pháp trên thuộc nhóm phương pháp kết nối liên kết (Joining/Binding). Các phương pháp này không có tính đồng nhất trong các hệ thống, thể hiện bằng việc một số sử dụng tia laser, trong khi đó một số khác lại sử dụng chất kết dính/ keo (Binder/Glue) để đạt được mức độ liên kết. Dưới đây là các công nghệ tạo mẫu nhanh phổ biến hiện nay:

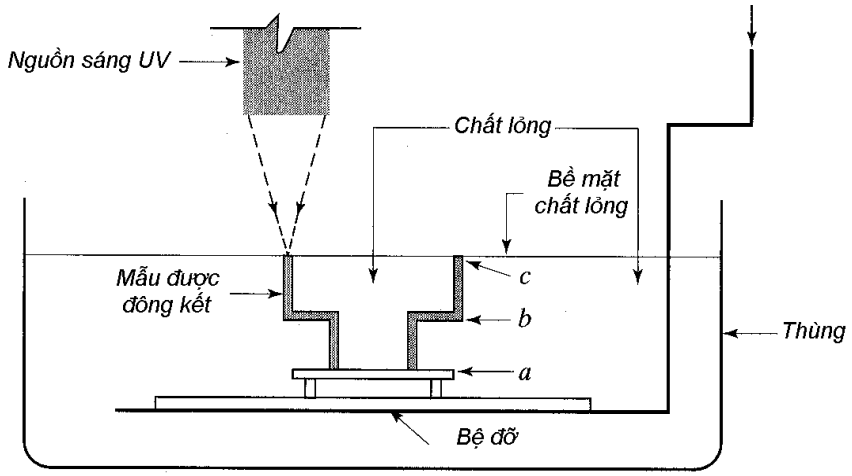
3.1. Công nghệ tạo mẫu nhanh SLA

Phương pháp SLA được phát minh bởi (Mỹ) vào năm 1984. Năm 1986 Charles W. Hull thành lập công ty 3D SYSTEMS và ông là một trong những người đầu tiên phát minh ra hệ thống tạo mẫu lập thể 3D và được cấp bằng sáng chế vào năm 1986. Trong số các hệ thống tạo mẫu nhanh đã được thương mại hoá thì hệ thống thiết tạo mẫu lập thể hay còn gọi là phương pháp tạo mẫu nhanh SLA là tiên phong được đưa ra thị trường 1988. Năm 1991 hãng 3D SYSTEMS chiếm 90% thị phần

a. Nguyên lý :

Phương pháp SLA dựa vào nguyên tắc đông cứng vật liệu lỏng photopolymer thành một hình dạng rõ ràng khi nó được chiếu bởi một chùm tia laser cường độ cao. Có thể sử dụng laser He-Cd với bước sóng 325nm hoặc laser rắn Nd:YVO_4 với bước sóng 354,7nm. Một thùng chứa đầy dung dịch lỏng photopolymer. Trong thùng có một bệ đỡ (bàn gá) có thể nâng hạ được (như một cái thang máy). Chất lỏng là hỗn hợp của các monome acrylic, các oligome và một photoinitiator.

Trên hình 6.3, khi bệ đỡ ở vị trí cao nhất (ở độ sâu a) thì trên tấm là một lớp chất lỏng cạn. Máy phát laser phát ra chùm tia cực tím tập trung trên một diện tích của dung dịch photopolymer và di chuyển theo hướng X-Y. Chùm tia cực tím làm đông hết phần dung dịch được chiếu sáng và hình thành nên một khối đặc. Bệ đỡ được hạ xuống một lượng vừa đủ để một lượng chất lỏng phủ lên phần polyme đã đông đặc và quá trình được lặp lại. Quá trình tiếp diễn cho đến khi đạt được mức *b*. Lúc này ta đã tạo nên một chi tiết hình trụ có bề dày không đổi. Chú ý rằng lúc này bệ đỡ đã di chuyển theo phương thẳng đứng một lượng *ab*.



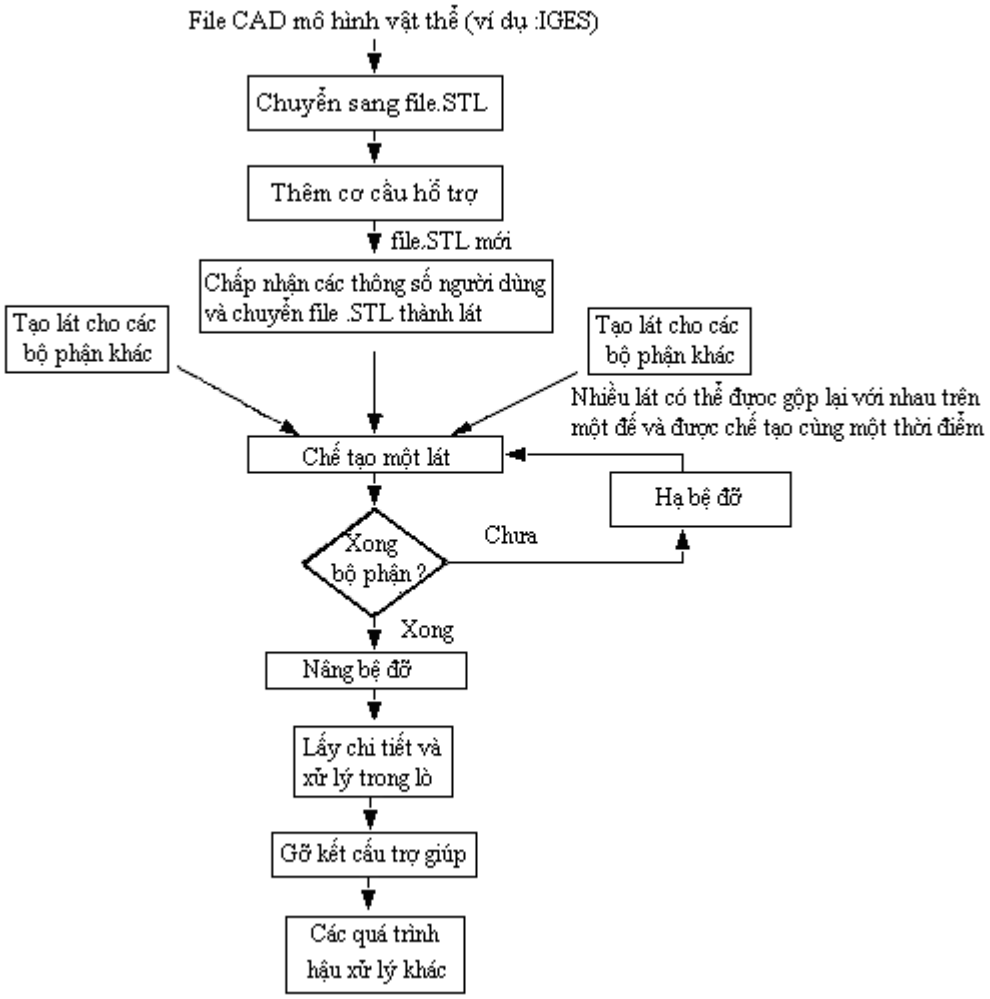
Hình 3.1. *Nguyên lý quá trình SLA.*

Tại mức b, chuyển động theo phương X-Y của chùm tia rộng hơn, vì thế ta tạo được một mặt bằng phẳng như mặt bích bên trên phần đã tạo từ trước. Sau khi đạt được bề dày thích hợp, quá trình được tiếp tục để tạo nên phần hình trụ giữa mức b và c. Chú ý rằng phần dung dịch xung quanh vẫn đang ở trạng thái lỏng vì nó không bị đông kết bởi tia cực tím và chi tiết được tạo thành từ đáy lên trên theo từng "lát" riêng biệt có chiều dày từ 0,05 ÷ 0,2mm. Các lát này liên kết lại với nhau thành khối. Phần chất lỏng không bị đông kết có thể được sử dụng lại để tạo chi tiết khác trong quá trình tạo mẫu khác.

Bởi vì chi tiết được tạo thành trong môi trường chất lỏng và bên trong vật thể còn chứa chất lỏng polyme, do đó cần phải thêm các kết cấu trợ giúp (supports) để tăng độ cứng chi tiết và để tránh cho phần chi tiết đã được tạo thành chìm trong chất lỏng không bị nổi lên hoặc không bị trôi nổi tự do ở trong thùng.

Thời gian quét chùm tia laser phụ thuộc vào hình dạng hình học của những đường viền, mẫu vạch, tốc độ của tia laser và thời gian bao phủ (thời gian để một lớp của polymer sao chụp rắn lại và thời gian để lớp cuối cùng rắn lại).

Quá trình tạo mẫu nói trên được thực hiện qua các giai đoạn trên hình 6.4.



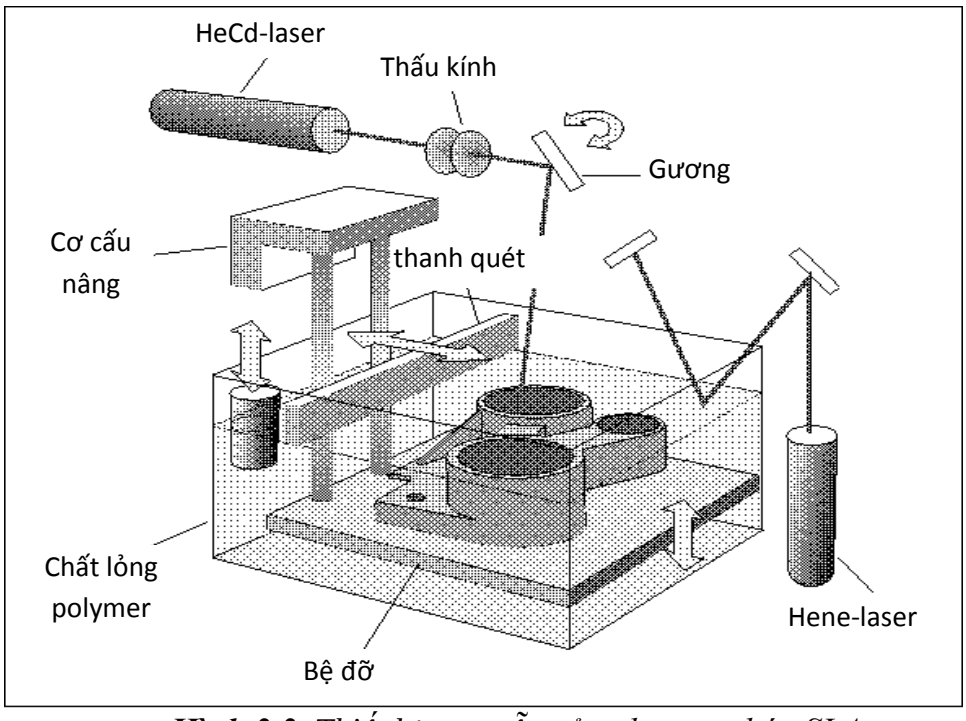
Hình 3.2. *Các giai đoạn tạo mẫu bằng phương pháp SLA.*

Sau khi lấy chi tiết ra khỏi hệ thống SLA, chi tiết phải trải qua một loạt các quá trình hậu xử lý (post-processing). Đầu tiên, những chất polymer dư ra được làm sạch hết. Những chi tiết được làm sạch bằng những phương pháp chuẩn để bỏ đi những chất nhựa dư với: Tri-propylene Glycol Monomethyl Ether, rửa bằng nước, sau cùng rửa bằng iso-propyl alcohol, và chi tiết được làm khô trong không khí. Do tia laser không cung cấp đủ năng lượng để xử lý hoàn toàn chi tiết, nên ở quá trình xử lý tinh chi tiết được thực hiện bằng thiết bị xử lý tinh PCA (Post-Curing Apparatus). PCA là một buồng với một bàn quay và những bóng đèn chiếu tia tử ngoại. Thông thường, người ta đặt chi tiết trong PCA khoảng từ 30 phút đến một giờ. Chi tiết sẵn sàng để lấy ra khỏi cơ cấu phụ trợ và để xử lý bề mặt như: đánh bóng, mạ phủ,... nếu có yêu cầu.

b. Các loại thiết bị tạo mẫu và thông số kỹ thuật

Các bộ phận chính của hệ thống SLA là máy tính điều khiển, panel điều khiển, nguồn laser, hệ thống quang học và buồng xử lý.

Trên hình 6.5 là sơ đồ của thiết bị tạo mẫu SLA.



Hình 3.3. *Thiết bị tạo mẫu của phương pháp SLA.*

Các máy của 3D Systems rất đa dạng cả về kích thước và chủng loại. Có một vài kiểu máy có sẵn và thường được sử dụng như là: SLA-190, SLA -250, SLA-350, SLA-500

Thiết bị tạo mẫu SLA – 190 là thiết bị đầu tiên của phương pháp tạo mẫu nhanh và sử dụng tia laser He-Cd.

Thiết bị tạo mẫu SLA – 250 là loại thiết bị được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống tạo mẫu nhanh và sản xuất RP&M (Rapid Prototyping and Manufacturing) trên thế giới. Kích thước mẫu mà thiết bị này tạo được thích hợp với nhiều ứng dụng khác nhau. Thiết bị sử dụng tia laser He-Cd.

Thiết bị tạo mẫu SLA – 350 là thế hệ mới của công nghệ SLA, tia laser ở trạng thái rắn Nd: YVO_4 và cho năng suất cao hơn 35% so với máy SLA – 250 khi cùng tạo một chi tiết.

Máy SLA – 500 là đỉnh cao của thiết bị sản xuất của 3D Systems, nó sử dụng tia laser argon-ion rất mạnh.

Tất cả các thiết bị đều sử dụng chung một loại vật liệu sản xuất là loại nhựa lỏng có khả năng đông đặc dưới tác dụng của các tia tử ngoại như: tia gama, tia cực tím, tia x, tia electron, phóng xạ của trường điện từ, … như: expoxy, actylates, … Nét đặc trưng của chi tiết phù hợp cho từng loại nhựa được dùng cho sản xuất. Một chức năng chính khác của thiết bị là dung môi làm sạch phần nhựa dư của chi tiết sau khi chi tiết được sản xuất hoàn tất trên máy.

Hình 3.4. *Máy tạo mẫu nhanh SLA 250.*

Phần mềm được sử dụng trong các hệ thống SLA là Meastro™ bao gồm một số môđun sau :

1. *Môđun kiểm tra (3D verify™ Module)*:

   Môđun này cho phép đọc file định dạng .STL và chỉnh sửa trực tiếp mà không cần phải trở về phần mềm thiết kế CAD 3D ban đầu.

2. *Môđun quan sát (View™ Module)*:

   Module có thể hiển thị file .STL và file .SLI (Slice File) dưới dạng đồ hoạ. Chức năng quan sát được dùng để kiểm tra trực quan và định hướng các dữ liệu này sao cho tối ưu hoá quá trình tạo mẫu.

3. *Môđun kết hợp (Merge Module)*:

   Module này kết hợp tất cả các files . SLI thành một file thống nhất chuẩn bị cho quá trình tạo mẫu.

4. *Môđun hỗ trợ (Vista™ Module)*:

   Module này công cụ mạnh của phần mềm. Nó tự động thiết kế thêm các kết cấu hỗ trợ (supports) sản phẩm khi sản phẩm ở trạng thái lơ lửng trong khối chất lỏng trong suốt quá trình tạo mẫu.

5. *Môđun quản lý sản phẩm (Part Manager™ Module)*:

   Đây giai đoạn đầu tiên của quá trình chuẩn bị tạo mẫu. Môđun này chuyển các file .STL sang dạng bảng (spreadsheet).

6. *Môđun tạo lớp (Slice™ Module)*:

   Đây giai đoạn thứ hai của quá trình chuẩn bị tạo mẫu. Nó chuyển đổi các thông tin dưới dạng bảng từ Part Manager™ Module sang dạng mô hình là những lớp mỏng.

7. *Môđun tạo mẫu (Converge™ Module)*:

   Đây giai đoạn thứ ba và cuối cùng của quá trình chuẩn bị tạo mẫu. Module này tạo ra file dữ liệu cuối cùng và được sử dụng bởi các thiết bị tạo mẫu SLA.

c. Ưu và nhược điểm của phương pháp SLA.

** Ưu điểm:*

- Hệ thống cứng vững và hoàn toàn tự động.

- Độ chính xác kích thước cao. Dung sai kích thước điển hình khoảng 0,0125mm.

- Độ bóng bề mặt tốt.

- Độ phân giải cao phù hợp với các chi tiết phức tạp.

- Với sự hỗ trợ của phần mềm QuickCast^{TM} cho phép tạo mẫu cho quá trình đúc khuôn kim loại nhanh chóng và chính xác.

** Nhược điểm:*

- Sản phẩm bị cong vênh.

- Giá thành hơi cao.

- Vật liệu sử dụng bị hạn chế.

- Phải qua giai đoạn hậu xử lý.

- Chi phí vận hành và bảo trì cao.

d. Các lĩnh vực ứng của phương pháp SLA

- Tạo mô hình từ ý tưởng.

- Tạo mô hình chính xác.

- Tạo công cụ mẫu.

- Tạo mẫu phục vụ cho quá trình đúc khuôn kim loại, khuôn cát và tạo khuôn.

Hình 3.5. *Sản phẩm và khuôn làm bằng phương pháp SLA.*

e. Hướng nghiên cứu và phát triển.

3D Systems và Ciba-Geigy đang hợp tác nghiên cứu những loại vật liệu mới với các đặt tính về cơ học tốt hơn, quá trình xử lý nhanh hơn và dễ dàng hơn. Đồng thời có khả năng chịu được nhiệt độ cao hơn.

Một lĩnh vực quan trọng được quan tâm nghiên cứu là tạo công cụ nhanh RT (Rapid Tooling). Trong lĩnh vực này, 3D Systems đã và đang hợp tác với 15 công ty và trường đại học nhằm tạo ra những công cụ nhanh cả bằng vật liệu cứng và vật liệu mềm.

Ưu và nhược điểm của RP.

a. Ưu điểm.

- Cải tiến quá trình thiết kế bởi vì:

+ Sự lặp lại thiết kế làm giảm thời gian và những vấn đề khó dễ dàng được phát hiện.

+ Kiểm tra trước việc lắp ráp và chỉnh sửa mẫu.

+ Kiểm tra trước ứng suất và độ bền sản phẩm.

- Cải tiến chất lượng sản phẩm bởi vì:

+ Dễ dàng lập kế hoạch trước.

+ Những vấn đề khó được loại trừ trong suốt giai đoạn thiết kế-chế tạo.

+ Hình dung ra sản phẩm tốt hơn so với bản vẽ.

- Cải tiến khả năng sản xuất bởi vì:

+ Khắc phục những lỗi trước khi vào dây chuyền sản xuất hay tế bào sản xuất

+ Khuôn có khả năng dẫn nhiệt cao

+ Những kênh nước làm mát khuôn được chế tạo trong máy RP

- Cải tiến thị trường bởi vì:

+ Sản phẩm được đưa ra thị trường sớm hơn và đáng tin cậy hơn

+ Dự đoán được nhu cầu thị trường một cách thực tế hơn

+ Tài liệu và những nguyên vật liệu được chuẩn bị trước

b. Nhược điểm.

- Giá thành cao
- Tốc độ vẫn còn chậm
- Hiện tại chưa sản xuất trực tiếp khuôn kim loại được
- Độ chính xác thấp
- Đặc tính vật lý thấp
- Mật độ phân tử kim loại sau gia công thấp
- Độ bóng bề mặt không cao
- Ưng suất sản phẩm chưa đo được
- Mức độ đàn hồi giới hạn

c. Những lợi nhuận và rủi ro của RP

Tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh đem đến lợi nhuận rất lớn cho cả nhà thiết kế, chế tạo, cả người mua và sử dụng sản phẩm. Tuy nhiên những rủi ro do nó mang lại cũng rất cao bởi vì kỹ thuật này vẫn còn đang nghiên cứu và phát triển.

3.2. Công nghệ tạo mẫu nhanh SLS

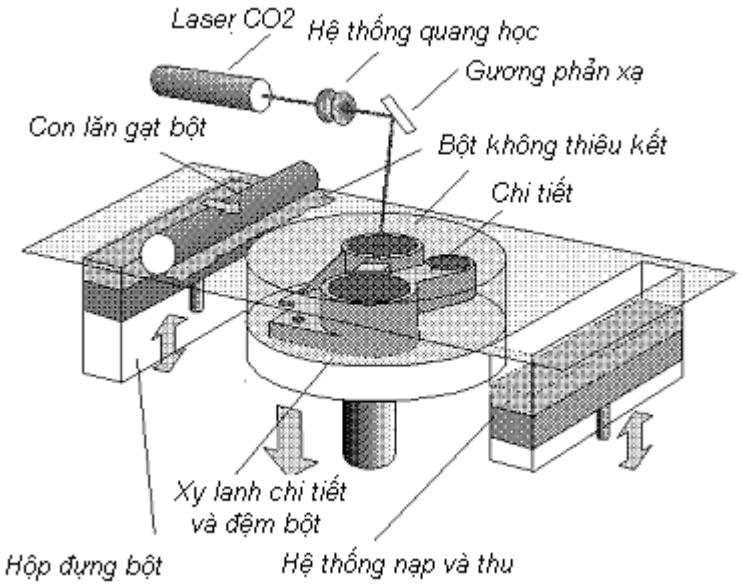
Phương pháp này được phát minh bởi Carl Deckard vào năm 1986 ở trường đại học Texas và được bằng sáng chế 1989, được đưa ra thị trường bởi tập đoàn DTM (được thành lập 1987). Thiết bị đầu tiên được thương mại hoá vào 1992. Đây là một trong những phương pháp đầu tiên và được công nhận sau SLA. Phương pháp này cũng dựa trên quá trình chế tạo từng lớp nhưng chất polymer lỏng được thay bằng vật liệu bột.

a.Nguyên lý làm việc

Phương pháp SLS sử dụng tính chất của vật liệu bột là có thể hóa rắn dưới tác dụng của nhiệt (như nylon, elastomer, kim loại). Một lớp mỏng của bột nguyên liệu được trải trên bề mặt của xy lanh công tác bằng một trống định mức. Sau đó, tia laser hóa rắn (kết

tinh) phần bột nằm trong đường biên của mặt cắt (không thực sự làm chảy chất bột), làm cho chúng dính chặt ở những chổ có bề mặt tiếp xúc. Trong một số trường hợp, quá trình nung chảy hoàn toàn hạt bột vật liệu được áp dụng. Quá trình kết tinh có thể được điều khiển tương tự như quá trình polymer hoá trong phương pháp tạo hình lập thể SLA. Sau đó xy lanh hạ xuống một khoảng cách bằng độ dày lớp kế tiếp, bột nguyên liệu được đưa vào và quá trình được lặp lại cho đến khi chi tiết được hoàn thành.

Trong quá trình chế tạo, những phần vật liệu không nằm trong đường bao mặt cắt sẽ được lấy ra sau khi hoàn thành chi tiết, và được xem như bộ phận phụ trợ để cho lớp mới được xây dựng. Điều này có thể làm giảm thời gian chế tạo chi tiết khi dùng phương pháp này. Phương pháp SLS có thể được áp dụng với nhiều loại vật liệu khác nhau: Policabonate, PVC, ABS, nylon, sáp,… Những chi tiết được chế tạo bằng phương pháp SLS tương đối nhám và có những lổ hổng nhỏ trên bề mặt nên cần phải xử lý sau khi chế tạo (xử lý tinh).



Hình 3.6. *Nguyên lý làm việc của SLS.*

Vật liệu sử dụng: Polycacbonate (PC), nylon, sáp, bột kim loại (copper polyamide, rapid steel), bột gốm (ceramic), glass filled nylon, vật liệu đàn hồi (elastomer).

Qúa trình tạo mẫu : Sản phẩm được chia thành các lát cắt từ file định dạng .STL tạo một lớp bằng cách trải các lớp bột, thiêu kết bằng nguồn laser CO_2 theo các bước sau:

Bước 1: Một lớp vật liệu bột nóng chảy được đặt vào buồng chứa sản phẩm

Bước 2: Lớp vật liệu bột đầu tiên được quét bằng tia laser CO_2 và đông đặc lại. Vật liệu bột không được xử lý sẽ được đưa trở về thùng chứa liệu.

Bước 3: Khi lớp thứ nhất đã hoàn thành thì lớp vật liệu bột thứ hai được cấp vào thông qua con lăn cơ khí chuẩn bị cho quá trình quét lớp thứ hai.

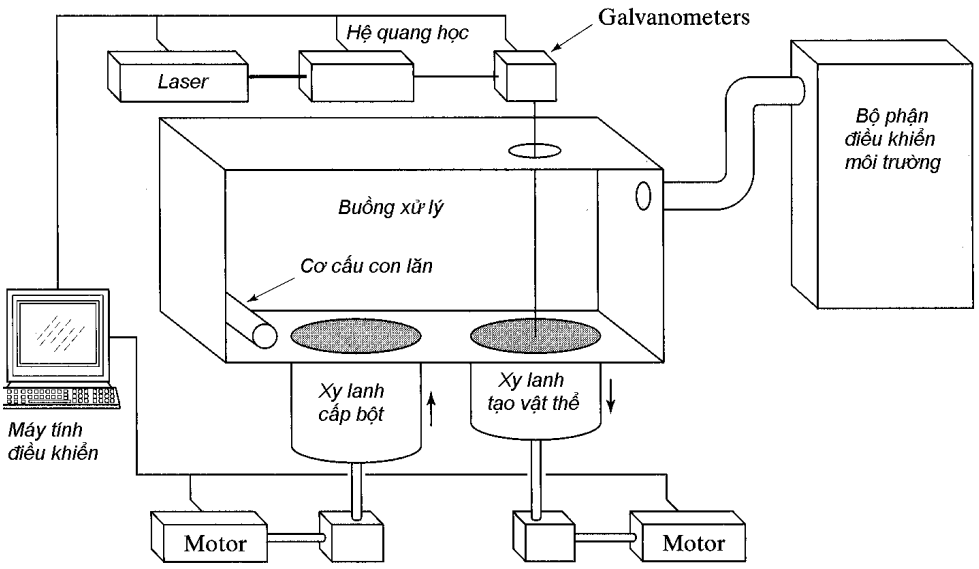
Bước 4: Bước hai và bước ba được lặp lại cho đến khi sản phẩm được hoàn thành.

Sau khi quá trình kết thúc, sản phẩm được lấy ra khỏi buồng xử lý và có thể qua giai đoạn hậu xử lý hoặc đánh bóng lại như phun cát tùy từng ứng dụng của sản phẩm.

b. Thiết bị :

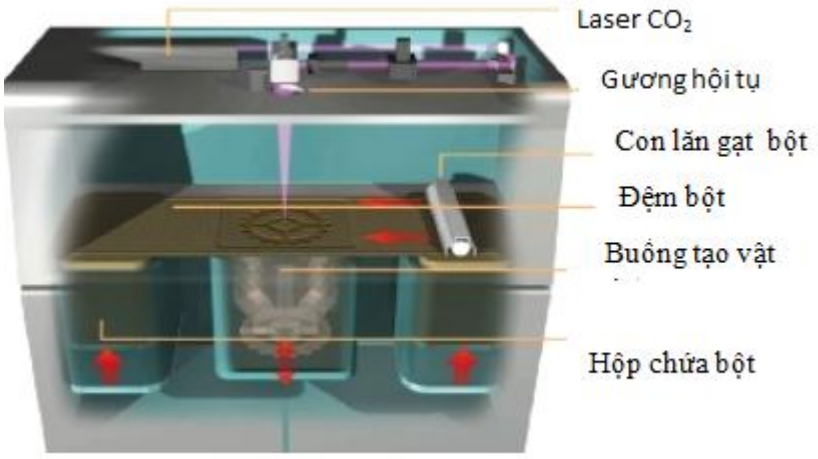
Sơ đồ của thiết bị SLS được thể hiện trên hình 6.13. Dưới đáy của buồng xử lý được lắp hai xy lanh : một xy lanh dùng để cấp bột và một xy lanh tạo vật thể. Xy lanh cấp

bột được nâng lên từ từ để cấp bột đến buồng tạo vật thể thông qua một cơ cấu con lăn. Xy lanh tạo vật thể được hạ xuống từ từ đến chỗ mà phần vật thể kết tụ được tạo thành.



Hình 3.7. *Sơ đồ máy SLS.*

Thiết bị thuộc thế hệ mới nhất của DTM là hệ thống Sinterstation 2000. Đây là thế hệ máy thứ ba mà DTM đã thương mại hoá. Hệ thống Sinterstation 2000 có khả năng tạo được mẫu có đường kính đến 305 mm và chiều cao đến 380 mm, thích hợp với hầu hết các ứng dụng tạo mẫu. Đến cuối 1995 có 89 hệ thống Sinterstation 2000 được lắp đặt trên thế giới.



Hình 3.8. *Thiết bị tạo mẫu Sinterstation 2000.*

c.Ưu nhược điểm của SLS.

** Ưu điểm :*

- Số lượng vật liệu đưa vào quá trình cao (Hight Through-put) giúp cho quá trình tạo mẫu nhanh chóng.
- Vật liệu đa dạng, không đắt tiền.
- Vật liệu an toàn.
- Không cần cơ cấu hỗ trợ (Support).
- Giảm sự bóp méo do ứng suất.
- Giảm các giai đoạn của quá trình hậu xử lý như chỉ cần phun cát.

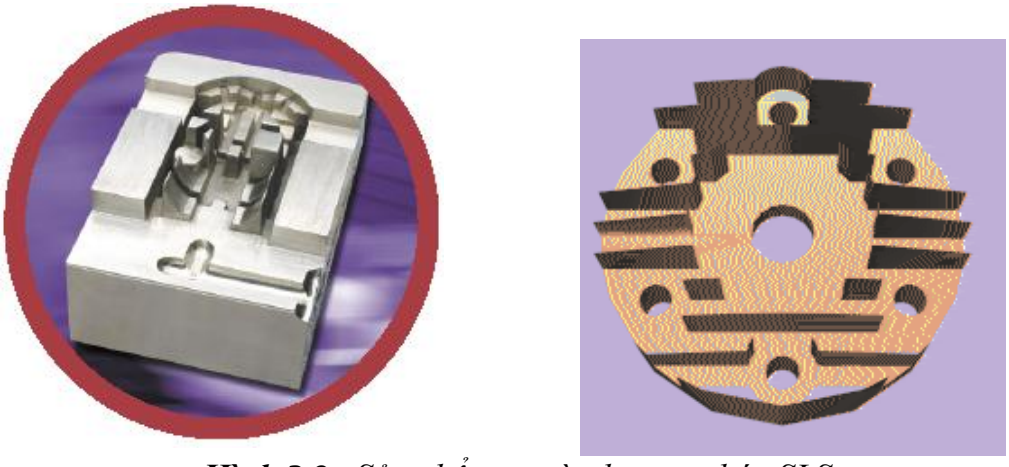
- Không cần xử lý tinh (Post-curing).
- Chế tạo cùng lúc nhiều chi tiết.

* Nhược điểm :

- Độ bóng bề mặt thô.
- Chi tiết ở trạng thái rỗ.
- Lớp đầu tiên có thể đòi hỏi một đế tựa để giảm ảnh hưởng nhiệt (như uốn quăn).
- Mật độ chi tiết không đồng nhất.
- Thay đổi vật liệu cần phải làm sạch máy kỹ càng.

d.Các ứng dụng của SLS.

- Tạo mô hình từ ý tưởng (Concept Models).
- Tạo mô hình chính xác và tạo mẫu (Functional Models and Working Prototypes).
- Tạo mẫu sáp phục vụ cho quá trình đúc kim loại (Wax Casting Patterns).
- Tạo Polycarbonate phục vụ cho quá trình đúc kim loại (Polycarbonate Patterns).
- Tạo công cụ kim loại trực tiếp có tuổi thọ ngắn hay trung bình.



Hình 3.9. *Sản phẩn tạo từ phương pháp SLS.*

e.Hướng nghiên cứu và phát triển.

DTM đang tập trung nghiên cứu và phát triển các loại vật liệu mới phục vụ cho các ứng dụng mới đặc biệt là vật liệu kim loại-composites. Ngoài ra, cũng tập trung cải tiến quá trình tạo mẫu như: phần mềm sắp xếp sản phẩm tự động (Automatic Part Placement Software) nhằm nâng cao khả năng sản xuất của hệ thống Sinterstation 2000.

3.3. Công nghệ tạo mẫu nhanh LOM

Công nghệ tạo mẫu LOM được phát minh bởi Michael Feygin vào năm 1985 và được tung ra thị trường bởi công ty Helisy. Công ty Helisys được thành lập năm 1985, là công ty chuyên tạo mô hình ba chiều có ứng dụng rộng lớn trong các lĩnh vực công nghiệp. Các hoạt động nghiên cứu và phát triển trong thời gian gần đây được sự hỗ trợ tài chính rất lớn của học viện khoa học quốc gia NSF (National Science Foundation). Thiết bị tạo mẫu nhanh đầu tiên của Helisys được thương mại hóa vào năm 1991. Thiết bị tạo mẫu loại này cũng được sản xuất bởi một số các công ty khác.

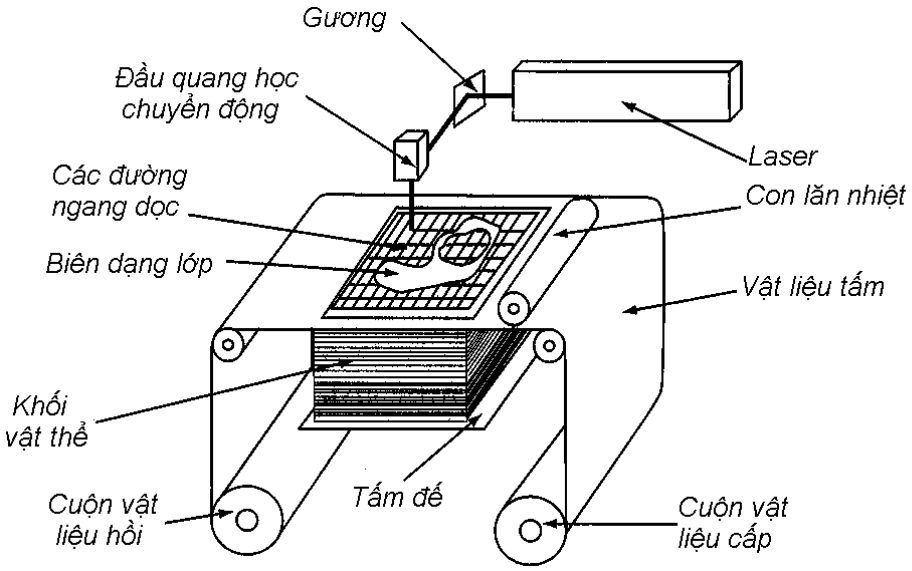
a. Nguyên lý làm việc :

Nguyên lý làm việc của quá trình LOM được thể hiện trên hình 6.8. Đầu tiên, thiết

bị nâng (đế) ở vị trí cao nhất cách con lăn nhiệt một khoảng bằng đúng độ dày của lớp vật liệu, tiếp theo con lăn nhiệt sẽ cán lớp vật liệu này, dưới bề mặt của vật liệu có chất kết dính mà khi được ép và gia nhiệt bởi trục lăn nó sẽ giúp lớp này liên kết với lớp trước. Hệ thống quang học sẽ đưa tia laser đến để cắt vật liệu theo hình dạng hình học của mô hình đã tạo từ CAD. Vật liệu được cắt bởi tia laser theo đường viền của mặt cắt lát. Phần vật liệu dư sẽ được thu hồi bằng con lăn hồi liệu. Sau đó đế hạ xuống cấu nâng hạ xuống thấp và vật liệu mới được nạp vào, cơ cấu lại nâng lên chậm đến vị trí thấp hơn chiều cao trước đó, trục cán sẽ tạo liên kết giữa lớp thứ hai với lớp thứ bằng đúng chiều dày lớp vật liệu kế tiếp. Chu kỳ này được lặp lại cho đến khi kết thúc.

Những vật liệu dư đóng vai trò như cơ cấu phụ trợ để đỡ cho chi tiết. Vật liệu dư này cũng được cắt thành những đường ngang dọc (cross-hatch). Những đường giao tuyến song song này làm bong những vật liệu dư để nó được lấy đi dễ dàng sau khi chế tạo. Sau đó, bề mặt của chi tiết có thể được đánh bóng, xi mạ, hoặc sơn phủ theo yêu cầu.

Trong khi mô hình CAD đang phân lớp, việc cán mỏng những lớp được bắt đầu. Cả hai quá trình hoạt động song song nhau nên có thể giảm tổng thời gian cung cấp vật liệu. Tiếp đến, máy đang cắt một lớp vật liệu trong khi máy tính đang tạo lớp kế tiếp.



Hình 3.10. *Nguyên lý qúa trình LOM.*

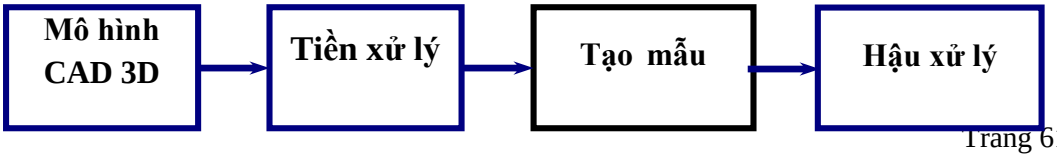
Theo nguyên tắc tất cả các vật liệu dạng tấm đều có thể sử dụng cho hệ thống LOM. Nhưng thông thường LOM sử dụng nhiều nhất là giấy, plastic, gốm và vật liệu composite. Vật liệu dạng tấm sử dụng trong hệ thống phải thỏa mãn hai yêu cầu :

- Vật liệu phải có khả năng tạo lớp. Bởi vì LOM sẽ chia vật liệu ra nhiều lớp và dán chúng lại với nhau sau khi cắt, cũng có khả năng chia ra từng lớp trước khi bắt đầu quá trình.

- Vật liệu phải có khả năng dán lại với nhau sau khi cắt, thông qua quá trình lăn nhiệt. Vì lý do này mà mỗi vật liệu phải phủ một lớp mỏng chất dính nhiệt bên ngoài, thông thường là thermalplastic hoặc keo.

Vì hai yêu cầu này nên giấy thường được sử dụng. Khi hoàn thành nó có đặc tính như một khối gỗ. Các tấm giấy thường có độ dày từ 0,05 ÷ 0,50mm.

Qúa trình tạo mẫu qua 04 giai đoạn thể hiện bằng sơ đồ hình 6.9 sau:



Hình 3.11. *Các giai đoạn tạo mẫu LOM.*

*Bước 1:*Mô hình CAD 3D: tạo mô hình 3D dạng mặt hay dạng khối.

Bước 2: Tiền xử lý (preprocessing): ở bước này thực hiện các công việc sau:

- Xuất file CAD 3D sang đuôi .STL, tái tạo hình ảnh sản phẩm từ file .STL, kiểm tra dữ liệu vào.

- Sử dụng phần mềm LOMSlice tự động tạo lớp cho sản phẩm.

Bước 3: Tạo mẫu (building) tự động trên các máy 1015 hay 2030 như sau:

- LOMSlice tính toán chính xác chiều cao của mẫu và của từng lớp, phần mềm xác định được chu vi cần tạo mẫu và những phần bên ngoài của tiết diện ngang chi tiết (ngoài slice) được cắt thành những đường kẻ ngang, dọc có tác dụng như là một kết cấu hỗ trợ.

- Máy tính điều khiển tia laser cắt theo biên dạng của từng mặt cắt ngang, phần vật liệu dư được thu hồi bằng con lăn thứ hồi liệu.

- Cơ cấu nâng hạ xuống và một tiết diện mới được hình thành, sau đó nâng lên và con lăn có gia nhiệt lăn qua ép lớp hiện hành liên kết với lớp trước đó và lặp lại quá trình.

- Cảm biến vị trí xác định chiều cao mẫu đã đạt được và máy tính sẽ tính toán cho một tiết diện ngang tiếp theo.

Bước 4: Hậu xử lý (posprocessor) ở bước này thực hiện các công việc sau:

- Lấy sản phẩm ra khỏi máy.

- Làm sạch bề mặt sản phẩm (Cleaning).

- Sơn hay đánh bóng sản phẩm (Coating or Polishing).

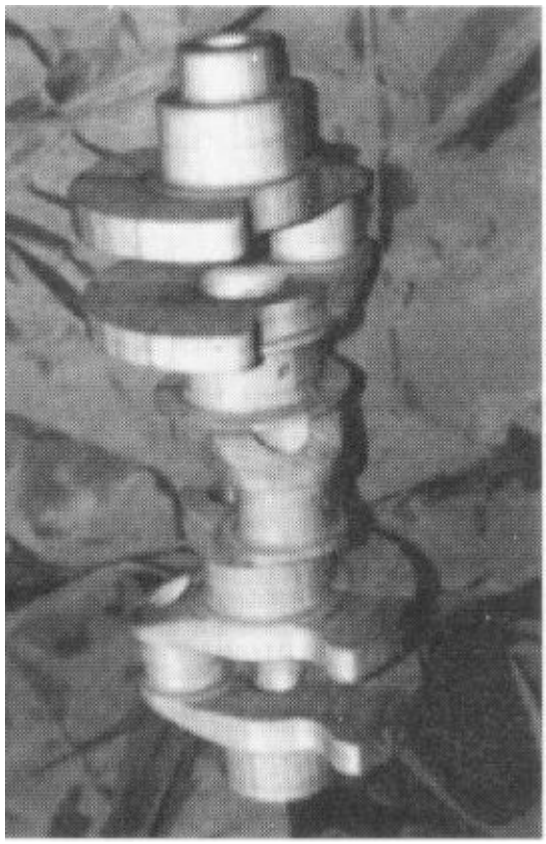
b. Thiết bị tạo mẫu

Helisys đã sản xuất hai loại máy LOM: LOM-1015 và LOM-2030. Cả hai loại đều sử dụng dạng laser là CO_2 hoạt động ở cộng suất tương ứng là 25W và 50W thông qua hệ thống gương quang học.

LOM-1015 và LOM-2030 có cấu trúc giống nhau, bao gồm các phần cơ bản sau: phần cứng và phần mềm máy vi tính, tia laser và hệ thống quang học, bàn gá đặt trong mặt phẳng XY, đế và bộ phận nâng theo phương Z, hệ thống cuốn và cung cấp vật liệu.

LOM sử dụng máy vi tính cá nhân 486 chạy trên phần mềm Window NT hoặc MS-DOS. Phần mềm LOMSlice^{TM} có 32 bit, giao diện với người sử dụng qua thực đơn và hộp thoại. Phần mềm LOMSlice^{TM} là một hệ thống hoàn chỉnh, đủ các chức năng để hoàn chỉnh mô hình. LOMSlice^{TM} điều khiển suốt quá trình tạo mẫu và duy trì độ chính xác theo phương Z, cũng như khắc vạch song song và biên dạng mô hình.

Hình 3.12 *Máy LOM 1015.*



Hình 3.13. *Trục khuỷu được tạo bởi LOM.*

c.Ưu nhược điểm của phương pháp LOM.

** Ưu điểm.*

- Vật liệu đa dạng, rẻ tiền; về nguyên tắc có thể sử dụng các loại vật liệu: giấy, chất dẻo, kim loại, composites và gốm.

- Độ chính xác cao đạt được tốt hơn 0,25 mm. Bằng việc cắt vật liệu thay vì hóa rắn nó, hệ thống có thể bảo vệ được những đặc tính ban đầu của vật liệu.

- Không cần thiết kết cấu hỗ trợ.

- Tốc độ cao, nhanh hơn các phương pháp tạo lớp khác bởi vì tia laser không cắt

toàn bộ diện tích mà chỉ quét theo chu vi bên ngoài. Do đó, vật liệu dày và mỏng có tốc độ cắt bằng nhau.

- Không có sự thay đổi pha trong quá trình chế tạo chi tiết nên tránh được độ co rút của vật liệu.

- Không độc hại và ô nhiễm môi trường.

- Lực cắt hầu như bằng không, vật liệu bằng giấy nên sản phẩm không bị cong vênh do ứng suất gây ra.

- Hệ thống đơn giản, gọn nhẹ, hoạt động như trạm làm việc CAD. Người thiết kế có thể cung cấp ngay dữ liệu cho hệ thống LOM. Các bộ phận LOM đều có tiêu chuẩn.

- Tạo ra những mẫu phức tạp.

- Quá trình LOM có thể dừng đột ngột và sau đó tiếp tục hoạt động mà không ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

- Giảm chi phí và thời gian tạo mẫu.

** Nhược điểm.*

- Không thu hồi được vật liệu dư. Sự cong vênh của chi tiết thường là vấn đề chính của phương pháp LOM.

- Lấy sản phẩm ra khỏi kết cấu hỗ trợ khó khăn.

- Độ bóng bề mặt không cao.

- Quá trình chuẩn bị và gia công rất tốn thời gian.

- Giá thành thiết bị khá đắt.

d.Các lĩnh vực ứng dụng của phương pháp LOM.

- Tạo mẫu nhằm mục đích quan sát, giới thiệu sản phẩm, kiểm tra nhu cầu khách hàng.

- Mô hình chính xác (Form Fit and Function) có khả năng kiểm tra kích thước, đánh giá hiệu năng, kiểm tra ứng suất từ đó giúp nhà sản xuất có thể thay đổi thông số cũng như đánh giá lại đặc tính thẩm mỹ của mẫu.

- Tạo mẫu ban đầu phục vụ cho các quá trình tạo khuôn silicon, sáp, đúc kim loại và đúc cát, khuôn ép phun, phun kim loại.

- Tạo công cụ nhanh.

e. Hướng nghiên cứu và phát triển.

Helisys Inc. đang tập trung nghiên cứu nâng cao độ chính xác khi sử dụng các vật liệu mới, cải thiện giao diện phần mềm dễ sử dụng hơn. Thiết lập thuật toán và nghiên cứu mô phỏng hoàn hảo quá trình tập trung ứng suất dư cũng như nâng cao tốc độ cắt của tia laser.

Những chất đặc biệt nhằm liên kết các lớp với nhau cũng là mục tiêu nghiên cứu nhằm nâng cao ứng suất và các thông số khác của sản phẩm. Kết quả nghiên cứu gần đây nhất cho thấy rằng, việc hiệu chỉnh thành phần hoá học của các chất liên kết đã làm tăng ứng suất liên kết giữa các lớp lên 2 lần và tốc độ liên kết lên 3 lần như bảng sau:

Bảng 3.1

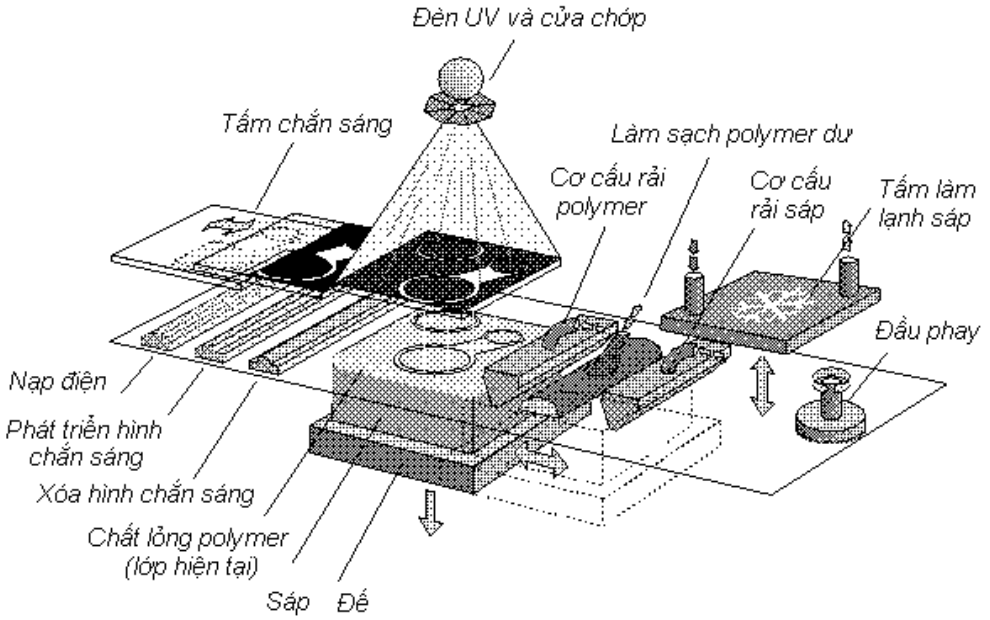
Đặc tính	Theo tiêu chuẩn	Mới nghiên cứu
Ứng suất liên kết giữa các lớp	0,49-0,63 lb/in	1,26 lb/in
Nhiệt độ liên kết nhỏ nhất	150 ^{o}F	125 ^{o}F
Nhiệt độ sử dụng lớn nhất	180 ^{o}F	-
Tốc độ liên kết lớn nhất	2 in/s	7 in/s

3.4. Công nghệ tạo mẫu nhanh SGC

Hệ thống tạo mẫu SGC được sản xuất bởi công ty Cubital Ltd. (Israel). Công ty Cubital Ltd. được thành lập 1987 và sản phẩm thương mại đầu tiên là 1991.

a. Nguyên lý làm việc :

Hình ảnh của từng lớp cắt của sản phẩm tạo ra bằng phương pháp tĩnh điện sẽ được thể hiện trên tấm thuỷ tinh có thể xoá được. Một lớp màu sắc nhẹ (toner) sẽ phủ lên toàn bộ bề mặt trừ những tiết diện của sản phẩm thể hiện bằng những miền trong suốt phản ánh chính xác mặt cắt ở lớp hiện hành của sản phẩm. Dưới tác dụng của chùm tia tử ngoại xuyên qua tấm thuỷ tinh khi tấm thuỷ tinh di chuyển đến vị trí gần phía trên đỉnh của lớp mỏng chất lỏng polymer và chiếu vào thùng vật liệu bên dưới. Phần vật liệu bị chiếu bởi tia tử ngoại sẽ được đông đặc nhanh chóng, cùng lúc này hình ảnh trên tấm thuỷ tinh sẽ được xoá đi để chuẩn bị cho lớp tiếp theo. Phần vật liệu dư không bị đông đặc sẽ được thu hồi lại, và khoảng trống xung quanh sản phẩm đang được chế tạo sẽ được điền đầy bằng vật liệu cứng (sáp), vật liệu thêm này có tác dụng như là bộ phận hỗ trợ trong suốt quá trình tạo sản phẩm. Để đảm bảo cho quá trình hoá rắn nhanh, sáp lỏng được đông đặc bằng một tấm làm nguội sáp. Sau đó, đầu phay sẽ làm nhẵn bề mặt sản phẩm và xác định đúng bề dày của một lớp. Bộ phận hỗ trợ sẽ dịch xuống đúng bằng chiều dày của một lớp và quá trình được lặp lại cho đến khi hoàn thành sản phẩm.



Hình 3.14. *Nguyên lý phương pháp SGC.*

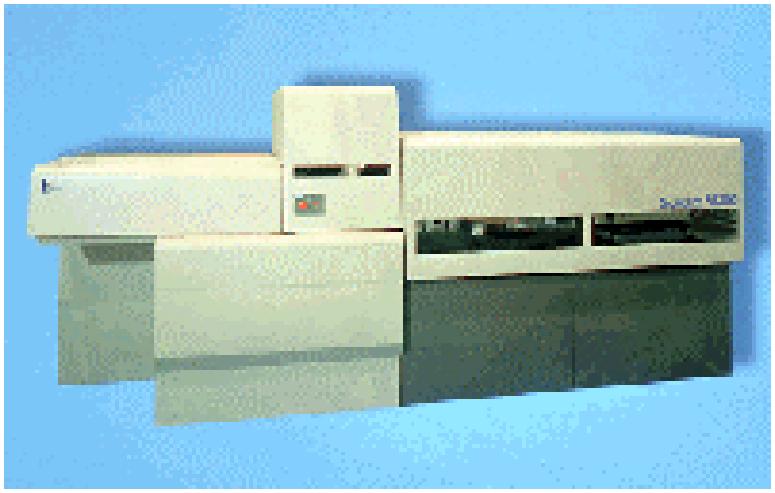
Có hai mặt khác nhau chủ yếu giữa SGC với giải pháp của 3D Systems:

- Sử dụng những mặt nạ quang học thay cho hệ thống quét tạo những lớp với một tia laser. Những phần 2D hoàn thành được chiếu sáng. Điều đó cho phép xử lý toàn bộ mặt cắt ở cùng một lúc, ngay cả với những chi tiết phức tạp.

- Sau khi chế tạo xong từng lớp, khoảng trống ở trong và xung quanh vật thể đang được chế tạo sẽ được điền đầy bằng một vật liệu cứng (sáp). Điều này thay thế cho việc sử dụng bộ phận phụ trợ. Vật liệu thích hợp được chọn để thực hiện chức năng này phải được dễ dàng lấy ra khỏi chi tiết từ những lỗ hổng, không cần phải thực hiện quá trình xử lý sau đó để bỏ đi cơ cấu phụ trợ.

b. Thiết bị

Các sản phẩm của Cubital bao gồm: Solider 4600 và Solider 5600



Hình 3.15. *Thiết bị SGC.*

c.Ưu nhược điểm .

** Ưu điểm:*

- Hệ thống xử lý song song: quá trình tạo mẫu và xử lý tinh xảy ra song song do đó tiết kiệm thời gian từ 25-50%, giảm ứng suất bên trong và độ cong vênh sản phẩm.

- Không cần thiết kế kết cấu hổ trợ .

- Đặc tính sản phẩm đồng nhất.

- Sử dụng phần mềm tạo mẫu DFE (Data Front End) trước khi chuyển sang máy tạo mẫu.

- Có thể chế tạo cùng lúc nhiều sản phẩm.

- Không tốn nhiều thời gian cho hậu xử lý.

- Chi tiết phức tạp không ảnh hưởng đến tốc độ tạo hình, tuy nhiên thể tích thì có .

- Các lớp có thể được phay đi nếu không đạt yêu cầu.

** Nhược điểm:*

- Giá thành hơi cao, thiết bị làm việc hơi ồn, máy cồng kềnh.

- Máy móc yêu cầu bảo dưỡng trông nom cẩn thận

- Vật liệu sử dụng bị hạn chế.

- Nếu vật liệu bị phơi quá lâu thì có thể tăng tính dẻo, làm cho nó không sử dụng được, vì vậy làm tăng lượng vật liệu polymer được sử dụng.

- Phải qua giai đoạn hậu xử lý.

- Chi phí vận hành và bảo trì cao.

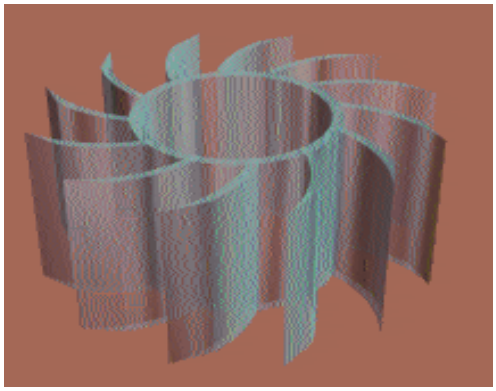
- Phải lấy sáp ra khỏi sản phẩm khi chế tạo xong.

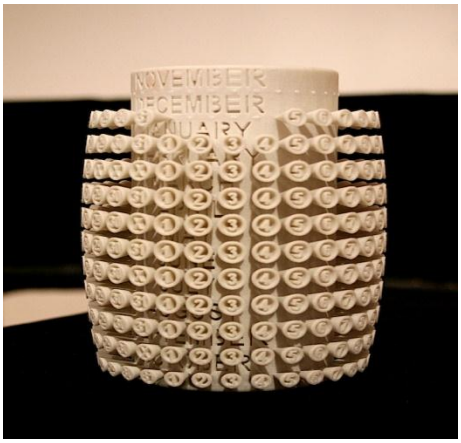
d. Các lĩnh vực ứng của phương pháp SGC.

- Tạo mẫu đúc và tạo công cụ: đúc kim loại, đúc cát, sản xuất tự do công cụ nhanh bằng vật liệu nhựa.

- Tạo khuôn và công cụ: tạo công cụ bằng vật liệu Silicon-Rubber, epoxy, phun kim loại, acrylic, khuôn đúc thạch cao.

- Ứng dụng trong y học: chuẩn đoán, phẫu thuật, thiết kế các bộ phận giả thay thế.





Hình 3.16. *Sản phẩm tạo bằng phương pháp SGC*

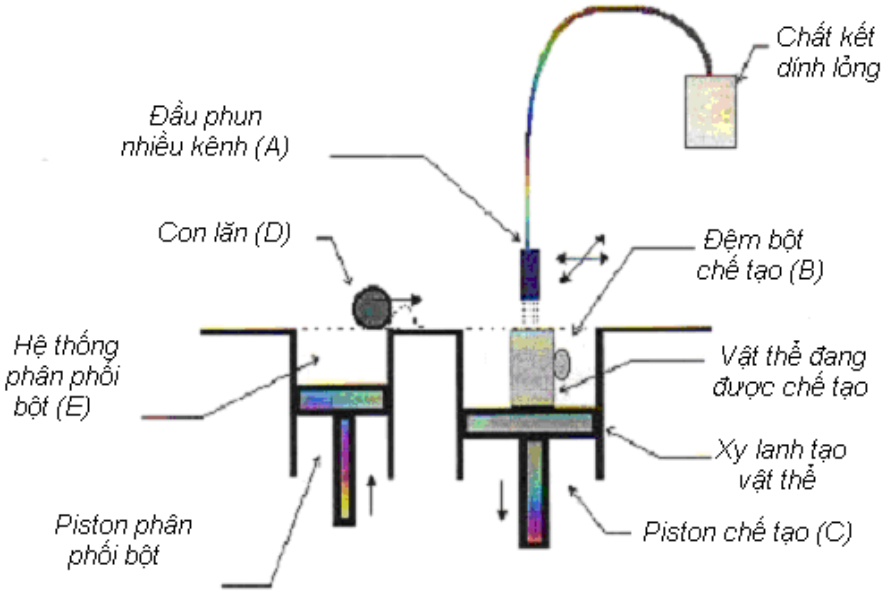
e.Hướng nghiên cứu và phát triển.

Cubital đang tập trung nghiên cứu cho quá trình xử lý nhanh hơn, yêu cầu thực hiện cao hơn, độ phân giải đồ hoạ cũng như độ nhẵn và độ chính xác khi tô bóng cao hơn.

Với những yêu cầu ngày càng cao về việc cải thiện các đặc tính cơ học của các sản phẩm tạo mẫu nhanh cũng như các quá trình chế tạo khuôn đúc kim loại và công cụ nhanh trực tiếp, Cubital đang nghiên cứu để có thể tạo ra được các sản phẩm bằng các loại vật liệu như: nhựa nhiệt nóng, nhựa nhiệt dẻo, vật liệu kim loại, tăng đáng kể khả năng lựa chọn của khách hàng về các đặc tính cơ học thích hợp cho các ứng dụng hay các quá trình sản xuất đặc biệt. Đặc biệt là các sản phẩm bằng vật liệu sáp có thể sử dụng để đúc kim loại trực tiếp, và các sản phẩm tạo bằng phương pháp phun kim loại (kẽm) tạo thành những khuôn ép phun nhựa trực tiếp.

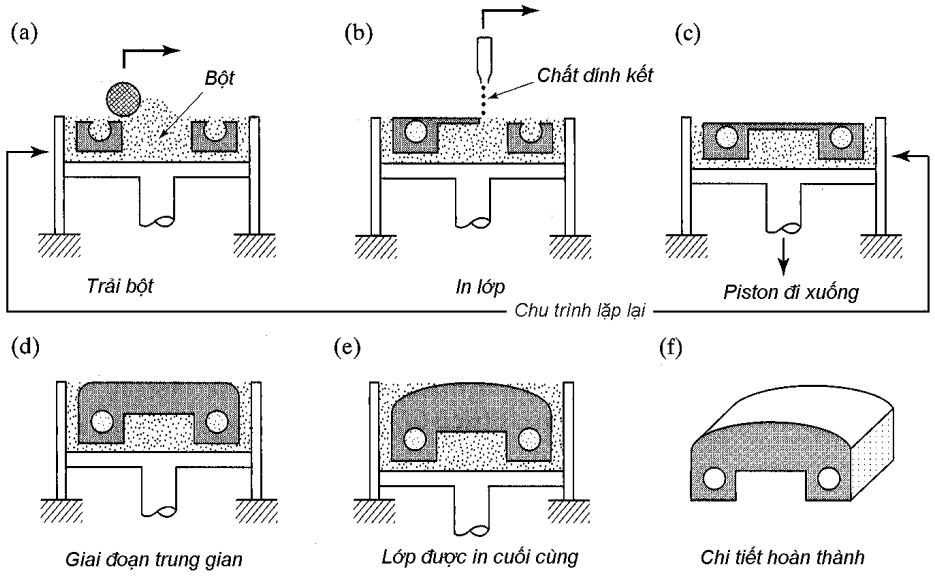
3.5. Công nghệ tạo mẫu nhanh in 3 chiều (3DP)

Đây là một hệ thống dựa trên kỹ thuật in phun được phát triển ở Khoa Kỹ thuật cơ khí (Mechanical Engineering Department) -Viện Công nghệ MIT (Massachusetts Institute of Technology). Phương pháp này rất giống với phương pháp kết tinh laser chọn lọc (SLS), chỉ khác là tia laser được thay thế bằng một đầu phun (Ink-Jet Head).



Hình 3.17. *Nguyên lý làm việc của 3DP.*

Đầu phun nhiều tia (A) phun một dung dịch hỗn hợp chất kết dính lên trên mặt của lớp nền bột vật liệu chế tạo chi tiết (B). Những phần tử bột sẽ liên kết với nhau ở những miền có chất kết dính. Khi một lớp đã hoàn thành, piston (C) sẽ dịch chuyển xuống dưới bằng độ dày một lớp. Giống như SLS, hệ thống cung cấp bột vật liệu (E) sẽ cung cấp cho xylanh chế tạo. Trong trường hợp này, piston cung cấp vật liệu bột di chuyển lên trên để tăng lượng bột cung cấp cho quá trình; trục lăn (D) sẽ trải và ép bột lên trên xylanh chế tạo. Quá trình được lặp lại đến khi toàn bộ vật thể được chế tạo xong trong nền bột. Sau khi hoàn thành, chi tiết được nâng lên và bột dư được quét ra khỏi chi tiết.



Hình 3.18. *Chu trình làm việc và chi tiết được chế tạo bằng quá trình 3DP.*

Hệ thống này được ứng dụng để chế tạo những khuôn chịu nhiệt cao (như đúc kim loại), và để tạo ra những kết cấu lỗ xốp trong vật liệu composite kim loại - gốm.

Trên hình 6.21 là chi tiết mẫu được làm từ bột alumina với chất dính kết là collidal silica bao gồm 284 lớp, mỗi lớp dày 178µm, chiều cao tổng là 50mm.

Hình 3.19. *Chi tiết ceramic được tạo bởi phương pháp 3DP.*

3.6 Công nghệ tạo mẫu nhanh in FDM

Nhiều công ty thấy được lợi ích mà các công nghệ tạo mẫu nhanh mang lại cho hãng để sản xuất ra các chi tiết thay cho việc thiết kế sơ bộ, công đoạn kiểm tra và tạo mẫu chuyên dụng. Các hệ thống Stereolithography và Lazer Sintering không thể được thực hiện trong văn phòng.

Các máy Stereolithography sử dụng chất lỏng cơ khí ô nhiễm, chúng phải được xử lý cẩn thận. Phương pháp Lazer Sintering sử dụng các hạt kim loại nhỏ hoặc bột plastic có thể gây ô nhiễm. Cả hai quá trình này đều sử dụng năng lượng tia lazers có thể gây nguy hiểm cho mắt. Những đặc điểm này đã nói nên hê thống Stereolithography và Lazer Sintering được lắp đặt cho một phần các thiết bị từ phòng kỹ thuật.

Từ việc các công ty muốn tạo ra các mẫu nhanh nhưng lại không muốn tốn nhiều kinh phí cho việc lắp đặt một bộ phận thực hiện việc tạo mẫu nhanh FDM có thể cung cấp một sự lựa chọn tốt nhất. So sánh với phương pháp Stereolithography và Lazer Sintering thì có vẻ như FDM rõ ràng là một công nghệ thấp.

Nguyên lý của FDM

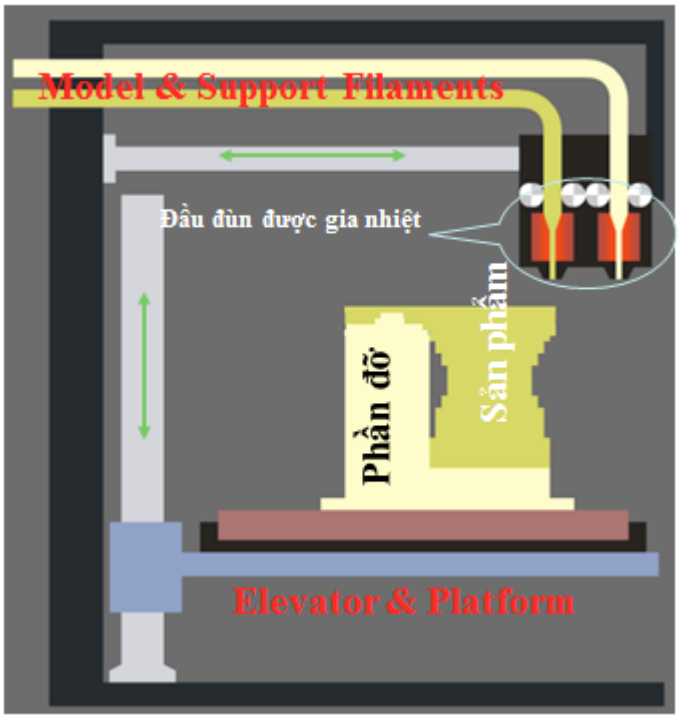
Cuộn sợi chất dẻo mỏng sẽ cấp vật liệu cho đầu máy FDM. Bên trong đầu FDM, sợi nhựa nhiệt dẻo được nóng chảy bởi đầu gia nhiệt điện trở. Nhựa nhiệt dẻo dạng sệt được đùn qua đầu của máy FDM. Vật liệu được cung cấp thành một lớp mỏng sau đó vật liệu được đông cứng. Lớp sau được hình thành và liên kết với lớp trước đó

+ Đầu đùn và cần nâng di chuyển đến vị trí bắt đầu;

+ Đầu đùn tạo lớp đỡ;

+ Đầu đùn tạo lớp chi tiết;

+ Lặp lại 3 bước trên để tạo lớp kế tiếp.

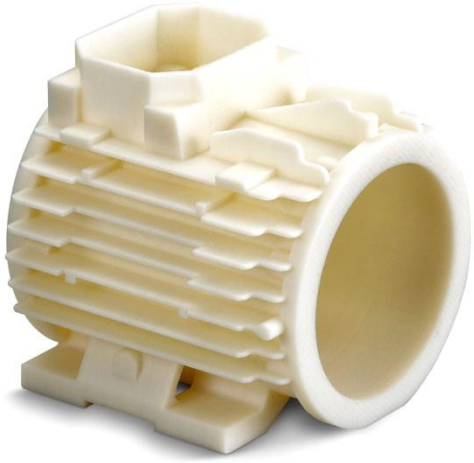


Hình 3.*20. Nguyên lý phương pháp tạo mẫu nhanh FDM*

Ưu Nhược điểm:

- Vật liệu là dạng dây đường kính 0.05”
- Các file .STL được cắt lát với độ dày 0.002 đến 0.034”
- Khi thay dây cần hâm nóng đầu phun trong vài phút
- Vật liệu dễ kiếm
- Dễ thay vật liệu, có thể là vật liệu chất dẻo. Các mẫu sáp tạo trực tiếp
- Giá bảo trì thấp
- Những vật mỏng làm ra rất nhanh
- Dung sai cỡ +/- 0.005”
- Không cần phải giám sát
- Vật liệu không độc
- Kích thước nhỏ gọn
- Nhiệt độ gia công thấp
- Không cần quan tâm đến đến các chất thải độc hại,lasers hoặc các chất lỏng hóa học trong bể chứa.
- Vật liệu dùng trong công nghệ FDM rất rộng rãi thường dùng nhất là ABS. có thể thay đổi mầu và việc thay đổi là dễ dàng do cuộn cấp liệu
- Các chi tiết mỏng có thể tạo rất nhanh và dung sai là ±0.12. vật liệu không độc hại và quá trình làm việc ở nhiệt độ thấp.
- Giữa các lớp có vết gẫy
- Đầu phun phải di chuyển liên tục, nếu không vật liệu sẽ đùn lên
- Cần phải có sự gia cố
- Kém cứng vững theo phương vuông góc với trục xây dụng
- Diện tích mặt cắt càng lớn thời gian xây dựng mô hình càng lâu
- Độ bền của chi tiết thì yếu theo phương vuông góc với trục tạo sản phẩm. Nếu đầu đùn không di chuyển đồng bộ thí có thể có chỗ bị lồi trong một số mặt cắt ngang
- Độ bền cơ học bị giới hạn
- Phần đỡ phải lấy đi
- Độ nhám bề mặt kém

- Mật độ không đồng nhất
- Thuận lợi nhất cho nhựa nhiệt dẻo



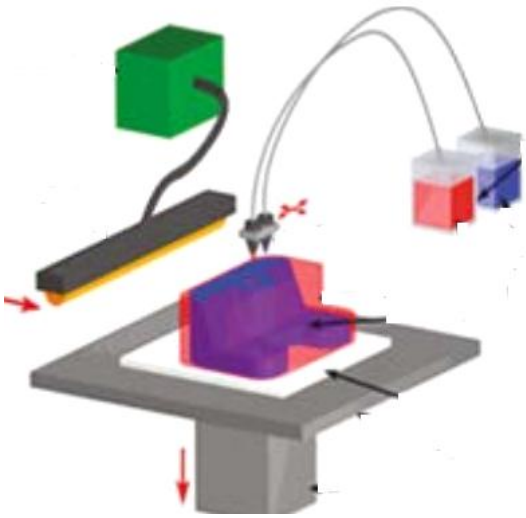
Hình 3.21. *Sản phẩm của công nghệ tạo mẫu nhanh FDM.*

3.7 Công nghệ tạo mẫu nhanh bằng phương pháp in MJM

Mutijet Modeling là công nghệ tạo mẫu nhanh bằng phương pháp sử dụng hiều vòi tia phun vật liệu. Nó cũng xây dựng các đối tượng từ các lớp bột, nhưng sử dụng một đầu in phun để phun thay vì một giải pháp kết dính các hạt với nhau như các phương pháp trên. Một số máy in có thể phun lên đến bốn màu sắc khác nhau, cho phép chúng tạo ra các đối tượng 3D có đủ màu sắc.

Nguyên lý của phương pháp MJM

Đây là phương pháp độc quyền của hãng 3D Systems. Phương pháp sử dụng ma trận các đầu in phun in vật liệu là nhựa nóng chảy thành hình mặt cắt tiết diện (lớp cắt). Từng lớp được hóa cứng nhờ tia UV trước khi in lên lớp mới (hình 3.22).



Hình 3.22. *Nguyên lý phương pháp tạo mẫu nhanh MJM*

Trong khi in 3 chiều là một lựa chọn tốt cho việc tạo ra các chi tiết lớn thì tạo mẫu nhanh bằng đầu phun nhiều lỗ là lựa chọn tốt hơn cho các yêu cầu của bạn về chi tiết nhỏ và bề mặt phức tạp.

Mô hình máy ThermoJet của 3D system tạo ra được các chi tiết lớn cỡ 10 inch x 7,5 inch x 8 inch, có giá cỡ 50000$. Máy ThermoJet tạo các chi tiết bằng cách phun rải một lớp vật liệu xáp nóng chảy lên một nền sử dụng đầu phun rộng 9inch với 352 dòng. Các giọt chảy ra từ dòng chảy chỉ có đường kính cỡ 0.003 inch hay 0.025mm vì vậy chúng nhanh chóng nguội và hoá cứng trên bề mặt của nền phía dưới tạo nên một lớp mỏng thường là 0.0017 inch(0,042mm) và tiếp tục lớp khác được phun trải lên trên.

Chất lượng của chi tiết được đánh giá ở kiểu dáng và chất lượng bề mặt. In 3D cần độ phân dải cỡ 300 đến 400 điểm ảnh trên một inch trên trục X và Y, và 600 điểm ảnh trên trục Z. Phần nhỏ nhất hoặc tấm mỏng nhất có thể tạo ra được cỡ 0.003 inch. Bề mắt giá đỡ có thể tách bỏ ra và nhám bề mặt có thể cải thiện nhờ đánh bóng.

+ Năng suất (tốc độ): Bởi vì phương pháp này tạo ra chi tiết từ nhiều vòi phun chất lỏng nóng chảy một cách đồng thời, nên sản xuất nhanh. Tuy không bằng phương pháp in 3D nhưng nó không các lỗ hổng trong chi tiết bởi vì sáp được trám vào và đồng thời tăng bền.

+ Hậu xử lý: Sau khi tách giá đỡ, chi tiết tạo ra từ phương pháp nhiều vòi phun không cần phải xử lí thêm mà có thể sử dụng ngay sau khi chúng được hoàn thành. Không xốp giống như chi tiết tạo bởi thiêu kết laze hay in 3D, chúng không thể bù đắp có keo thêm vào để tăng bền.

+ Khi nào chọn dùng phương pháp phun nhiều vòi: Phương pháp được sử dụng cho chi tiết có yêu cầu cao về độ phức tạp hơn là yêu cầu độ bền. Đó cũng là ý tưởng tốt cho việc tạo mẫu đúc. Máy ThermoJet chạy sạch và không gây ồn trong môi trường phòng nhỏ, vì vậy chúng cũng là ý tưởng tốt cho các công ty nhỏ sử dụng trong nhà. Vật liệu được đưa vào trong máy trong thùng chứa. Nó cũng không sinh ra chất thải rắn hay lỏng. Các phiến đỡ có thể khử bỏ và vứt vào thùng rác, không yêu cầu khi làm việc phải đeo găng tay bảo vệ.

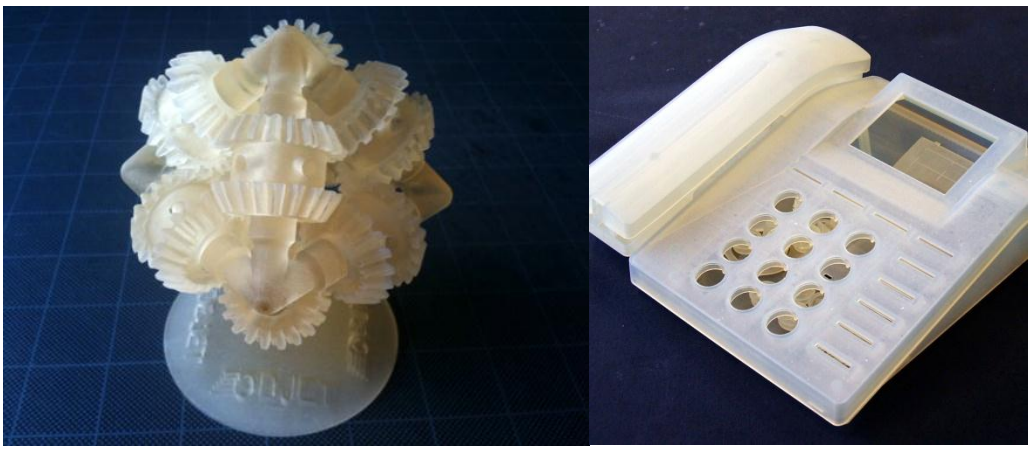
+ Những điều cần lưu ý: Khi đặt hàng một máy tạo mẫu nhanh bằng nhiều đầu phun cần xem xét kĩ các yếu tố sau:

– Kích thước chi tiết:Chi tiết có thể được sản xuất đơn chiếc trong dây chuyền của nhà máy hay chưa? Bởi vì chi tiết bằng chất sáp của ThermoJet khó gắn kết với các chi tiết khác.

– Đường lối sản xuất:Bề mặt hướng xuống của các chi tiết của phương pháp ta thấy không bằng phẳng ngay cả sau khi tấm đỡ đã được tách ra. Các bề mặt này có thể được làm mịn nhưng chúng ta nên chọn các bề mặt quan trọng cho hướng lên phía trên.

– Khả năng hoàn thiện: Để quyết định chắc chắn phương pháp mà có thể chấp nhận là các bề mặt quant trọng có thể đặt hướng xuống phía dưới. Và đối với mỗi mô hình ý tưởng thì không cần tốn quá nhiều thời gian để làm bóng tất cả các bề mặt của nó.

+ Xu hướng phát triển: Những năm gần đây, 3D thông báo về sự phát triển của loại máy mới nó kết hợp cả multijet modeling với công nghệ polime. Xu hướng này tạo ra chi tiết với sự bồi đắp của polime cũng giống như tạo bởi vật liệu sáp đồng dạng với giá đỡ. 3D nói rằng hướng phát triển hệ thống sẽ bao gồm công đoạn kết thúc tách riêng ra với cách tự động cắt bỏ lớp giá đỡ. Họ chưa thông báo giá của sản phẩm tạo ra theo hướng này khi chúng sẽ đạt được.



Hình 3.23. *Sản phẩm của phương pháp in MJM*

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh SLA?

Câu 2: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh SLS?

Câu 3: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh LOM?

Câu 4: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh SGC?

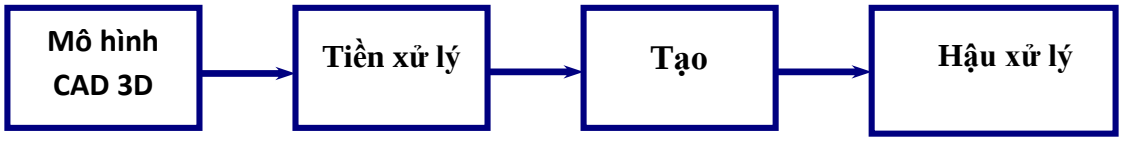
Câu 5: Trình bày tạo mẫu nhanh bằng công nghệ in 3 chiều (3DP)?

Câu 6: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh in FDM?

Câu 7: Công nghệ tạo mẫu nhanh bằng phương pháp in MJM?

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TẠO MẪU NHANH

Quá trình tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh được thực hiện qua 4 bước theo sơ đồ sau:



Hình 4.1. *Quá trình tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh*

*Bước 1:*Mô hình CAD 3D: tạo mô hình 3D dạng mặt hay dạng khối.

Bước 2: Tiền xử lý: ở bước này thực hiện các công việc sau:

- Xuất file CAD 3D sang đuôi .STL. File định dạng .STL xấp xỉ bề mặt dưới dạng các tam giác. Các mặt cong bậc cao hơn thì xấp xỉ bề mặt bằng nhiều tam giác hơn làm cho kích thước file sẽ lớn hơn.

- Sử dụng phần mềm (kèm theo máy tạo mẫu nhanh) thiết kế những bộ phận hỗ trợ sản phẩm (nếu cần thiết). Kiểm tra file .STL và chỉnh sửa.

- Tạo lớp cho sản phẩm, xác định các thông số của máy và sản phẩm.

Bước 3: Tạo mẫu tự động trên các loại máy tạo mẫu nhanh.

Bước 4: Hậu xử lý: ở bước này thực hiện các công việc sau:

- Tháo bỏ những bộ phận hỗ trợ (Supports).
- Làm sạch bề mặt sản phẩm (Cleaning).
- Xử lý bằng tia tử ngoại (PCA – UV Post Curing Apparatus).
- Sơn hay đánh bóng sản phẩm (Coating or Polishing).

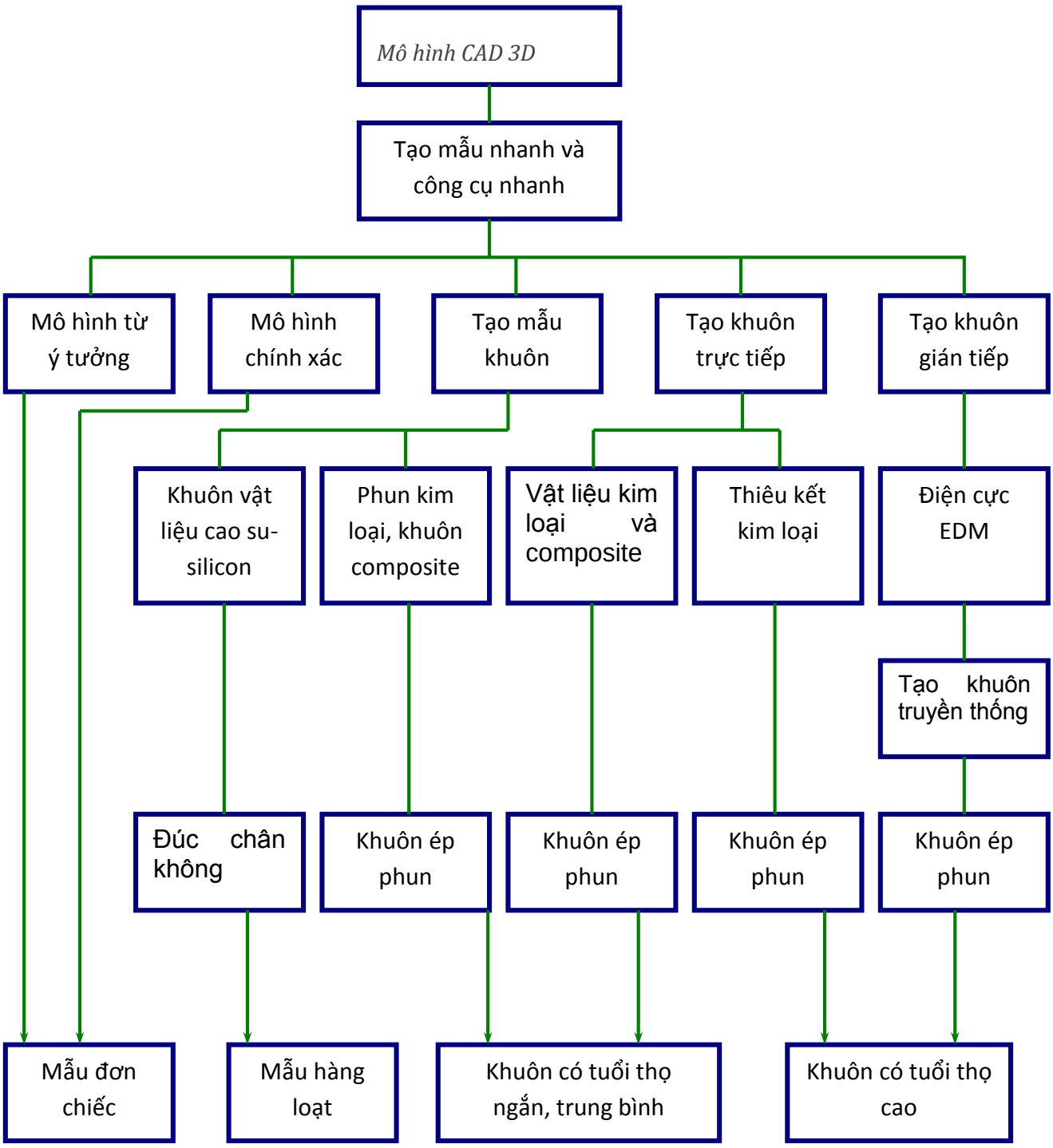
Bảng 4.1 Hậu xử lý của các phương pháp tạo mẫu nhanh.

CÁC CÔNG NGHỆ TẠO MẪU NHANH				
Hậu xử lý	Thiêu kết bằng laser SLS	Tạo hình lập thể SLA	Phun nhiều lớp FDM	Tạo lớp mỏng LOM
Làm sạch	x	x		x
Xử lý tinh		x		
Đánh bóng	x	x	x	x

Các khả năng của tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh

Đối với việc tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh, chúng ta có thể tạo từng sản phẩm riêng lẻ, cũng có thể tạo ra hàng loạt nhiều sản phẩm. Sơ đồ hình 6.2 dưới đây cho chúng ta thấy được những khả năng có thể của tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh. Tuy nhiên, vẫn chưa thể hiện được tất cả; bởi vì những phương pháp mới luôn được nghiên cứu, đặc biệt

là trong lĩnh vực tạo mẫu nhanh.



Hình 4.2. *Quá trình tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh.*

- Cách đơn giản nhất là sử dụng việc tạo từng mẫu riêng biệt từ mô hình về ý tưởng hoặc từ mô hình chính xác về hình dáng, kích thước, các thông số về độ bền cơ học. Tiếp đến, độ bền và độ chính xác được xem xét bằng cách sử dụng phương pháp in 3D. Tuy nhiên không thể tạo nên một sản phẩm tinh hoàn chỉnh từ tạo mẫu nhanh được bởi vì vật liệu được sử dụng là có giới hạn, cũng như ứng suất, lực căng và những đường hàn liên kết giữa các lớp không thể so sánh với khuôn ép phun được.

- Khả năng thứ hai là tạo mẫu nhanh để tạo ra một công cụ mẫu để từ đó hoặc là tạo ra những mẫu hàng loạt, hoặc là tạo ra những khuôn ép phun có tuổi thọ trung bình hoặc ngắn.

- Tạo mẫu nhanh có thể tạo khuôn từ phương pháp gián tiếp bằng cách chế tạo ra

điện cực cho máy EDM. Ưu điểm ở đây là đối với những điện cực có hình dáng rất phức tạp thì phương pháp gia công bằng tạo mẫu nhanh sẽ nhanh hơn nhiều so với gia công bằng CNC.

- Cuối cùng, có thể tạo khuôn trực tiếp từ công nghệ tạo mẫu nhanh. Nếu khả năng này thực hiện được hoàn hảo, có thể đó là một cuộc cách mạng trong lĩnh vực chế tạo khuôn. Hiện tại có hai khả năng: khuôn có tuổi thọ ngắn và trung bình bằng vật liệu kim loại và composite, khuôn có tuổi thọ cao hoàn toàn bằng vật liệu kim loại.

Các sản phẩm được sản xuất tốt bằng RP :

- Tạo mẫu từ những mô hình ý tưởng (Concept Models).

- Tạo mẫu từ mô hình chính xác (Form Fit Function Models).

-Tạo khuôn đúc chân không hàng loạt từ vật liệu silicone-rubber.

Các sản phẩm đang phát triển bằng RP:

- Chế tạo điện cực EDM bằng RP.

- Sản xuất trực tiếp khuôn có tuổi thọ trung bình và ngắn.

- Sản xuất trực tiếp khuôn có tuổi thọ cao.

- Sản xuất gián tiếp khuôn có tuổi thọ cao.

Các hướng nghiên cứu tiếp theo của RP:

- Tạo mẫu nền (Desktop Prototyping).

- Những vật liệu tạo mẫu mới tương tự plastics.

- Những vật liệu làm khuôn mới, đặc biệt là giảm độ co rút và cong vênh sản phẩm.

- Thiêu kết những vật liệu kim loại bằng nguồn laser cao hơn.

- Xử lý mật độ phân tử kim loại sau thiêu kết cao hơn.

- Phay bằng laser.

- Kết hợp giữa công cụ nhanh và phay tốc độ cao.

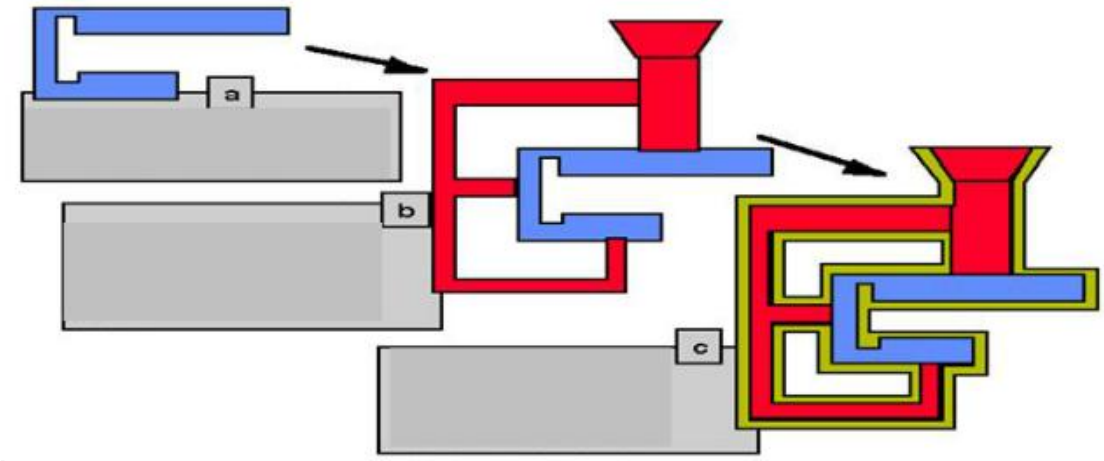
Hầu hết các vật liệu đều có thể được chế tạo bằng tạo mẫu nhanh, nhưng polyme là vật liệu được sử dụng phổ biến nhất. Nhiều phương pháp mới đang được giới thiệu và những phương pháp cũ không ngừng được cải tiến. Trong chương này xin trình bày xin trình bày một số phương pháp tạo mẫu nhanh thông dụng nhất.

4.1 Nghiên cứu công nghệ đúc chính xác và nhanh nhờ công nghệ tạo mẫu nhanh SLA

Đúc khuôn vỏ mỏng hay còn gọi là đúc sáp. Là một quá trình đúc chính xác để chế tạo là những chi tiết có hình dáng sắc cạnh từ các hợp kim. Mặc dù đã có một lịch sử phát triển khá lâu đời từ công nghệ chế tạo, nhưng trong thời gian gần đây phương pháp đúc khuôn vỏ mỏng mới được sử dụng để chế tạo chi tiết có hình dáng phức tạp và có thành mỏng. Ở phần này không mô tả chi tiết quá trình đúc khuôn vỏ mỏng tuy nhiên từng bước của quá trình sẽ được mô tả vắn tắt để nhấn mạnh đến công nghệ đúc từ các loại mẫu được chế tạo bằng phương pháp tạo mẫu nhanh.

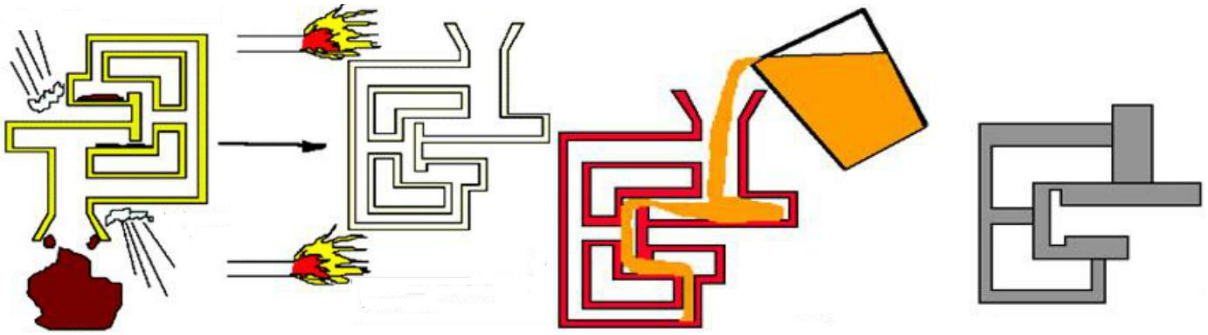
Quá trình đúc trong khuôn vỏ mỏng được bắt đầu bằng việc chế tạo mẫu tự hủy với hình dáng hình học tương tự như chi tiết đúc thành phẩm (Hình…). Các mẫu này thường được chế tạo bằng sáp được tạo hình trong khuôn kim loại. Chi phí chế tạo khuôn thường lên đến hàng chục ngàn đô la và thời gian chế tạo thường kéo dài nhiều tháng. Khi mẫu

sáp được chế tạo xong nó sẽ được gắn kết với hệ thống sáp khác tạo thành hệ thống rót của khuôn gọi là đạo rót và đạo dẫn. Toàn bộ hệ thống sap1sau đó được nhúng chìm vào hỗn hợp gốm được hòa trộn với chất vữa kết dính (Hình…) và được đem sấy khô.Quá trình nhúng chìm và kết dính vữa được lặp lại cho đến khi chiều dầy của vỏ đạt được chiều dầy 6-8 mm.



Hình 4.3. *Mô tả quá trình đúc khuôn vỏ mỏng*

Khi chất gốm khô, toàn bộ hệ thống được đặt vào buồng hấp để loại bỏ các chất sáp (Hình …). Sau khi phần còn lại của sáp thấm vào vỏ được đốt cháy trong lò (Hình b) lúc này toàn bộ phần dư của mẫu được loại bỏ và chỉ còn lại khuôn gốm. Khuôn sau đó được nung sơ bộ tới một nhiệt độ xác định và được rót đầy kim loại lỏng tạo thành vật đúc (Hình). Vật đúc được làm nguội tới một nhiệt độ nào đó, vỏ khuôn được đập bỏ ra khỏi vật đúc. Sau đó hệ thống rót được cắt bỏ và thực hiện quá trình đánh bóng vật đúc (thổi cát, gia công trên máy). (Hình …) mô tả quá trình thiết kế trên máy vi tính vật thể rắn, khuôn, và mẫu trong quá trình đúc nhanh.



Hình 4.4. *Mô tả quá trình đúc trong khuôn vỏ mỏng.*

Hiệu quả chủ yếu khi áp dụng phương pháp tạo mẫu nhanh trong công nghệ đúc khuôn vỏ mỏng là khả năng tạo ra mẫu có độ chính xác cao, chi phí thấp và thời gian để tạo mẫu ngắn.

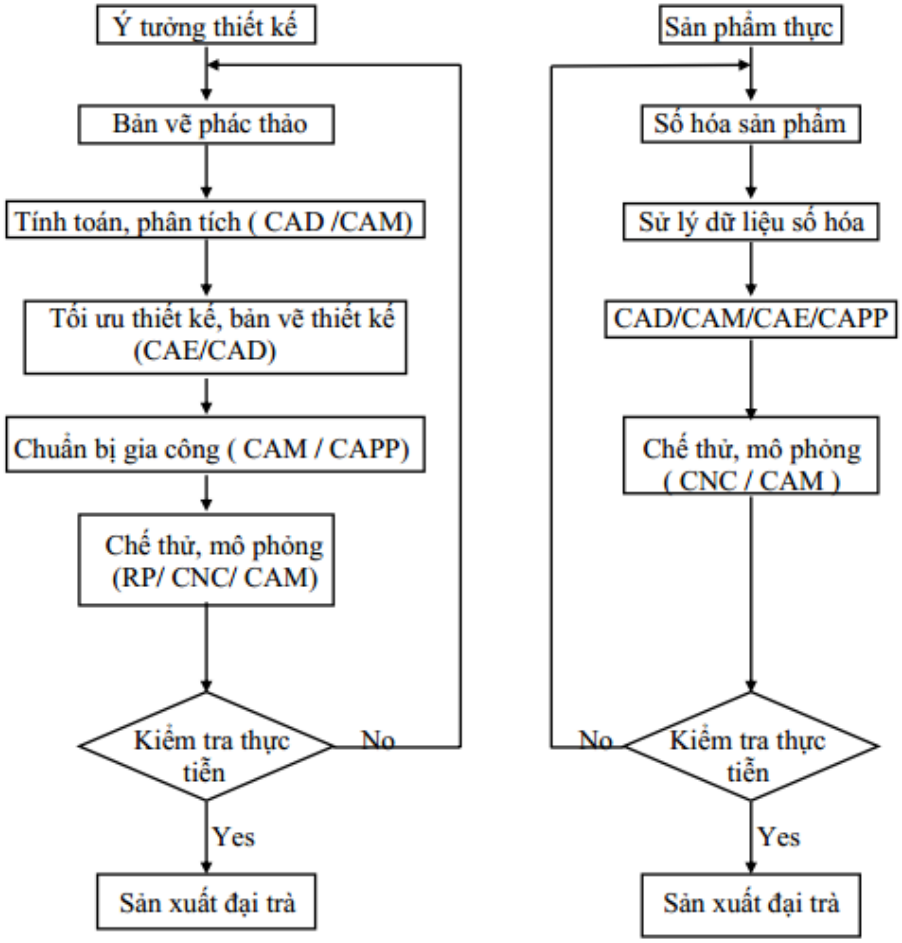
4.2 Nghiên cứu kỹ thuật ngược và ứng dụng trong tạo mẫu nhanh

4.2.1 Qui trình công nghệ thiết kế ngược

Ngày nay với sự phát triển của khoa học công nghệ hiện đại, quá trình sản xuất sản phẩm ngày càng được chuyên môn hóa, việc chế tạo ra 1 loại sản phẩm được chia tách thành nhiều công đoạn riêng biệt nhưng có quan hệ mật thiết với nhau theo 1 tiêu chuẩn

chung thống nhất hợp thành quy trình sản xuất. Tuy có nhiều cải tiến mới song qui trình sản xuất hiện nay nhìn chung đều được biểu hiện bằng 2 sơ đồ (Hình 1.2).

Trong quy trình thiết kế thuận, xuất phát từ ý tưởng thiết kế (của người thiết kế hoặc của khách hàng mô tả sản phẩm), người thiết kế phác thảo sơ bộ sản phẩm (bản vẽ CAD). Bản vẽ phác thảo này sẽ được tính toán, phân tích, kiểm tra các thông số kỹ thuật, tính công nghệ (Dữ liệu được chuyển từ CAD sang CAE). Sau đó mô hình sẽ được tối ưu hóa đưa ra bản vẽ thiết kế (bản vẽ CAD) hoàn chỉnh. Tiếp theo qua các bước chuẩn bị công nghệ (CAPP), lập trình gia công (CAM), mô phỏng và chế tạo thử mẫu sản phẩm bằng phương pháp tạo mẫu nhanh (RP) hoặc trên các máy công cụ, máy CNC. Mẫu sản phẩm chế thử này sẽ được đem đi kiểm tra thực tế xem có thỏa mãn các yêu cầu đặt ra hay không. Nếu không đạt thì sẽ quay về chỉnh sửa lại từ bản vẽ phác thảo. Tiếp tục quá trình trên cho tới khi mẫu sản phẩm đạt yêu cầu thì mới đưa vào sản xuất thực sự.



Quy trình thiết kế thuận *Quy trình thiết kế ngược*

Hình 4.5. *Quy trình thiết kế thuận và Quy trình thiết kế ngược*

Còn trong quy trình thiết kế ngược chúng ta làm ngược lại. Xuất phát điểm là 1 mẫu sản phẩm thực tế ***(Physical part)***. Mẫu sản phẩm thực này được số hóa và sử lý bằng các thiết bị và phần mềm chuyên dụng để đưa ra mô hình CAD cụ thể. Sau đó được mô hình CAD cho sản phẩm rồi thì các công đoạn tiếp theo cũng giống như chu trình sản xuất thuận trải qua các bước tính toán, phân tích , tối ưu hóa trên các phần mềm CAE/CAM, chuẩn bị công nghệ (CAPP) gia công tạo mẫu nhanh hoặc lập trình gia công trên máy CNC hay các máy công cụ khác, kiểm tra thực tế cuối cùng mới đưa vào sản cùng mới đưa vào sản xuất đại trà.

4.2.2. Qui trình mô hình hóa mẫu sản phẩm đã có sẵn theo công nghệ thiết kế ngược

Quá trình mô hình hóa mẫu sản phẩm có sẵn, tạo ra các mô hình CAD cụ thể của vật mẫu là công đoạn quan trọng và là trọng tâm của công nghệ thiết kế ngược. Qui trình mô hình cụ thể được chia làm các giai đoạn sau :

4.2.2.1. Giai đoạn số hóa sản phẩm

Để số hóa sản phẩm ta dùng các máy quét hình để quét hình dạng vật thể .

Dựa theo cách thức quét hình người ta phân ra 2 dạng thiết bị quét hình chủ yếu là các máy quét dạng tiếp xúc (như máy đo tọa độ ***Coordinate Measuring Machine – CMM***) và các máy quét không tiếp xúc (máy quét lazer). Các máy CMM sử dụng các đầu đo để tiếp xúc với bề mặt cần đo. Một số vị trí tiếp xúc sẽ cho một điểm có tọa độ (x, y, z). Tập hợp các điểm này sẽ tạo thành các lưới điểm vẽ trên hình dáng vật thể. Còn các máy quét lazer thì sử dụng chùm tia lazer phát ra từ máy chiếu vào vật thể. Các tia này sẽ phản xạ trở lại cảm biến thu. Máy tập hợp các tia phản xạ này để dựng lên ảnh của vật thể. Hình dạng của toàn bộ vật thể được ghi lại bằng cách dịch chuyển hay quay vật thể trong chùm ánh sáng hoặc quét chùm ánh sáng ngang qua vật thể. Phương pháp này có độ chính xác kém hơn phương pháp tiếp xúc song nhanh hơn và đầy đủ hơn. Dữ liệu thu được không phải là lưới điểm mà là tập hợp vô vàn các khối ảnh điểm (đám mây điểm). Đám mây điểm này sẽ chuyển sang lưới tam giác dùng để xây dựng các bề mặt .

4.2.2.2. Giai đoạn sử lý số liệu dữ hóa

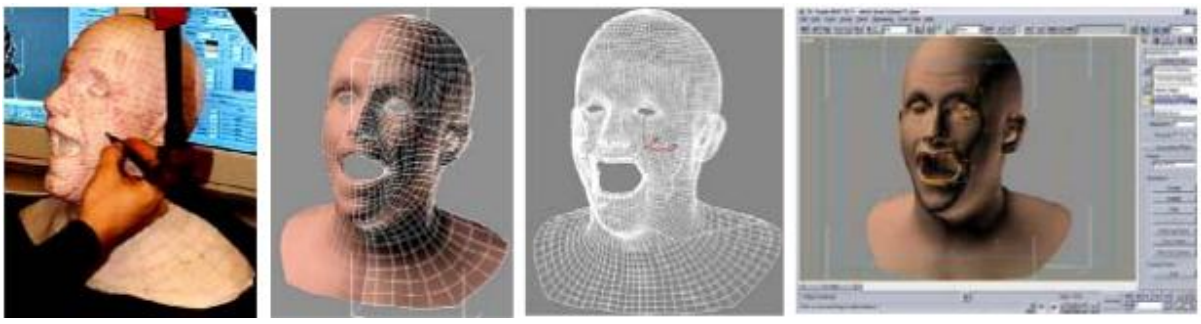
Giai đoạn này bao gồm 4 bước :

- Bước 1 : Chỉnh sửa lưới dữ liệu, đám mây điểm.

- Bước 2 : Đơn giản hóa lưới tam giác bằng cách giảm số lượng tam giác và tối ưu hóa vị trí đỉnh và cách kết nối các cạnh của mỗi tam giác trong lưới sao cho các đặc điểm hình học không thay đổi.

- Bước 3 : Chia nhỏ lưới và cắt bỏ phần thừa (đã đơn giản hóa) để tạo bề mặt trơn theo ý muốn.

Các hình sau dây mô tả công nghệ quét đầu người:



a. Quét hình *b. Dữ liệu sau quét* *c. Tối ưu hóa* *d. Dựng các bề mặt*

Hình 4.6. *Mô hình hóa chi tiết mặt người*

4.2.2.3. Thiết kế lại trên cơ sở dữ liệu số hóa

Trên cơ sở dữ liệu số hóa đã sử lý ta dựng lại mô hình CAD cho sản phẩm dạng ***Soid*** hoặc dạng ***Surface*** bằng các phần mềm chuyên dụng (Phần mềm thiết kế ngược). Kết quả cuối cùng ta nhận được một bề mặt trơn và được chuyển vào file CAD với các định dạng: ***IGES, DXF, STL*** (hình1.3d).

4.2.2.4. Tạo mẫu, gia công chi tiết

Từ dữ liệu mô hình CAD, có thể áp dụng công nghệ tạo mẫu nhanh **(*Rapid Prototyping*)** để tạo ra mẫu cho sản phẩm. Cũng có thể tạo mẫu trên máy CNC, khi đó phải lập trình NC nhờ các phần mềm CAD/CAM chuyên nghiệp như ***Cimatron, Creo, GibCAM,*** để tạo ra các đường chạy dao. Hình dưới đây minh họa quá trình gia công mặt người trên máy phay CNC :

Hình 4.7. *Phay mặt người trên máy CNC*

4.2.3 Phương pháp và thiết bị số hóa trong công nghệ thiết kế ngược.

Sự khác biệt lớn nhất và chủ yếu giữa công nghệ thiết kế thuận và thiết kế ngược chính là công đoạn số hóa sản phẩm. Số hóa sản phẩm tức là lấy dữ liệu hình học của sản phẩm ở dạng dữ liệu thô ban đầu **(*Raw Geometric Data*)**. Đối với thiết kế thuận đó chính là ý tưởng, phác thảo ý tưởng. Còn đối với thiết kế ngược thì dữ liệu thô ban đầu được lấy từ 1 sản phẩm có sẵn. Trước đây, để đưa ra mô hình CAD cho chi tiết có sẵn theo công nghệ thiết kế ngược, người ta phải đo dò trực tiếp bằng tay, rồi vẽ lại kết quả đo được. Công việc này đòi hỏi sự tỉ mỉ và tốn rất nhiều thời gian. Ngày nay, nhờ sự trợ giúp của máy tính việc mô hình CAD hóa 1 sản phẩm trở nên cực kỳ đơn giản, chính xác và nhanh chóng.

Việc số hóa bề mặt 3D cho sản phẩm được thực hiện theo 2 phương pháp chủ yếu: Phương pháp đo tiếp xúc(phương pháp cơ học) và Phương pháp đo không tiếp xúc (phương pháp quang học).

4.3 Công nghệ tạo mẫu nhanh trong y học

Trên khắp thế giới, người ta đã bắt đầu mày mò để ứng dụng công nghệ in 3D vào hàng loạt lĩnh vực, trong đó có y tế, với khả năng tạo ra các bộ phận giả cho con người. In 3D có thể giúp các bác sĩ nhanh chóng tạo ra giải pháp chữa bệnh mà không quá tốn kém hay mất thời gian.

Chẳng hạn, các liệu pháp thông thường đối với những bệnh nhân bị vỡ khung chậu do tai nạn xe hơi vẫn là chụp X quang hay chụp cắt lớp (chụp CT) phần xương bị gãy, lên kế hoạch phẫu thuật và tiến hành ghép xương. Tuy nhiên, việc này sẽ hiệu quả hơn nếu quét phần khung chậu của nạn nhân và tái tạo phần xương vỡ bằng kỹ thuật in 3D. Các bác sĩ phẫu thuật sẽ có ngay các phần xương vỡ được in, thiết kế các phần xương thay thế cần thiết và sẵn sàng ca mổ.

Một ứng dụng của công nghệ in 3D hiện đã mang lại doanh thu trong ngành kinh doanh y tế đó là chế tạo chân răng, cầu răng, bộ phận cấy ghép nha khoa. Với quy trình chế tạo răng, răng của bệnh nhân sẽ được quét ngay trong vòm miệng và số hóa. Sau đó dữ liệu được đưa lên máy tính và được gửi đến một phòng thí nghiệm nha khoa để tiến hành tạo hình một cầu răng bằng sứ mới. Qua phương thức này, răng giả sẽ được tạo ra với độ chính xác cao hơn và nhanh hơn.

Không dừng lại ở đó, một cụ bà 83 tuổi người Bỉ được công bố là bệnh nhân đầu tiên trên thế giới được "đúc" toàn bộ bộ hàm mới nhờ máy in xương công nghệ 3D, có thể nhai, nói và thở bình thường ngay sau phẫu thuật. Để có được bộ hàm mới, các bác sỹ tiến hành chụp cộng hưởng từ (MRI scan) xương hàm ốm của bệnh nhân để lấy hình dạng chuẩn, sau đó họ đưa lát chụp này lên máy đúc lazer. Máy in công nghệ 3D nấu chảy các phân tử titan rồi đổ chúng theo từng lớp tới khi hoàn thành việc tái tạo một bộ khung xương mới. Cuối cùng chiếc xương hàm được tráng một lớp sứ tương thích sinh học.

Hình 4.8. *Một bộ hàm titan đúc từ máy in công nghệ 3D*

Nhưng có lẽ, ứng dụng tiềm năng nhất đối với công nghệ in 3D trong thế giới y học là "in sinh học"(bioprinting) - sản xuất các bộ phận trên cơ thể người để cấy ghép. Công nghệ này liên quan đến việc tạo ra các mô và cơ quan nội tạng được in từng lớp vào một cấu trúc 3 chiều. Các bộ phận được chế tạo từ chính vật chất di truyền của bệnh nhân và tương thích chính xác với mô và bộ phận muốn thay thế. Chiếc máy in sinh học 3D thương mại đầu tiên đã được phát triển bởi Công ty Organovo có trụ sở chính tại San Diego (Mỹ).

Hiện nay, máy in sinh học 3D NovoGen MMX mới chỉ có thể in các mô đơn giản như da, tấm vá cơ tim và mạch máu nhưng công ty này cũng hứa hẹn rằng chiếc máy in sẽ được nâng cấp để thực hiện các bộ phận cứng như tim và gan. Ngoài NovoGen, một loại máy in sinh học 3D khác cũng đang được phát triển tại Viện Y học tái sinh Wake Forest (Mỹ). Các nhà khoa học ở đây đã chứng minh khả năng hoạt động - lọc máu, sản sinh và loãng hóa nước tiểu của những quả thận nhân tạo với tỉ lệ nhỏ hơn được in từ máy in sinh học 3D. Mục tiêu của Wake Forest là tạo ra các quả thận lớn hơn với khả năng hoạt động không khác gì thận thật cũng như các cơ quan rắn khác như tim, gan và tử cung.

Trong khi đó, nhờ các nhà nghiên cứu ở ĐH Glasgrow (Anh), công nghệ hiện đại này giờ đây còn có thể in ra thuốc. GS. Lee Cronin và các đồng nghiệp đã nghiên cứu thay đổi chiếc máy in 3D mà họ mua với giá 2.000 USD, cho các hóa chất vào bình chứa. Từ đó, họ tạo ra thiết bị xử lý hóa chất phiên bản nhỏ hơn và giá rẻ hơn. Cải tiến này có thể mở rộng sản xuất các loại thuốc ung thư đắt tiền, cho phép các nhà thuốc in thuốc cho bệnh nhân có nhu cầu, hay thậm chí cho phép bệnh nhân tự in thuốc ở nhà.

Ứng dụng phương pháp tạo mẫu nhanh trong y học là một lĩnh vực mới.

Nhiều ứng dụng đã trở nên rất quan trọng do sự hội tụ của ba công nghệ riêng biệt đó là: hình ảnh nội soi, đồ họa điện toán, CAD và tạo mẫu nhanh.

CT ***(Computer-Assisted Tomography)*** và URI ***(MagnecticResonanceImaging)*** cung cấp những hình ảnh để giải quyết tốt những cấu trúc bên trong của cơ thể con người. Ví dụ các cấu trúc của xương và các cơ quan. Những hình ảnh này được xử lý bằng những công cụ phần mềm thích hợp. Nó có thể chuyển kết quả cho qui trình tạo mẫu nhanh và tạo ra vật thể vật lý, mô hình này được gọi là mô hình y học.

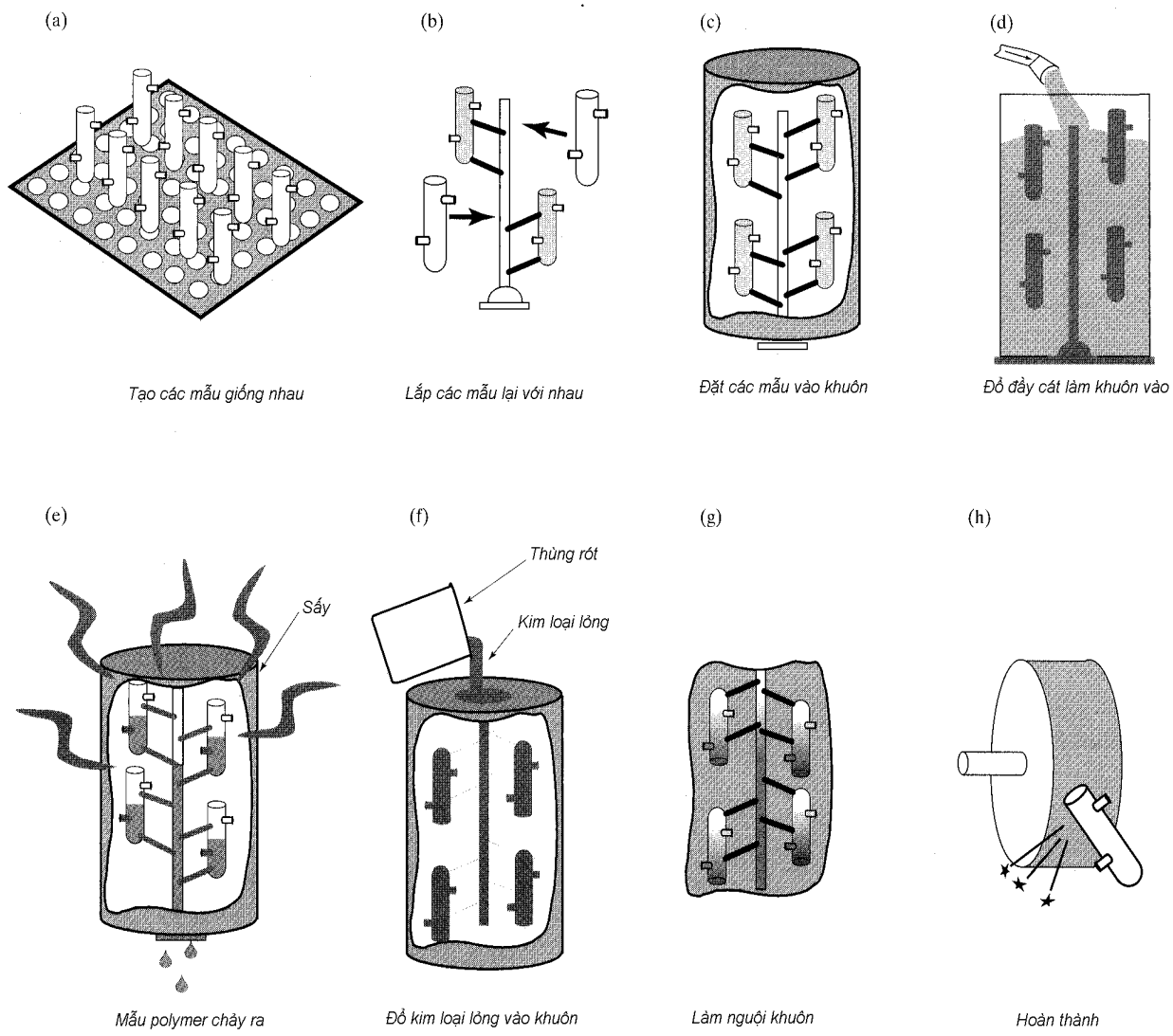
Công nghệ này cung cấp cho bác sĩ và nhà phẫu thuật những công cụ mới. những mô hình vật lý của cấu trúc bên trong là cơ sở để hội chẩn và chuẩn bịcho những trường hợp phẫu thuật phức tạp một cách tốt hơn.

4.4 Ứng dụng công nghệ RP để chế tạo chi tiết thật

4.4.1 Chế tạo các chi tiết riêng biệt

Các chi tiết polymer có thể được chế tạo bằng nhiều phương pháp RP khác nhau. Chúng rất hữu dụng không những cho đánh giá thiết kế và xử lý sự cố, mà đôi khi những phương pháp này có thể được sử dụng để chế tạo trực tiếp các sản phẩm sử dụng được ngay. Tuy nhiên, vì lý do thiết thực người ta mong muốn sử dụng các chi tiết kim loại, trong khi đó các chi tiết chế tạo bằng RP sẵn sàng để sử dụng lại là các chi tiết polymer.

Một ví dụ về việc sử dụng ngay các chi tiết được chế tạo bằng RP là tạo các chi tiết mẫu để đúc trong khuôn mẫu chảy (hình 6.22).



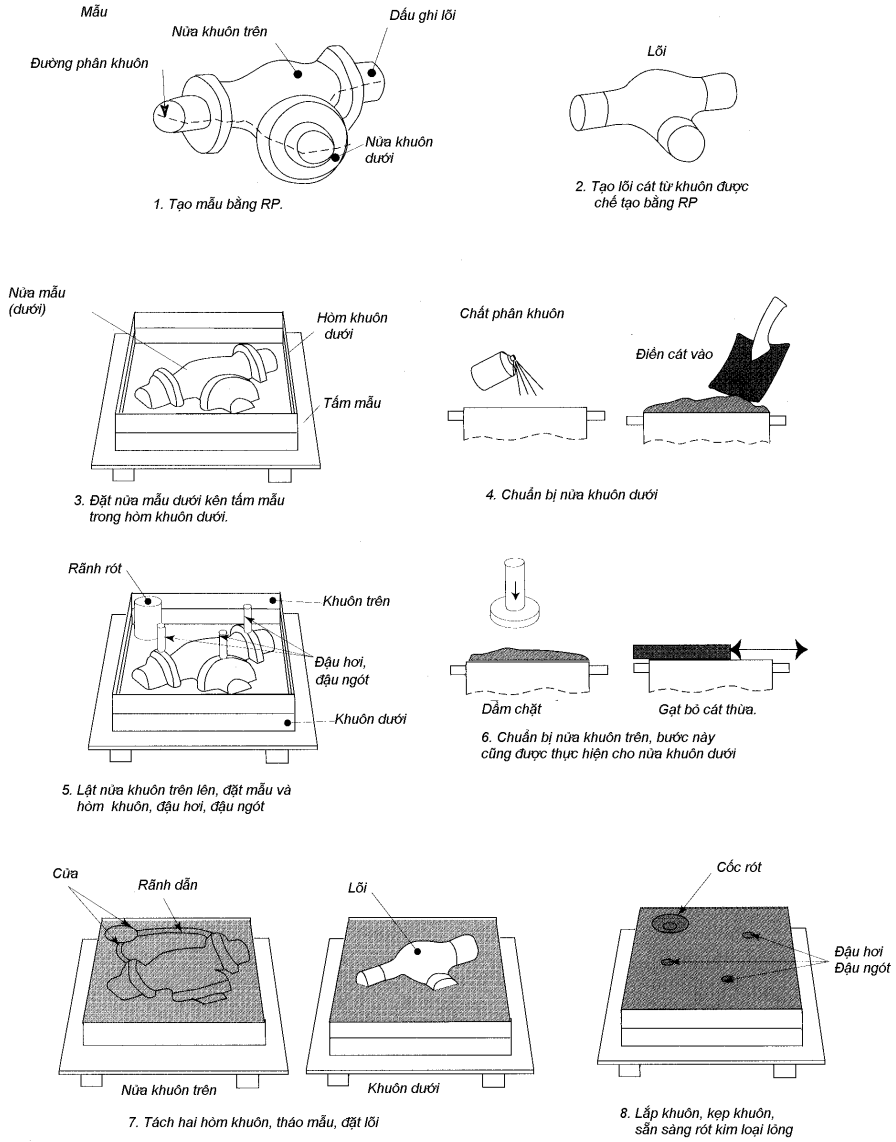
Hình 4.9. *Các bước đúc trong khuôn mẫu chảy sử dụng RP làm mẫu chảy.*

Cần phải chú ý là phương pháp đúc này yêu cầu vật liệu polymer làm mẫu chảy phải chảy hoàn tòan ra khỏi khuôn khi sấy khuôn. Những polymer như thế có thể sẵn sàng tạo ra các hình dáng bất kỳ bằng RP. Hơn nữa chi tiết được vẽ bằng chương trình CAD phải tính đến hệ số co rút vật liệu để sau khi tạo xong từ máy RP thì chi tiết phải đảm bảo hình dáng và kích thước yêu cầu.

Hiện nay phương pháp RP được sử dụng để tạo ra chi tiết kỹ thuật (chế tạo trực tiếp) nhưng không kinh tế cho sản lượng lớn.

4.4.2 Công cụ nhanh

Khó khăn chính phải vượt qua khi áp dụng RP để tạo mẫu là thời gian dài được yêu cầu. Cần nhớ rằng thuận lợi của RP là thời gian chế tạo ngắn cho các chi tiết riêng biệt so sánh với các phương pháp khác. Một chi tiết có thể tích 150mm^3 có thể được tạo ra trong 8 giờ bằng phương pháp SLA. Thời gian như vậy là quá nhanh so với các phương pháp khác. Tuy nhiên nếu một loạt sản phẩm vài ngàn chi tiết như thế thì thời gian cần thiết để chế tạo bằng RP là qúa lớn.



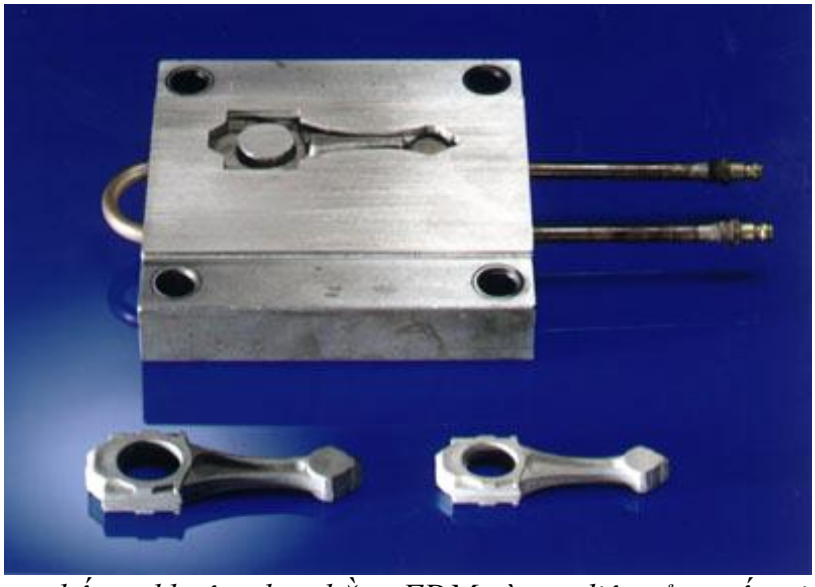
Hình 4.10. *Các bước làm khuôn cát dùng mẫu RP.*

Một số phương pháp đã được phát minh cho chế tạo nhanh công cụ bằng các phương tiện RP. Ví dụ, khi đúc trong khuôn cát (hình 6.23), mẫu được chế tạo theo

phương pháp RP trong khi khuôn được chế tạo bằng phương pháp đúc khuôn cát truyền thống. Lợi thế của phương pháp này thời gian cần thiết để chế tạo tấm mẫu ngắn so với phương pháp truyền thống. Thiếu sót chính là tuổi bền của mẫu giảm so với việc chế tạo từ kim loại sức bền cao.

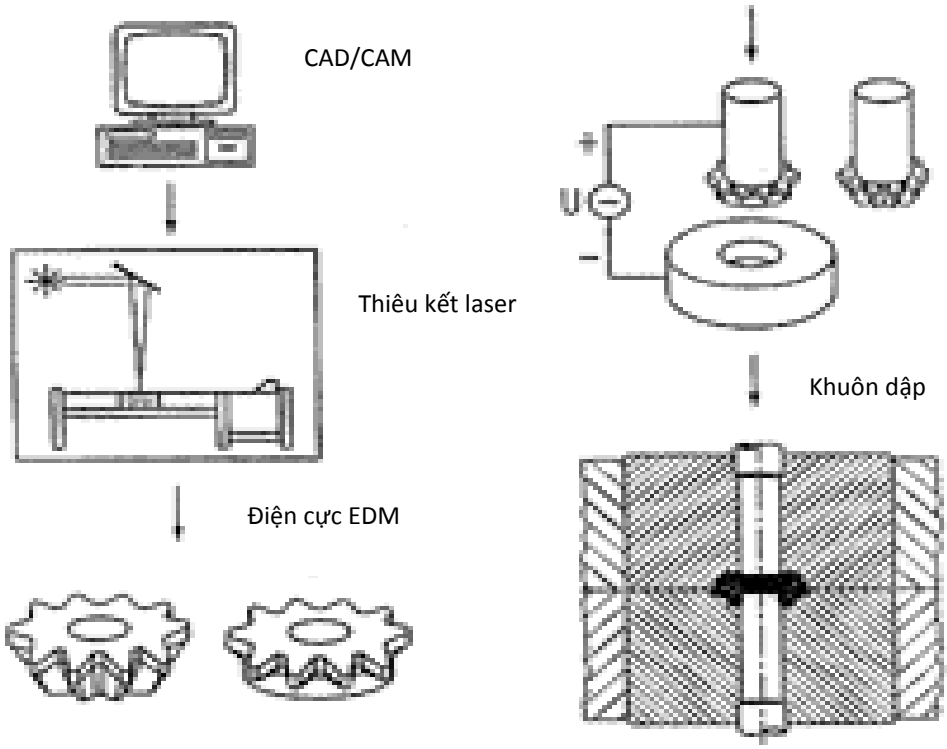
Một ứng dụng phổ biến khác là ép đùn nhựa. Ở đây khuôn được chế tạo theo phương pháp RP và được sử dụng trên máy ép đùn.

Các nhà nghiên cứu IFAM (Frauhofer Institute of Applied Materials Research) sử dụng quá trình mô hình nóng chảy lắng (FDM) của hãng Stratasys để tạo nên các chất nền. Quá trình này gần giống như làm ngược các chi tiết yêu cầu bằng cách sử dụng quá trình mạ điện mà không tạo ra nhiệt hoặc ứng suất trên kim loại, sử dụng cho mặt lưng của chi tiết. Sau khi tạo một lớp kim loại trên bề mặt lưng, chi tiết được điền đầy bằng vật liệu Epoxy nhôm bằng cách phun lên vật liệu để tạo thành khuôn phun có chiều dầy 3mm giữa khuôn và phần rót. Sử dụng quá trình hóa rắn chọn lọc bằng tia laser, các nhà nghiên cứu của IFAM đã chế tạo khuôn với bột Electrolux và sau đó điền đầy với $PbAg_2Sn_2$. Điều này cho phép tạo nên một lượng lớn các chi tiết được sản xuất từ dụng cụ.



Hình 4.11. *Dụng cụ chế tạo khuôn phun bằng FDM và mạ điện sản xuất tại IFAM.*

Hãng BLZ có nhiều phát minh với tia laser. Một trong những phát minh này là việc hóa rắn bằng tia laser cho điện cực EDM. Quá trình này sử dụng một máy EOS và hợp kim đồng Electrolux để chế tạo điện cực. Các điện cực sẽ được sử dụng để gia công khuôn phun và khuôn dập. Chế tạo trực tiếp các điện cực với phương pháp hóa rắn tia laser, sau đó dùng các điện cực này trong các máy EDM có thể nung chảy thành hình dáng của khuôn dập dùng tạo hình các chi tiết (hình 6.25).



Hình 4.12. *Tạo mẫu nhanh các điện cực để chế tạo khuôn dập*

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Cho biết các khả năng của tạo mẫu nhanh và công cụ nhanh?

Câu 2: Trình bày công nghệ đúc chính xác và nhanh nhờ công nghệ tạo mẫu nhanh SLA?

Câu 3: Trình bày công nghệ kỹ thuật ngược và ứng dụng trong tạo mẫu nhanh?

Câu 4: Trình bày công nghệ tạo mẫu nhanh trong y học?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Chua C.K, *Rapid Prototyping - Principles and Applications*,World Scientific

[2]. Frank W.Liou, *Rapid Prototyping and Engineering Applications*, CRC Press

[3]. VCAMTECH Tutorial, *Geomagic Studio 12*.

[4]. Saikat Das Gupta, Rabindra Mukhopadhyay, Krishna C. Baranwal, Anil K. Bhowmick, *Reverse Engineering of Rubber Products: Concepts, Tools, and Techniques*, CRC Press