

Công nghệ in 3D

Công nghệ in 3D (3D printing) còn có tên là công nghệ chế tác cộng (additive manufacturing), là công nghệ chế tạo ra sản phẩm bằng cách theo chương trình máy tính lần lượt tạo ra (in ra) các lớp mỏng vật liệu (hai chiều - 2D), đồng thời xếp chồng chúng lên nhau để tạo ra sản phẩm (ba chiều - 3D). Công nghệ này đã ra đời từ khoảng 30 năm nay, hiện phát triển rất mạnh mẽ và được dự báo sẽ tạo ra một cuộc cách mạng về công nghệ. Bài viết giới thiệu những công nghệ in 3D cơ bản cũng như các ứng dụng của công nghệ này trên thế giới.

Trong năm 2012, Mỹ đã chi 30 triệu USD để thành lập Viện Quốc gia đổi mới sáng tạo chế tác cộng (National Additive Manufacturing Innovation Institute - NAMII) với mục đích làm “sống dậy” ngành chế tạo sản phẩm công nghiệp. Tạp chí Forbes (Mỹ) cho biết, rất nhiều ngành công nghiệp như xe hơi, không gian vũ trụ đến đồ da giày, đồ nữ trang... đều đã sử dụng công nghệ in 3D để chế tạo sản phẩm. Ước tính việc chế tạo ra các máy in 3D sẽ phát triển với thị phần khoảng 1,3 tỷ USD vào năm 2020. Công nghệ in 3D cụ thể như thế nào và tại sao gần đây được chú ý nhiều như vậy? Để trả lời câu hỏi này, dưới đây chúng ta tìm hiểu về lịch sử phát triển của công nghệ in 3D từ những ý tưởng công nghệ đơn giản ban đầu cho đến các giải pháp mới hiện nay, qua đó sẽ hiểu thêm về các ứng dụng đa dạng cũng như triển vọng của công nghệ này.

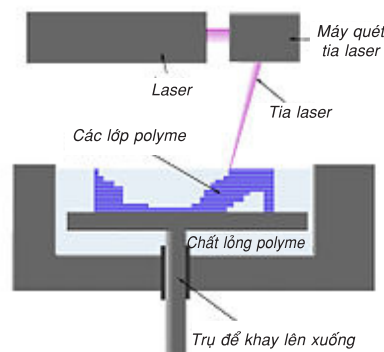
Những công nghệ in 3D cơ bản

Công nghệ in 3D là công nghệ chế tạo ra sản phẩm bằng cách theo chương trình máy tính lần lượt tạo ra các lớp mỏng vật liệu (2D), đồng thời xếp chồng lên nhau để tạo ra sản phẩm (3D). Công nghệ này bắt đầu từ năm 1984, được

dự báo là sẽ tạo ra một cuộc cách mạng công nghệ trong tương lai không xa. Sau đây là một số công nghệ in 3D lúc mới ra đời.

Khắc hình nổi SLA (stereo lithography apparatus)

Đây là công nghệ in 3D đầu tiên do nhà sáng chế người Mỹ Charles Hunt đề xuất, được cấp bằng sáng chế, sau đó làm thành máy và bán ra thị trường từ năm 1990. Nguyên lý hoạt động của công nghệ khắc hình nổi SLA được thể hiện ở hình 1.



Hình 1: máy khắc hình nổi SLA

Một cái chậu chứa polyme lỏng quang hoá, đó là loại polyme bình thường ở thể lỏng nhưng nếu chiếu tia tử ngoại vào chỗ nào thì chỗ đó bị kích thích tạo phản ứng làm cho polyme lỏng rắn lại (hoá rắn), giữa chậu có một cái

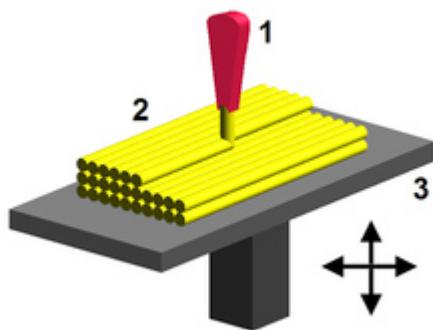
khay phẳng có nhiều lỗ thủng để polyme lỏng dễ dàng vào - ra khi khay hạ xuống hoặc nâng lên. Để chế tạo một vật (3D) nào đó, trước hết dùng kỹ thuật đồ họa máy tính, tưởng tượng cắt vật đó thành nhiều lát mỏng, mỗi lát có bề dày d và hình dạng, kích thước nhất định (bao gồm cả vật xếp chồng theo trật tự các lát mỏng từ dưới lên trên). Lập chương trình để máy tính có thể điều khiển tia tử ngoại chiếu xuống khay theo hình dạng các lát cắt với trình tự như sau: đầu tiên, để khay thấp hơn mặt polyme mỏng sao cho trên khay có lớp polyme lỏng bề dày là d . Chiếu lên khay tia tử ngoại theo hình dạng lát cắt thứ nhất. Do hiện tượng hoá rắn khi chiếu tia tử ngoại, trên khay hình thành lớp mỏng polyme rắn có hình dạng lát cắt thứ nhất của vật. Hạ khay xuống cho polyme lỏng tràn vào tạo ra lớp polyme lỏng bề dày d trên lát cắt vừa hình thành rồi tiếp tục chiếu lên đó tia tử ngoại theo hình dạng lát cắt thứ hai. Sau khi hoá cứng có được lát cắt thứ hai của vật bằng polyme rắn xếp chồng lên lát cắt thứ nhất. Tiếp tục làm như vậy, sẽ có được lát cắt thứ ba, thứ tư... Đến hết lát cắt cuối cùng, trên khay có được toàn bộ vật ba chiều bằng polyme rắn như đã thiết kế.

Tuy phải lần lượt “in” rất nhiều

lát cắt nhưng toàn bộ được thực hiện tự động theo chương trình điều khiển bằng máy tính, không cần người can thiệp. Thời gian máy tạo ra vật có thể vài chục phút đến vài chục giờ tùy theo vật dự định sẽ chế tạo lớn hay nhỏ, đơn giản hay phức tạp.

Tạo mẫu kiểu nóng chảy động lại FDM (fused deposition modeling)

Nguyên liệu ở đây có thể là chất dẻo, kim loại hay hợp kim kéo thành dây và cuộn lại. Một đầu của cuộn dây cho xuyên qua lỗ của một bộ phận đặc biệt gọi là đầu đùn (extrusion nozzle) có thể điều khiển để đùn dây chất dẻo hay kim loại/hợp kim ra ngoài (hình 2). Ở đầu đùn cũng có bộ phận nung nóng và đùn dây ra, có thể điều khiển để đầu đùn cho ra các giọt vật liệu nóng chảy vo tròn lại như viên bi nhỏ rơi xuống và nhanh chóng nguội cứng lại.



Hình 2: máy tạo mẫu nóng chảy động lại FDM (1: đầu đùn; 2: lát cắt được lần lượt tạo ra; 3: tấm đế có thể dịch chuyển theo 3 chiều)

Ngay phía dưới đầu đùn là một tấm đế phẳng có thể dịch chuyển qua lại theo x, y hoặc lên xuống theo z. Có thể lập chương trình điều khiển để đầu đùn đứng yên, tấm đế dịch chuyển theo x, y sao cho đầu đùn có thể vẽ lên tấm đế hình dạng định trước nào đó, cụ thể là các lát cắt của vật cần chế

tạo. Trước hết cho tấm đế lên cao gần sát với đầu đùn. Điều khiển để đầu đùn vừa đùn ra các giọt vật liệu vừa vẽ ra hình lát cắt thứ nhất của vật cần chế tạo. Các giọt vật liệu nóng chảy đọng lại trên đế, tạo ra lát cắt thứ nhất. Hạ tấm đế xuống một đoạn bằng bề dày lát cắt, điều khiển để đầu đùn vẽ lát cắt thứ hai. Kết quả là có được lát cắt thứ hai xếp trên lát cắt thứ nhất. Tiếp tục như vậy đến lát cắt cuối cùng, có được vật với hình dạng như thiết kế bằng vật liệu nóng chảy do đầu đùn đùn ra và nguội cứng lại.

Laser thiêu kết chọn lọc SLS (selective laser sintering)

Vật liệu ban đầu ở đây là bột, gồm các hạt nhựa nhỏ hoặc hạt hợp kim/kim loại. Trải đều bột các hạt nhỏ này thành một lớp mỏng trên tấm đế. Quét tia laser để vẽ trên lớp các hạt nhỏ hình lát cắt thứ nhất (có thể dùng máy chiếu hình DLP - digital light processing). Tia laser quét đến đâu làm nóng các hạt nhỏ đến đó, có hiện tượng khuếch tán các nguyên tử ở biên giới tiếp xúc các hạt nên chúng kết dính với nhau (thiêu kết). Quét xong hình lát cắt thứ nhất, trên đế có được lát cắt thứ nhất của vật cần chế tạo dạng lớp mỏng các hạt nhỏ thiêu kết, xung quanh là lớp mỏng các hạt nhỏ rời rạc. Trên toàn bộ lớp mỏng các hạt đã trải ra lần thứ nhất, trải đều lớp mỏng thứ hai rồi quét tia laser lên đó theo hình lát cắt thứ hai. Kết quả là có được lát cắt thứ hai. Cứ thế tiếp tục đến lát cắt cuối cùng, trên đế có được vật rắn cần chế tạo làm bằng các hạt nhỏ thiêu kết. Với phương pháp này, nếu vật liệu là các hạt nhựa nhỏ, tia laser chiếu đến có thể làm cho các hạt nhựa gần như nóng chảy, các hạt nhựa dính chặt với nhau gần như liền một khối, sản phẩm tạo ra như

được đúc, ép bằng nhựa đồng đều và chắc chắn. Nhưng nếu vật liệu là các hạt kim loại/hợp kim, sức nóng do tia laser chiếu đến có thể chỉ đủ làm thiêu kết ở lớp rất mỏng chỗ tiếp xúc của các hạt. Sản phẩm có nhiều chỗ trống, xốp, không thật bền chắc như kim loại/hợp kim đúc, dập khuôn truyền thống.

Trường hợp sử dụng bột kim loại/hợp kim muốn các hạt liên kết với nhau thật chắc chắn, thay cho việc chiếu bằng tia laser, người ta có thể chiếu bằng chùm điện tử năng lượng cao (tăng tốc điện tử bởi hiệu thế cỡ hàng chục kV trở lên) để bột kim loại/hợp kim nóng chảy. Phương pháp này có tên là nóng chảy bằng chùm điện tử EBM (electron beam melting). Vật chế tạo được làm bằng kim loại/hợp kim, thậm chí là oxit sẽ liền đặc, không có bọt khí, rất bền chắc. Tuy nhiên, phương pháp nóng chảy bằng chùm điện tử EBM phải thực hiện trong chân không, không gian hạn chế và tốn kém.

Tạo mẫu nhiều đầu phun MJM (multi-jet modeling)

Máy thực hiện công nghệ này có nhiều đầu phun như máy in phun mực (inkjet printer). Đầu phun có nhiều loại, có loại phun ra bột gồm nhiều hạt nhỏ như hạt chất dẻo, hạt kim loại/hợp kim, thậm chí là hạt cát, hạt đá; có loại đầu phun phun ra chất kết dính. Vì đầu phun nặng nề, phức tạp nên người ta để đầu phun đứng yên và bố trí cho đế chuyển động, xem như đầu phun vẽ hình trên đế.

Theo chương trình, có thể điều khiển đế: ví dụ, có hai đầu phun hoạt động đồng thời, một đầu phun phun ra vật liệu đồng thời vẽ hình lát cắt, còn đầu phun kia cũng vẽ hình lát cắt đó nhưng

phun ra chất kết dính làm cho vật liệu phun ra kết dính chặt lại với nhau. Với đầu phun có thể phun nhiều vật liệu khác nhau, màu sắc khác nhau nên sản phẩm được tạo ra có hình dạng phức tạp, làm bằng nhiều vật liệu, nhiều màu sắc, có tính mỹ thuật.

Ở đây, cách gọi công nghệ in 3D có nghĩa là tạo ra các lớp mỏng 2 chiều để xếp chồng lên thành 3 chiều. Liên hệ đến cách chế tác lâu nay, từ ghè đẽo đá đến tiện, phay... đều là từ một khối vật liệu lấy bớt đi chỗ này, chỗ nọ và phần còn lại là sản phẩm, người ta gọi đó là công nghệ chế tác trừ (subtractive manufacturing), ngược với công nghệ in 3D, cứ thêm dần từng lớp mỏng, tức là công nghệ chế tác cộng (additive manufacturing). Điều lý thú là thiên nhiên đã sử dụng công nghệ chế tác cộng tạo ra các thạch nhũ thiên hình vạn trạng trong hang động, tuy nhiên do không dùng máy tính để điều khiển theo chương trình nên quá trình hình thành thạch nhũ ba chiều phải tốn kém đến hàng vạn, hàng triệu năm.

Trở lại sự phát triển của các công nghệ in 3D trong thời gian gần đây, chúng ta có thể kể đến một số công nghệ mới như:

- Công nghệ tạo mẫu kiểu nóng chảy động lại FDM, sau này có tên là công nghệ đùn vật liệu (material extrusion). Ban đầu, đầu đùn chỉ đùn ra chất dẻo, kim loại/hợp kim, nay có thể đùn ra vật liệu nửa rắn, nửa lỏng (semi-liquid materials) như pho mát, sôcôla... in 3 chiều thành bánh ăn, nhân, vỏ có màu sắc rất hấp dẫn. Ở máy đùn vật liệu, nguyên liệu đùn ra có thể là vữa xi măng (concrete), ban đầu sền sệt sau

thì cứng lại như kiểu xi măng hóa rắn. Máy thực hiện quá trình này có tên là máy in vữa (concrete printer) có thể in ra các bộ phận, thậm chí là cả một tòa nhà nhỏ làm mẫu. Hiện nay phổ biến là dùng máy này để in ra các loại đá trang trí, đa dạng về hình thù để trang trí mỹ thuật.

- Công nghệ tạo mẫu nhiều đầu phun MJM, sau này có tên là phun kết dính (binder jetting). Hãng 3D systems chế tạo ra máy Z printer 850 có 5 đầu phun phun ra các hạt bột, chất kết dính, mực màu... có thể tạo ra sản phẩm mỹ thuật ba chiều, màu sắc, hình dáng đẹp với độ phân giải hình ảnh đến 600x540 dpi. Lại có máy phun ra cát cộng với chất kết dính gọi là máy làm khuôn cát 3D (3D sand casting). Các đầu phun cát và phun chất kết dính tạo ra từng lát cắt mỏng xếp chồng lên, cuối cùng có được vật ba chiều rắn bằng cát dính liền với nhau, có thể dùng làm khuôn để đúc kim loại/hợp kim. Làm khuôn đúc là một quá trình tốn nhiều thời gian, đòi hỏi khéo tay, nhiều khuôn đúc chỉ dùng được 1 lần vì sau khi rót kim loại/hợp kim đúc đông rắn lại đòi hỏi phải đập khuôn mới lấy sản phẩm đúc ra được. Với máy sand casting, việc làm khuôn đúc quan trọng nhất là vấn đề có được chương trình máy tính để làm ra loại khuôn đó.

Hãng ExOne chế tạo ra máy in phun kim loại kết dính (binder jetting metal printing) với các đầu phun phun ra bột đồng hoặc bột thép không gỉ, kèm theo đầu phun chất kết dính và các bộ phận nung nóng... Ban đầu, các đầu phun phun ra các hạt kim loại và chất kết dính để tạo thành lát cắt thứ nhất của vật cần chế tạo làm bằng hạt bột kim loại và chất

kết dính. Tiếp đó, bộ phận nung nóng làm các hạt bột kim loại gần như nóng chảy ra và bộ phận cán làm nhiệm vụ cán phẳng làm cho các hạt bột dính liền lại tạo ra lớp mỏng rắn chắc, 99,9% là kim loại, còn khí, chất kết dính bị đẩy thoát ra ngoài. Thực hiện quy trình như vậy để tạo ra lát cắt thứ hai, thứ ba..., cuối cùng có được vật ba chiều như thiết kế bằng kim loại rắn chắc.

- Từ công nghệ laser thiêu kết chọn lọc SLS, người ta đã tạo ra công nghệ laser nóng chảy chọn lọc SLM (selective laser melting) bằng cách dùng tia laser công suất cực lớn để làm các hạt kim loại/hợp kim nóng chảy dính liền vào nhau rất rắn chắc (dính liền nhau kiểu thiêu kết không chắc chắn bằng liên kết kiểu nóng chảy). Để tạo liên kết chặt chẽ giữa các hạt kim loại/hợp kim, người ta đã phát triển công nghệ nhiệt thiêu kết chọn lọc SHS (selective heat sintering) dùng lò nhiệt đun nóng thay cho dùng tia laser. Khó có thể kể hết các loại công nghệ in 3D hiện nay vì nhu cầu in 3D quá lớn, đòi hỏi sử dụng nhiều loại vật liệu khác nhau. Ở giai đoạn đầu, người ta nghĩ rằng công nghệ in 3D chỉ thích hợp với việc tạo ra các sản phẩm bằng nhựa, tức là vật liệu có độ nóng chảy thấp. Về sau, khi công nghệ in 3D đã phát triển nhanh chóng, sản phẩm chế tạo từ công nghệ in 3D không giới hạn ở vật liệu nào. Tất nhiên đối với vật liệu có độ nóng chảy cao như kim loại/hợp kim, oxit..., việc chế tạo theo công nghệ in 3D đòi hỏi kỹ thuật phức tạp và chi phí tốn kém hơn. Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ in 3D thể hiện cụ thể ở số lượng và chủng loại máy in 3D bán ra thị trường đáp ứng nhu cầu phong phú của sản

xuất và nghiên cứu hiện nay, trong đó có nhiều máy in sử dụng trong công nghiệp. Hai hãng sản xuất máy in nổi tiếng là 3DSystems và Stratasys có doanh thu bán máy trên 3 tỷ đô la Mỹ. Có những hãng sản xuất lớn khác chuyên sản xuất một loại máy in như hãng Archam chuyên sản xuất máy nóng chảy bằng chùm điện tử EMB, hãng ExOne chuyên về máy in phun bột kim loại hoặc cát kết dính (metal and sand binder jetting), hãng Organovo chuyên về máy in sinh học (bioprinting). Trên thế giới cũng đã phát triển nhiều loại máy in 3D dùng cho cá nhân, gia đình.

Các ứng dụng của công nghệ in 3D

Có thể điểm sơ lược một số lĩnh vực ứng dụng của công nghệ in 3D như sau:

Làm mẫu nhanh: công nghệ in 3D bắt đầu từ những năm 80 của thế kỷ XX và được ứng dụng rất phổ biến vào lĩnh vực làm mẫu nhanh (rapid prototyping) và cho nghiên cứu. Không lâu sau đó đã xuất hiện những máy in 3D lớn để làm mẫu bằng chất dẻo, bột kim loại, cát kết dính để làm mô hình, làm khuôn... Việc làm mẫu chủ yếu là làm chương trình cho máy hoạt động.

Chế tác nhanh: ở đây dùng nguyên liệu sao cho sản phẩm cuối cùng tạo ra trực tiếp sử dụng được trong thực tế. Ưu điểm của công nghệ in 3D này là nhanh chóng có được sản phẩm cần thiết vì không cần phải làm khuôn gia công từng bộ phận..., sản phẩm thường có những yêu cầu đặc thù, số lượng ít... (như trong sản xuất máy bay, tàu vũ trụ thường chỉ vài chục chiếc, có khi là đơn chiếc).



Những món quà lưu niệm được hãng Shapeways in ra bằng công nghệ 3D. Khách hàng có thể đặt hàng qua catalogue trực tuyến của Công ty hoặc tự biến ý tưởng của mình thành một file 3D trên chương trình máy tính và gửi file đến, Shapeways sẽ in ra sản phẩm và gửi cho khách hàng

Tuy chế tạo theo công nghệ in 3D đòi hỏi nhiều thời gian cho từng sản phẩm nhưng tránh được những khâu như làm khuôn, đúc tốn nhiều thời gian, chỉ có hiệu quả khi sản xuất hàng loạt.



Kỹ sư của hãng Stratasys giới thiệu hộp sọ và bàn chân giả chế tạo theo công nghệ in 3D

Trong lĩnh vực y tế, cấu trúc và kích thước của các bộ phận cơ thể mỗi người là không giống nhau, như răng giả, hàm giả, nẹp chỉnh hình, đĩa đệm... phải làm theo đặc điểm của từng bệnh nhân. Đã có những máy in 3D dùng cho y tế, tự động lấy mẫu cho từng người một để chế tạo bộ phận thay thế chỉ cho người đó. Nhiều cơ sở chữa răng trên thế giới đã mua máy in 3D có tên là perfactory digital dental printer để sử dụng.

Sản xuất hàng loạt: xu hướng chung hiện nay đối với hàng hóa tiêu dùng là nhanh thay đổi mẫu mã. Vì vậy, số lượng hàng sản xuất

theo một kiểu không quá nhiều, có khi chỉ một vài chục cái để tạo tâm lý "hàng độc". Bên cạnh việc chế tạo những máy in 3D có khả năng làm ra tương đối nhiều sản phẩm như máy in phun nhiều đầu..., còn có xu hướng thiết kế, chế tạo máy in 3D chế tác số trực tiếp DDM (direct digital manufacturing). Với những tiến bộ kỹ thuật hiện nay, nếu chế tạo sản phẩm với số lượng không quá lớn, công nghệ chế tạo số trực tiếp này tính ra có thể có giá thành hạ hơn nhiều so với công nghệ truyền thống. Rất nhiều bộ phận của điện thoại di động hiện nay được sản xuất theo công nghệ in 3D vì mẫu mã thay đổi thường xuyên, đáp ứng nhu cầu của khách hàng.

Để chứng minh cho các ứng dụng của công nghệ in 3D, dưới đây là một số thông tin lấy từ một bài báo trên tờ Live Science (Mỹ) trong tháng 5.2013:

- Hãng Boeing đã dùng công nghệ in 3D để sản xuất hơn 22 nghìn bộ phận dùng trong máy bay dân dụng cũng như máy bay quân sự hiện nay.

- Trong tháng 3.2013, ngành giải phẫu của Mỹ đã cấy các bộ phận của hộp sọ chế tạo theo công nghệ in 3D để thay thế các hộp sọ của 75% số bệnh nhân.

- NASA đang xem xét ứng dụng công nghệ in 3D để làm các bộ phận thay thế ngay trên Trạm không gian quốc tế.

Ở các nước có nền công nghiệp tiên tiến, việc nghiên cứu, đào tạo để đưa vào sản xuất công nghệ in 3D luôn được coi trọng trong cuộc cạnh tranh đổi mới công nghệ để phát triển hiện nay ■

Nguyễn Xuân Chánh

(tổng hợp)