

GIỚI THIỆU

Công nghệ in 3 chiều (in 3D), còn được biết đến với tên gọi “Công nghệ sản xuất đắp dần” (Additive Manufacturing), đã trở thành xu hướng công nghệ quan trọng trên thế giới và là một trong những công nghệ chủ chốt của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (bên cạnh các công nghệ: Internet vạn vật – IoT, dữ liệu lớn, rô-bốt, sinh học tổng hợp...). Theo các chuyên gia, đây cũng chính là “chìa khoá” công nghệ cho tương lai mà bất cứ doanh nghiệp nào, bất cứ ngành công nghiệp sản xuất nào và bất cứ quốc gia nào đều phải chú ý.

Công nghệ in 3D đang ngày càng phát triển, không chỉ giúp cho việc chế tạo khuôn mẫu được chính xác và dễ dàng hơn mà còn tìm được nhiều ứng dụng trong thực tế cuộc sống. Công nghệ in 3D hiện được ứng dụng nhiều và ngày càng phổ biến trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp, xây dựng, y tế - chăm sóc sức khỏe, giáo dục... Cựu Tổng thống Hoa Kỳ Barack Obama đã từng nhận định: “Công nghệ in 3D sẽ là một cuộc cách mạng trong ngành công nghiệp sản xuất của Hoa Kỳ”.

Kiến thức về công nghệ in 3D là rất rộng và phức tạp. Với việc biên soạn tổng luận “IN 3D: HIỆN TẠI VÀ TƯƠNG LAI”, chúng tôi hy vọng cung cấp cho bạn đọc những thông tin cơ bản nhất về in 3D, bao gồm: lịch sử hình thành, khái niệm, các công nghệ in 3D chủ yếu, vai trò và tầm quan trọng của công nghệ in 3D, cũng như các ứng dụng, các tác động về mặt kinh tế, xã hội và khung pháp lý, các rào cản và thách thức của công nghệ sản xuất hiện đại này.

Xin trân trọng giới thiệu.

**CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ
CÔNG NGHỆ QUỐC GIA**

I. KHUNG KHÁI NIỆM VỀ IN 3D

1.1. Định nghĩa và các khái niệm

In 3D là một dạng công nghệ được gọi là sản xuất đắp dần/đắp lớp (Additive Manufacturing). Các quá trình đắp dần tạo ra các đối tượng theo từng lớp, khác với các kỹ thuật đúc hoặc cắt gọt (như gia công).

Hiệp hội vật liệu và thử nghiệm Hoa Kỳ (American Society for Testing Materials - ASTM) đã đưa ra một khái niệm rõ ràng về công nghệ sản xuất đắp dần: “*Công nghệ sản xuất đắp dần là một quá trình sử dụng các nguyên liệu để chế tạo nên mô hình 3D, thường là chồng từng lớp nguyên liệu lên nhau, và quá trình này trái ngược với quá trình cắt gọt vẫn thường dùng để chế tạo xưa nay*”. Có thể thấy đây là một phương pháp sản xuất hoàn toàn trái ngược so với các phương pháp cắt gọt - hay còn gọi là phương pháp gia công, mài giũa vật liệu nguyên khối - bằng cách loại bỏ hoặc cắt gọt đi một phần vật liệu, nhằm có được sản phẩm cuối cùng. Còn với sản xuất đắp dần, ta có thể coi nó là công nghệ tạo hình như đúc hay ép khuôn, nhưng từ những nguyên liệu riêng lẻ để đắp dần thành sản phẩm cuối cùng.

Có nhiều thuật ngữ khác cũng được dùng để chỉ công nghệ in 3D như công nghệ tạo mẫu nhanh, công nghệ chế tạo nhanh và công nghệ chế tạo trực tiếp. Như vậy, hầu hết các thuật ngữ này đều ra đời dựa trên cơ chế hay tính chất của công nghệ.

Về thuật ngữ, “in 3D” chỉ việc sử dụng “máy in phun” với “đầu mực” di chuyển để tạo ra các sản phẩm hoàn thiện. Trên thực tế thì công nghệ sản xuất đắp dần cũng có thể hoạt động tương tự như vậy, nhưng nó còn có những quá trình, kỹ thuật tiến bộ hơn. In 3D trong gốc của thuật ngữ có ý nghĩa liên quan đến quá trình tuần tự các vật liệu tích lũy trong môi trường bột với đầu máy in phun. Hiện nay, ý nghĩa của thuật ngữ này đã được mở rộng để bao gồm đa dạng hơn các kỹ thuật như các quy trình dựa trên phun ra và thiêu kết.

Tạp chí The Engineer của Anh định nghĩa: *In 3D là một chuỗi các công đoạn khác nhau được kết hợp để tạo ra một vật thể ba chiều. Trong in ấn 3D, các lớp vật liệu được đắp chồng lên nhau và được định dạng dưới sự kiểm soát của máy tính để tạo ra vật thể. Các đối tượng này có thể có hình dạng bất kỳ, và được sản xuất từ một mô hình 3D hoặc nguồn dữ liệu điện tử khác. Máy in 3D là một loại robot công nghiệp.*

3D trong công nghệ in 3D là một định nghĩa hoàn toàn khác với 3D mang tính mô phỏng như TV 3D, phim 3D, âm thanh 3D, hình 3D. 3D ở đây là sản phẩm thật, vật thể thật mà ta có thể cầm trên tay, sờ mó, quan sát một cách chính xác, 3D ở đây là mọi thứ xung quanh ta, mà từ nguyên thủy đến hiện nay ta vẫn tiếp xúc hằng ngày. In 3D là in ra nội dung lên từng lớp, các lớp được in lần lượt chồng liên tiếp lên nhau, từng lớp từng lớp. Mực in chính là vật liệu muốn áp lên vật thể 3D, có thể là nhựa, giấy, bột, polymer, hay kim loại ..., các vật liệu này có đặc điểm là có sự kết dính với nhau để vật liệu lớp bên trên kết dính với lớp bên dưới được. Chúng ta có thể hiểu nôm na rằng in 3D ở đây là in ra một vật thể 3D có thể sờ mó, quan sát, cầm nắm được chứ không phải là in ra một hình ảnh mà ta nhìn vào nó nổi khối 3D gần giống như ngoài đời.

Như vậy, tựu chung có thể hiểu Công nghệ in 3D hay được gọi là công nghệ sản xuất đắp dần, bao gồm việc tạo ra một đối tượng vật lý bằng cách in theo các lớp từ một bản vẽ hay một mô hình 3D có trước. Công nghệ này khác hoàn toàn so với chế tạo cắt gọt - lấy đi các vật liệu thừa từ phôi ban đầu cho đến khi thu được hình dạng mong muốn. Ngược lại, công nghệ in 3D bắt đầu với vật liệu rời và sau đó tạo ra một sản phẩm ở dạng 3D từ mẫu kỹ thuật số.

Một loạt các công nghệ in 3D được sử dụng ngày nay, mỗi loại đều có những ưu điểm và hạn chế riêng. Các công nghệ chính bao gồm: “Thiêu kết lazer chọn lọc” (Selective laser sintering - SLS), “Thiêu kết lazer chọn lọc trực tiếp” (Direct metal laser sintering - DMLS), “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (Fused deposition modeling - FDM), “Tạo hình nhờ tia lazer” (Stereolithography - SLA) và “In phun sinh học” (Inkjet bioprinting). Trong mọi trường hợp, các đối tượng được tạo thành từ một lớp tại một thời điểm cho đến khi lớp cuối cùng của đối tượng được hoàn thành. Với một số công nghệ được thực hiện bằng cách nóng chảy vật liệu và lắng đọng nó trong các lớp, trong khi các công nghệ khác kiên cố hóa vật liệu trong mỗi lớp bằng cách sử dụng lazer. Trong trường hợp in phun sinh học, một sự kết hợp của vật liệu khung đỡ và các tế bào sống được phun.

Ngày nay, in 3D có thể tạo ra đồ vật từ nhiều loại vật liệu, bao gồm nhựa, kim loại, gốm sứ, thủy tinh, giấy, và thậm chí cả tế bào sống. Các vật liệu này có thể dưới dạng bột, dây tóc, chất lỏng hoặc tấm. Với một số kỹ thuật, một vật đơn giản có thể được in bằng nhiều vật liệu và màu sắc, và một tác vụ in đơn lẻ thậm chí có thể tạo ra các bộ phận chuyển động kết nối (như bản lề, liên kết chuỗi hoặc lưới).

Lịch sử của công nghệ in 3D

Công nghệ in 3D ra đời đã được hơn 30 năm nay. Thiết bị và vật liệu sản xuất đắp dần đã được phát triển trong những năm 1980. Năm 1981, Hideo Kodama của Viện Nghiên cứu Công nghiệp thành phố Nagoya (Nhật Bản) đã sáng tạo ra phương pháp tạo một mô hình bằng nhựa ba chiều với hình ảnh cứng polymer, nơi diện tích tiếp xúc với tia cực tím được kiểm soát bởi một mô hình lớp hay phát quang quét. Sau đó, vào năm 1984, nhà sáng chế người Mỹ Charles Hull của Công ty Hệ thống 3D (3Dsystems) đã phát triển một hệ thống nguyên mẫu dựa trên quá trình này được gọi là Stereolithography, trong đó các lớp được bổ sung bằng cách chữa giấy nền với ánh sáng cực tím lazer. Hull định nghĩa quá trình như một "hệ thống để tạo ra các đối tượng 3D bằng cách tạo ra một mô hình mặt cắt của các đối tượng được hình thành," nhưng điều này đã được phát minh bởi Kodama. Đóng góp của Hull là việc thiết kế các định dạng tập tin STL (STereoLithography) được ứng dụng rộng rãi trong các phần mềm in 3D.

Năm 1986, Charles Hull đã sáng tạo ra quy trình Stereolithography – sản xuất vật thể từ nhựa lỏng và làm cứng lại nhờ lazer. Sau đó ông đăng ký bản quyền cho công nghệ in 3D “Thiêu kết lazer chọn lọc” (Selective laser sintering - SLS) có sử dụng file định dạng STL (Standard Tessellation Language). Hull cũng thành lập công ty 3Dsystems và đến nay nó là một trong những công ty cung cấp công nghệ lớn nhất hiện nay trong lĩnh vực in 3D.

Nếu lập biểu thời gian thì chúng ta sẽ thấy công nghệ này phát triển theo một biểu đồ logarit. Từ 1986 đến 2007, trong 20 năm đầu tiên, công nghệ này mới chỉ có

các bước đi nhỏ, chậm, đây được gọi là giai đoạn xâm nhập, bước nền cho công nghệ tạo mẫu nhanh. Tuy nhiên, đến năm 2009, đã có một sự biến động lớn trên thị trường, nhiều bằng sáng chế về công nghệ này đã hết hạn bảo hộ bản quyền, trong đó có bằng sở hữu về công nghệ “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (FDM). Quy trình FDM tạo hình sản phẩm nhờ nấu chảy vật liệu rồi xếp đặt chồng lớp, vốn được sở hữu bởi hãng Stratasys, một trong những đối thủ cạnh tranh hàng đầu trong lĩnh vực in 3D. Khi bằng sáng chế về FDM hết giá trị, công nghệ này đã thu hút nhiều nhà sản xuất tham gia. Giá thành sản xuất giảm và FDM trở thành một trong những chìa khóa công nghệ cơ bản của các máy sản xuất đắp dần được tiêu thụ trên thị trường hiện nay.

Những mốc quan trọng trong lịch sử công nghệ in 3D:

Năm 1984: Quy trình sản xuất đắp dần được phát triển bởi Charles Hull.

Năm 1986: Charles Hull đăng ký bản quyền chiếc máy tạo vật thể 3D bằng công nghệ SLS và từ file định dạng STL. Charles Hull đặt tên cho công nghệ của mình là Stereolithography, thành lập công ty 3D System và phát triển máy in 3D thương mại đầu tiên được gọi là Stereolithography Apparatus (SLA).

Năm 1987: 3DSystem phát triển dòng sản phẩm SLA-250, đây là phiên bản máy in 3D đầu tiên được giới thiệu ra công chúng.

Năm 1988: Hãng Stratasys và Công ty 3Dsystems lần đầu công bố những chiếc máy sản xuất đắp dần.

Năm 1989: Ra đời công nghệ SLS (Selective Laser Sintering), là công nghệ in 3D sử dụng con lăn để dát mỏng nguyên liệu ra thành các lớp, sau đó xếp chồng và dính chặt các lớp lại với nhau bằng cách chiếu tia laser vào.

Năm 1990: Công ty Stratasys thương mại hóa Công nghệ “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (Fused deposition modeling - FDM) được phát triển bởi S. Scott Crump vào cuối những năm 1980. Stratasys bán chiếc máy FDM đầu tiên: “3D Modeler” năm 1992.

Năm 1991: Ra đời công nghệ LOM (Laminated Object Manufacturing), đây là công nghệ in 3D sử dụng những vật liệu dễ dàng dát mỏng như giấy, gỗ, nhựa...

Năm 1993: Công ty SolidScape được thành lập để chế tạo ra dòng máy in 3D dựa trên công nghệ in phun, máy có thể tạo ra những sản phẩm nhỏ với chất lượng bề mặt rất cao.

Cũng trong năm này, Viện Công nghệ Massachusetts Institute of Technology (MIT) đăng ký bảo hộ công nghệ “3 Dimensional Printing techniques (3DP)”.

Năm 1995: Công ty Z Corporation đã mua lại giấy phép độc quyền từ MIT để sử dụng công nghệ 3DP và bắt đầu sản xuất các máy in 3D.

Năm 1996: Stratasys giới thiệu dòng máy in 3D “Genisys”. Cùng năm này, Z Corporation cũng giới thiệu dòng “Z402”. 3D Systems cũng giới thiệu dòng máy “Actua 2100”. Tới lúc này thì cụm từ “Máy in 3D” được sử dụng lần đầu tiên để chỉ những chiếc máy tạo mẫu nhanh.

Năm 2005: Z Corporation giới thiệu dòng máy Spectrum Z510. Đây là dòng máy in 3D đầu tiên tạo ra những sản phẩm có nhiều màu sắc chất lượng cao.

Năm 2006: Dự án máy in 3D mã nguồn mở được khởi động – Reprap – mục đích là tạo ra những máy in 3D có thể sao chép chính bản thân nó. Người ta có thể điều chỉnh hay sửa đổi nó tùy ý, nhưng phải tuân theo điều luật GNU (General Public Licence).

Năm 2008: Phiên bản đầu tiên của Reprap được phát hành. Nó có thể sản xuất được 50 % các bộ phận của chính mình.

Năm 2008: Objet Geometries Ltd. đã tạo ra cuộc cách mạng trong ngành tạo mẫu nhanh khi giới thiệu Connex500™. Đây là chiếc máy đầu tiên trên thế giới có thể tạo ra sản phẩm 3d với nhiều loại vật liệu khác nhau trong cùng 1 thời điểm.

Năm 2009: Bản quyền về công nghệ “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (FDM) hết hạn bảo hộ và chiếc máy in 3D mã nguồn mở đầu tiên ra đời.

Năm 2010: Urbee - chiếc xe hơi nguyên mẫu đầu tiên được giới thiệu. Đây là chiếc xe đầu tiên trên thế giới mà toàn bộ phần vỏ được in ra từ máy in 3D. Tất cả các bộ phận bên ngoài, kể cả kính chắn gió đều được tạo ra từ máy in 3D Fortus khổ lớn của Stratasys.

Năm 2010: Organovo Inc. một công ty y học tái tạo nghiên cứu trong lĩnh vực in 3D sinh học đã công bố việc chế tạo ra hoàn chỉnh mạch máu đầu tiên hoàn toàn bằng công nghệ in 3D.

Năm 2012: Thương mại hóa máy in 3D cá nhân đầu tiên.

Năm 2014: Các bằng sáng chế cho công nghệ “Thiêu kết laser chọn lọc” (selective laser sintering - SLS), cũng bắt đầu hết hạn bảo hộ, tạo cơ hội cho những sáng chế mới phát triển hơn nữa ngành sản xuất đắp dần, mở đường cho một thời kỳ phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp này trong tương lai gần.

Ưu điểm và hạn chế của in 3D

In 3D có nhiều ưu điểm so với các phương pháp thông thường. Với in 3D, một ý tưởng có thể chuyển trực tiếp từ một tệp tin trên máy tính của nhà thiết kế tới một bộ phận hoàn chỉnh hoặc sản phẩm, có thể bỏ qua nhiều bước sản xuất truyền thống (bao gồm mua sắm từng bộ phận, tạo ra các bộ phận bằng cách sử dụng khuôn mẫu, gia công để khắc các bộ phận từ khối vật liệu, hàn phần kim loại với nhau và lắp ráp).

In 3D cũng có thể làm giảm lượng vật liệu bị lãng phí trong sản xuất và tạo ra các vật thể khó hoặc vật thể không thể sản xuất với các kỹ thuật truyền thống, bao gồm các vật có cấu trúc bên trong phức tạp làm tăng sức mạnh, giảm trọng lượng, hoặc tăng chức năng. Ví dụ, trong sản xuất kim loại, in 3D có thể tạo ra các vật thể có cấu trúc tổ ong bên trong, trong khi in sinh học (bioprinting) có thể tạo ra các cơ quan của cơ thể với một mạng nội bộ các mạch máu.

Ưu điểm của công nghệ in 3D còn ở chỗ tạo mẫu nhanh. Công nghệ này có sự vượt trội về thời gian chế tạo một sản phẩm hoàn thiện. “Nhanh” ở đây cũng chỉ là một giới hạn tương đối. Thông thường, để tạo ra một sản phẩm mới mất khoảng từ 3 –

72 giờ, phụ thuộc vào kích thước và độ phức tạp của sản phẩm. Có thể khoảng thời gian này có vẻ chậm, nhưng so với thời gian mà các công nghệ chế tạo truyền thống thường mất từ nhiều tuần đến nhiều tháng để tạo ra một sản phẩm thì nó nhanh hơn rất nhiều. Chính vì cần ít thời gian hơn để tạo ra sản phẩm nên các công ty sản xuất tiết kiệm được chi phí, nhanh chóng đưa ra thị trường những sản phẩm mới.

Ưu điểm nữa của công nghệ in 3D là có thể chế tạo ra đối tượng với đầy đủ các bộ phận cả bên trong lẫn bên ngoài một cách chi tiết chỉ trong một lần thực hiện mà các phương pháp truyền thống không thể chế tạo được.

Ngày nay, công nghệ in 3D phát triển rất đa dạng, với mỗi sản phẩm 3D có thể được in ra với nhiều loại vật liệu khác nhau, vật liệu dạng khối, dạng lỏng, dạng bột bụi. Với mỗi loại vật liệu cũng có nhiều phương thức để in như sử dụng tia laser, dụng cụ cắt, đùn ép nhựa ... Cách thức in thì có in từ dưới lên, in từ đỉnh xuống. Gọi là tạo mẫu nhanh vì so với các phương pháp gia công chế tạo vật thể 3D (mẫu) khác như cắt, gọt, tiện, phay, bào, nắn Thì phương pháp này cho phép tạo ra mẫu nhanh hơn.

Công nghệ in 3D có những ưu điểm mà các chuyên gia tin rằng nó sẽ sớm trở thành một xu hướng phát triển mạnh mẽ trong thời gian tới và là xu hướng của tương lai. Chúng ta sẽ thấy trong tương lai gần công nghệ in 3D phát triển đến mức có thể in được cả một chiếc tàu vũ trụ với tốc độ in rất nhanh. Tất cả các chi tiết từ bên trong ra bên ngoài đều được in xong với đầy đủ mọi chất liệu như đồng đen, bạch kim, vàng, sắt, thép, nhựa, thủy tinh... đều được in chỉ trong một lần in duy nhất. Công nghệ này sẽ tạo ra một chiếc tàu vũ trụ với giá rẻ chưa từng có và không có sai sót. Đó là trong tương lai, còn hiện tại công nghệ này đã làm được điều đó trên các chất liệu đơn giản như bê tông, nhựa, sắt thép ... Hiện nay, với cùng một loại chất liệu, công nghệ in 3D đã có thể in ra bất cứ vật mẫu nào có hình dạng cụ thể. Đã có những quả tim, gan, phổi ... của con người được sản xuất ra bằng công nghệ in 3D với độ chính xác hoàn hảo tuyệt đối.

Tóm lại, công nghệ in 3D có những ưu điểm chính: Tốc độ hình thành sản phẩm rất nhanh so với công nghệ khác; Chi phí đầu tư sở hữu thấp nhất trong lĩnh vực công nghệ tạo mẫu nhanh; Chi phí nguyên vật liệu và chi phí sản xuất thấp; Đa dạng về vật liệu chế tạo và các ứng dụng; Có thể in các vật có cấu tạo hình học phức tạp mà không cần giá đỡ; Dễ dàng chuẩn bị, sử dụng và bảo dưỡng; Là công nghệ tạo mẫu có đầy đủ màu sắc lên đến hàng triệu màu; Cho phép chế tạo các sản phẩm đa dạng từ các vật liệu khác nhau, màu sắc khác nhau, khối lượng và kích thước với các tỷ lệ khác nhau so với chi tiết hoặc sản phẩm thật.

Về các hạn chế hiện tại của in 3D, khác nhau tùy theo kỹ thuật in, bao gồm tốc độ in hiện tại chưa thực sự tương xứng với tiềm năng, kích thước đối tượng được in hạn chế, chi tiết hoặc độ phân giải của đối tượng còn giới hạn, chi phí vật liệu còn cao, và trong một số trường hợp, độ bền chắc của sản phẩm được in cũng hạn chế. Tuy nhiên, trong những năm gần đây đã có những tiến bộ nhanh chóng trong việc giảm các hạn chế này.

1.2. Các công nghệ in 3D

1.2.1. Nguyên lý chung của công nghệ in 3D

Để bắt đầu in 3D, người ta cần một bản thiết kế vật thể 3D trên phần mềm CAD, một phần mềm quen thuộc hỗ trợ thiết kế trên máy tính. Mô hình của vật thể hoặc được thiết kế trực tiếp trên phần mềm này hoặc được đưa vào phần mềm thông qua việc sử dụng thiết bị quét laser. Sau khi bản thiết kế được hoàn thành, ta cần tạo ra tài liệu STL - Standard Tessellation Language, một dạng tài liệu quen thuộc với công nghệ sản xuất đắp dần. Làm tessellate theo ngôn ngữ Tessellation chuẩn là chia một vật thể thành những đa giác nhỏ hơn, để mô phỏng cho cấu trúc bên ngoài và cả bên trong của vật thể. Đây là phần rất quan trọng trong sản xuất đắp dần. Khi tài liệu đã được hoàn thiện, hệ thống sẽ chia nhỏ thiết kế mẫu thành nhiều lớp khác nhau và chuyển thông tin đến thiết bị sản xuất đắp dần. Sau đó, hệ thống sản xuất đắp dần sẽ tự chế tạo vật thể theo từng lớp một cho đến khi vật thể cần sản xuất được hoàn thiện. Để sản xuất các vật thể, các hệ thống máy in 3D sử dụng kết hợp nhiều công nghệ khác nhau. Các công nghệ này được phân loại dựa vào bản chất vật liệu. In 3D hay sản xuất đắp dần có thể làm việc với vật liệu rắn (nhựa, kim loại, polymer), vật liệu lỏng (nhựa lỏng đông cứng lại nhờ tác động của laser hay ánh sáng điện tử), hay vật liệu dạng bột (bột kim loại, bột gốm kết dính với nhau tạo thành sản phẩm...).

Sau quá trình này thường có thêm một vài khâu hoàn thiện sau sản xuất. Có thể là loại bỏ bụi bẩn hoặc các chất liệu khác bám trên sản phẩm. Ngoài ra, đôi khi chúng ta cần thêm quá trình thêu kết để có thể phủ kín các lỗ hổng trên sản phẩm. Hoặc sử dụng một vài quá trình thẩm thấu để phủ kín sản phẩm bằng các vật liệu khác.

Các công nghệ sử dụng trong sản xuất đắp dần có thể mở ra nhiều cách kết hợp các loại vật liệu, phương pháp nung chảy và kết dính khác nhau. Mỗi công nghệ đều có những ưu - nhược điểm và hiệu quả nhất định theo từng mục đích cụ thể. Trong khi một số công nghệ in 3D chỉ có thể sử dụng một loại vật liệu riêng biệt, một số công nghệ khác lại linh hoạt, có thể làm việc với nhiều loại và dạng vật liệu khác nhau. Gần đây, máy in 3D đã có khả năng sử dụng vật liệu mới như kính, sô-cô-la và ngay cả các tế bào của con người.

Một loạt các công nghệ in 3D được sử dụng ngày nay, mỗi loại đều có những ưu điểm và hạn chế riêng. Các công nghệ chính bao gồm: “Thiêu kết lazer chọn lọc” (Selective laser sintering - SLS), “Thiêu kết lazer chọn lọc trực tiếp” (Direct metal laser sintering - DMLS), “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (Fused deposition modeling - FDM), “Tạo hình nhờ tia laser” (Stereolithography) và “In phun sinh học” (Inkjet bioprinting).

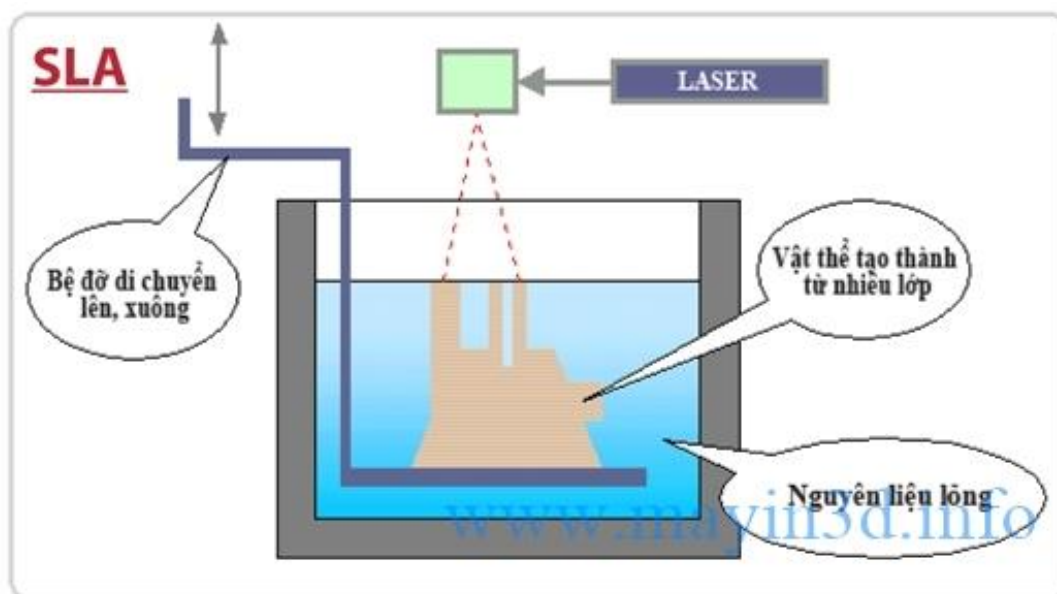
1.2.2. Công nghệ “Tạo hình nhờ tia laser” (stereolithography - SLA)

Được phát triển bởi Chuck Hull, đây là công nghệ in 3D xuất hiện đầu tiên và cũng là công nghệ in 3D chi tiết chuẩn xác nhất, có sai số thấp nhất trong các công nghệ in 3D khác. Hiện 3D Systems là hãng nắm bản quyền thương mại công nghệ in 3D này. Công nghệ in 3D SLA là một công nghệ in 3D vẫn hoạt động theo nguyên tắc “đắp lớp” có đặc điểm khác biệt với các công nghệ khác là dùng tia UV làm cứng từng lớp vật liệu in (chủ yếu là nhựa lỏng).

Tương tự công nghệ SLS, các máy in 3D sử dụng công nghệ SLA sử dụng chùm tia laser/UV hoặc một nguồn năng lượng mạnh tương đương để làm “đông cứng” các lớp vật liệu in 3D là nhựa dạng lỏng, nhiều rất nhiều lớp như vậy sẽ tạo nên vật thể in 3D SLA. Lớp in SLA có thể đạt từ 0.06, 0.08, 0.1,... mm.

Công nghệ này được sử dụng để chế tạo ra các vật phẩm 3D chỉ từ những hình ảnh trên máy tính và công nghệ này cho phép người dùng kiểm tra các mẫu thiết kế một cách nhanh chóng, chính xác trước khi quyết định đầu tư sản xuất hàng loạt.

Về nguyên lý hoạt động: Sau khi tập tin 3D CAD được kết nối dưới ngôn ngữ STL (Tessellation language) thì quá trình in được bắt đầu: Lớp nhựa lỏng đắp lên mẫu 3D thiết kế sẵn tia UV làm cứng lớp nhựa này, sau đó nhiều lớp được đắp lên nhau cho đến khi đạt chỉ số kỹ thuật của vật thể đã định sẵn. Các lớp in 3D SLA có thể đạt từ 0.06mm, 0.08mm, 0.1mm tùy vào nhu cầu in.

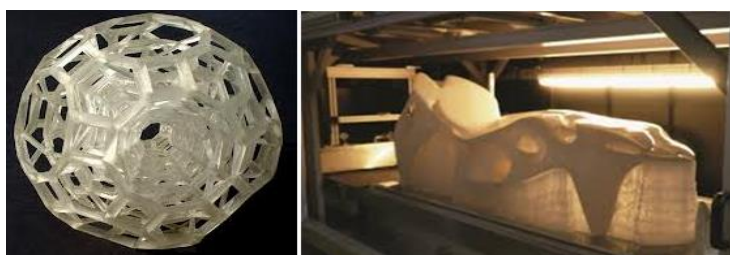


Công nghệ in 3D SLA: Mô hình cấu tạo của SLA

Ưu điểm: Công nghệ SLA có khả năng tạo ra các mô hình có độ chi tiết cao, sắc nét và chính xác. Về các công nghệ in 3D sử dụng vật liệu nhựa, thì đây là công nghệ tạo ra sản phẩm in 3D là nhựa tốt nhất, có thể sử dụng ngay, độ phân giải, độ mịn cao, có thể nói là cao nhất hiện nay.

Nhược điểm: Vật liệu in 3D khá đắt, sản phẩm in 3D bị giảm độ bền khi để lâu dưới ánh sáng mặt trời.

SLA được sử dụng rộng rãi cho việc tạo mẫu nhanh và để tạo ra các hình dạng phức tạp với chất kết thúc chất lượng cao, chẳng hạn như đồ trang sức. Công nghệ SLA cũng đang được sử dụng nhiều trong các nhà máy sản xuất giày dép cho các hãng lớn như Nike, Adidas,... để thực hiện công đoạn in 3D khuôn giày và tạo mẫu đế giày nhanh.

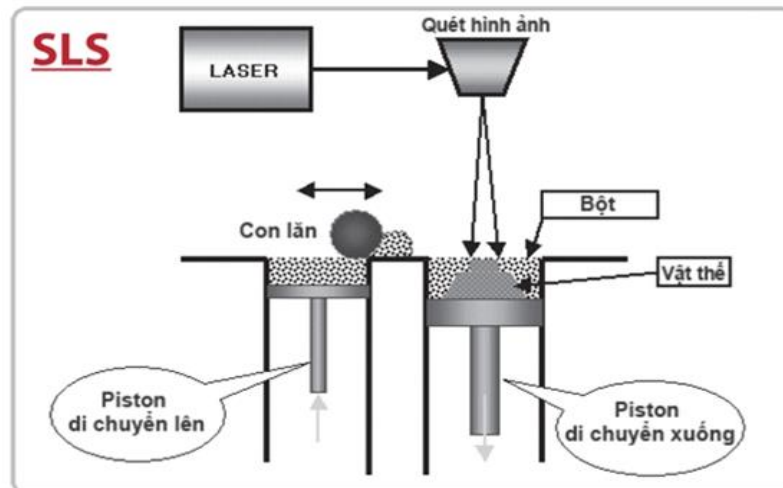




Hình ảnh sản phẩm được tạo ra từ công nghệ SLA

1.2.3. Công nghệ “Thiêu kết lazer chọn lọc” (Selective laser sintering – SLS)

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



Mô hình Công nghệ SLS

Công nghệ SLS vận hành tương tự SLA nhưng vật liệu ở dạng bột gồm sứ, thép, titan, nhôm, bạc, thủy tinh,... Tia laser giúp liên kết các hạt bột với nhau. Đặc biệt, bột thừa sau quy trình có thể tái chế nên rất tiết kiệm. Có thể tạo lớp bằng vật liệu phụ trợ là keo chuyên dụng (có khi kèm màu sắc nếu in 3D đa sắc màu), hoặc tia laser, tia UV,....

Nhìn chung, SLS là công nghệ tạo mẫu dựa trên vật liệu dạng bột. Sử dụng tia laser, công nghệ SLS nung kết các loại vật liệu dạng bột khác nhau với nhau để tạo ra mẫu dạng rắn. Công nghệ in 3D SLS là chìa khóa để các máy in 3D tạo ra những sản phẩm đa dạng, đặc biệt là in 3D bằng chất liệu kim loại/gốm.

Nguyên lý hoạt động

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 chỗ 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 lạnh 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: Policarbonate, PVC, ABS, nylon, sáp,... Những chi tiết được chế tạo bằng phương pháp SLS tương đối nhám và có những lỗ hổng nhỏ trên bề mặt nên cần phải xử lý sau khi chế tạo (xử lý tinh).



Một số dạng sản phẩm của công nghệ SLS

Ưu điểm: Khả năng tạo mẫu bằng các loại vật liệu dạng bột khác nhau như nhựa, kim loại, thủy tinh, gốm. Tạo mẫu đa dạng về màu sắc, có thể tạo ra các mẫu hình dạng phức tạp, không cần sử dụng vật liệu hỗ trợ, không cần cấu trúc hỗ trợ. SLS đã được sử dụng chủ yếu để tạo nguyên mẫu, nhưng gần đây đã được ứng dụng cho sản xuất theo từng yêu cầu cụ thể. Ví dụ, General Electric đã mua một công ty công nghệ SLS để chế tạo các bộ phận cho động cơ phản lực thương mại.

Công nghệ SLS thích hợp để in các mô hình có thành mỏng, các chi tiết cần độ dẻo. Đặc biệt, SLS là lựa chọn tuyệt vời khi cần in những mô hình lớn hoặc có phần rỗng phía dưới đáy. Xét về độ mịn bề mặt, công nghệ SLS cho chất lượng cao hơn công nghệ FDM, tuy nhiên rất khó để phân biệt độ mịn các lớp in bằng mắt thường.

Nhược điểm: Phức tạp, chi phí đầu tư cao, chi phí vận hành cao do hao tổn vật liệu lớn. Các mô hình kín và có phần rỗng bên trong vẫn phải tiêu tốn một lượng vật liệu khá lớn.

1.2.4. Công nghệ “Mô hình hóa bằng phương pháp nóng chảy lắng đọng” (Fused deposition modeling - FDM)

Được phát triển bởi S. Scott Crump vào cuối những năm 1980. Hãng Stratasys bán chiếc máy sử dụng công nghệ FDM đầu tiên có tên “3D Modeler” năm 1992. Máy in 3D dùng công nghệ FDM xây dựng mẫu bằng cách đun nhựa nóng chảy rồi hoá rắn từng lớp tạo nên cấu trúc chi tiết dạng khối.

Công nghệ FDM của Stratasys đến nay đã trở thành một công nghệ ở tầm cỡ công nghiệp. Tuy nhiên, sự tăng trưởng mạnh mẽ của các máy in 3D tầm sơ cấp từ năm 2009 phần lớn lại không phải dựa trên công nghệ của Stratasys, mà dựa trên một công ty khác nổi tiếng với công nghệ in này là MakerBot, họ có công nghệ tương tự và đặt đã đặt tên cho phương pháp in này là Fused Filament Fabrication (FFF). Điều đặc biệt của công nghệ này đó là nó không chỉ có khả năng in các nguyên mẫu mà còn in được các sản phẩm hoàn thiện cuối cùng đến tay người dùng. Công nghệ này có hiệu suất cao và sử dụng kỹ thuật in nhiệt dẻo rất có giá trị đối với kỹ sư cơ khí và các nhà sản xuất, nhờ thế mà thành phẩm có phẩm chất tốt về mặt cơ học, nhiệt và hóa học.

Thời gian in phụ thuộc vào kích thước và độ phức tạp của một đối tượng in. Các đồ vật nhỏ có thể in tương đối nhanh chóng trong khi các bộ phận phức tạp đòi hỏi nhiều thời gian hơn. So với kỹ thuật SLA, FDM thực hiện in chậm hơn.

Vì giá thành máy và vật liệu in 3D rẻ, nên công nghệ này đang là công nghệ in 3D phát triển mạnh nhất, phổ biến nhất hiện nay (còn được gọi là công nghệ in 3D FFF). Điển hình là các dòng máy in 3D Reprap hoặc máy in 3D giá rẻ (Makerbot, Printerbot, Flashforge,...)

Ưu điểm: Là công nghệ in 3D giá rẻ, dễ sửa chữa và thay thế chi tiết máy móc, in với số lượng lớn, ít tốn nguyên liệu. Thường sử dụng trong các sản phẩm cần chịu lực. Tốc độ tạo hình 3D nhanh. Quá trình tạo mẫu nhanh của FDM không giống như công nghệ SLA, LOM, SLS phải sử dụng tia laser để tạo hình sản phẩm mà công nghệ tạo mẫu nhanh FDM đơn giản hơn rất nhiều, độ tin cậy cao, bảo dưỡng dễ dàng.

Công nghệ tạo mẫu nhanh FDM sử dụng vật liệu nhựa nhiệt dẻo không độc, không mùi, và do đó sẽ không gây ô nhiễm môi trường xung quanh. Thiết bị hoạt động tạo ra ít tiếng ồn.

Nhược điểm: Ít khi dùng trong lắp ghép vì độ chính xác không cao. Khả năng chịu lực không đồng nhất.

Công nghệ FDM/FFF dựa trên nguyên tắc làm nóng chảy sợi nhựa được lắng lại thông qua một đầu phun nhiệt trên một bề mặt. Cử động của đầu phun được điều khiển dựa trên số liệu 3D được cung cấp đến máy in. Mỗi lớp sau khi lắng lại sẽ rắn hóa và liên kết với lớp được in trước đó. Công ty Stratasys đã phát triển một phạm vi rất rộng những vật liệu tầm cỡ công nghiệp độc quyền cho công nghệ FDM của họ và có thể ứng dụng trong nhiều quá trình sản xuất khác nhau. Ở tầm thị trường sơ cấp, dù vẫn đang tiếp tục mở rộng nhưng vật liệu còn tương đối hạn chế. Những vật liệu phổ biến nhất dành cho máy in 3D FFF ở cấp độ sơ cấp chính là nhựa ABS và PLA.

Ngoài ra, Công nghệ FDM/FFF cần có các cấu trúc hỗ trợ khi sử dụng trong ứng dụng có biên dạng nhô ra hoặc cắt ngầm. Với FDM, để xử lý người sử dụng sẽ cần một vật liệu khác, thường là dạng lỏng, có thể làm trôi vật liệu hỗ trợ một cách dễ dàng sau khi in xong. Việc sử dụng vật liệu hỗ trợ có tính giòn cũng là một lựa chọn,

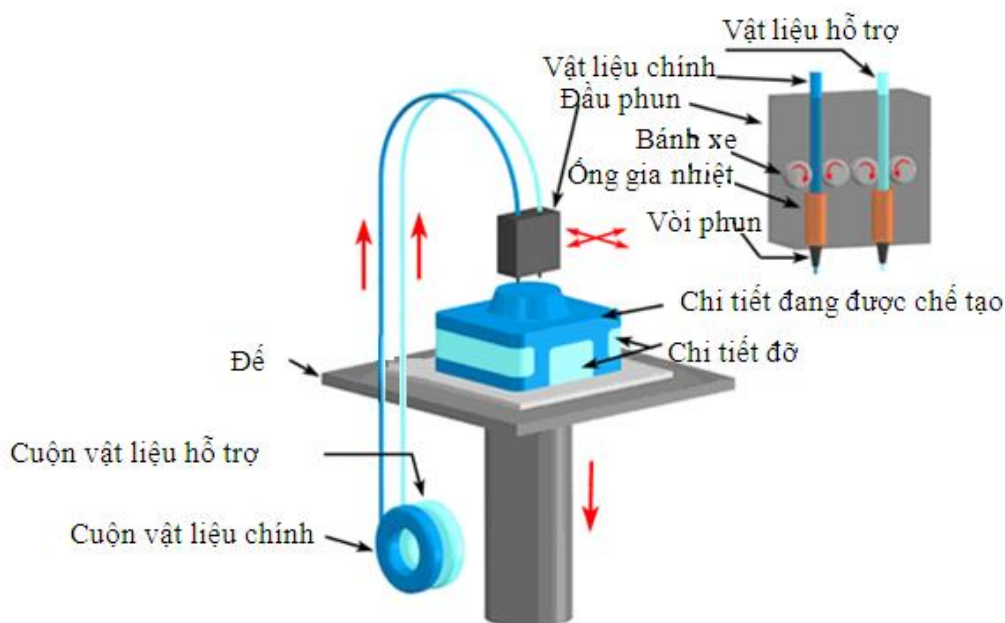
do có thể dễ dàng loại bỏ bằng cách bẻ gãy hoặc cắt ra khỏi chi tiết. Đối với các máy in 3D sơ cấp dạng FFF, thì vật liệu hỗ trợ vẫn là một hạn chế. Tuy nhiên, với các hệ thống được phát triển, cải tiến để sử dụng với hai đầu phun, vấn đề này đã phần nào được giải quyết.

Nói về chế tác hình mẫu, công nghệ FDM từ Stratasys là công nghệ có độ chính xác và tin cậy cao, tương đối thân thiện với môi trường văn phòng/studio, dù việc sử dụng các quá trình xử lý sau gia công có thể sẽ cần thiết trong nhiều trường hợp. Ở mức độ sơ cấp, công nghệ FFF tạo ra những mô hình có độ chính xác kém hơn nhiều, nhưng vấn đề này vẫn đang không ngừng được cải thiện.

Công nghệ này có thể tiêu tốn nhiều thời gian khi làm việc với một số biên dạng chi tiết phức tạp. Khả năng gắn kết giữa các lớp cũng là một vấn đề cần phải cân nhắc, vì có thể làm ảnh hưởng đến độ kín của sản phẩm. Tuy nhiên, quá trình xử lý sau khi in có thể giải quyết được phần nào vấn đề này.

Nguyên lý hoạt động của máy in 3D công nghệ FDM: Máy in 3D dùng công nghệ FDM xây dựng mẫu bằng cách đun nhựa nóng chảy rồi hoá rắn từng lớp tạo nên cấu trúc chi tiết dạng khối. Vật liệu sử dụng ở dạng sợi có đường kính từ 1.75 – 3mm, được dẫn từ một cuộn tới đầu đùn mà chuyển động điều khiển bằng động cơ servo. Khi sợi được cấp tới đầu đùn nó được làm nóng sau đó nó được đẩy ra qua vòi đùn lên mặt phẳng đế.

Trong máy in 3D (FDM) vật liệu nóng chảy được đẩy ra, đầu đùn sẽ di chuyển một biên dạng 2D. Độ rộng của đường đùn có thể thay đổi trong khoảng từ (từ 0,193mm đến 0,965mm) và được xác định bằng kích thước của miệng đùn. Miệng của vòi đùn không thể thay đổi trong quá trình tạo mẫu, vì thế cần phân tích các mô hình tạo mẫu trước khi chọn vòi đùn thích hợp.



Nguyên lí hoạt động của máy in 3D công nghệ FDM

Từ máy in 3D (FDM) lớp vật liệu nóng chảy được đùn ra nó nguội nhanh trong khoảng 1/10(s) và đông cứng lại. Khi một lớp được phủ hoàn thành trên mặt phẳng thì sẽ di chuyển sang một lớp khác mỏng thông thường từ 0,178mm đến 0,356mm và quá trình được lặp lại cho đến khi tạo xong sản phẩm.

Về vật liệu tạo mẫu khá đa dạng: Trong công nghệ tạo mẫu nhanh FDM, đường kính đùn ra từ vòi phun nằm trong khoảng 0,25-1mm, vì vậy hầu hết các loại vật liệu nhiệt dẻo đều có thể đáp ứng được với việc thay đổi kích thước. Ngoài ra, cùng một loại vật liệu nhưng có thể sử dụng nhiều màu sắc khác nhau để tạo ra những chi tiết yêu cầu nhiều màu sắc. Công nghệ tạo mẫu nhanh FDM tạo cơ tính tốt cho vật liệu tạo mẫu là nguyên nhân cơ bản dẫn đến sự phát triển nhanh chóng của công nghệ này, bởi vì nó đáp ứng tối đa các yêu cầu đa dạng của người sử dụng vật liệu.

Trong những năm qua nhu cầu cho các bộ phận, mô hình chức năng liên tục phát triển và công nghệ FDM rất phù hợp với các yêu cầu ngày nay. Công nghệ FDM có thể tạo ra những sản phẩm phức tạp mà các công nghệ tạo hình truyền thống không làm được. Những sản phẩm với kết cấu phức tạp, những sản phẩm có các khoảng rỗng bên trong với vỏ ngoài kín, những sản phẩm mang tính chất từ tượng...

1.2.5. Công nghệ in 3D dán nhiều lớp (Laminated Object Manufacturing – LOM)

Công nghệ LOM được sáng tạo bởi Michael Feygin vào năm 1985 và được tung ra thị trường năm 1986 bởi công ty California Helisys (Hoa Kỳ). Đây là kiểu in 3D sử dụng những vật liệu dễ dàng dát mỏng như giấy, gỗ, nhựa...Kiểu in này cho ra màu sắc chuẩn xác với bản mẫu thiết kế nhất. Trong quá trình in LOM các lớp giấy, nhựa hoặc kim loại cán mỏng dính bọc được hợp nhất bằng cách sử dụng nhiệt và áp lực, sau đó cắt thành hình với máy tính điều khiển tia laser và dao cắt. Sau khi thực hiện quá trình in, bước cuối cùng là gia công và khoan.

Các đối tượng 3D được tạo ra từng lớp, mỗi lớp sẽ được cắt bằng tia laser hoặc dụng cụ cắt chuyên dụng (cắt theo đường biên dạng với tốc độ khoảng 15 inch/giây) sau đó được dán chặt từng lớp, từng lớp vào với nhau tạo ra sản phẩm. Sau khi vật liệu dư thừa được cắt bỏ, đối tượng có thể được đánh giấy ráp hoặc được sơn. Mặc dù độ chuẩn xác của các loại máy in 3D công nghệ này là hơi thấp hơn so với các công nghệ SLA hay SLS, nhưng LOM là một trong những công nghệ in ấn giá cả phải chăng nhất và 3D nhanh nhất để tạo các bộ phận tương đối lớn. Nó cũng cho phép tạo nhiều màu sắc 3D in các đối tượng.

Công nghệ này cung cấp các dịch vụ in ấn bao gồm in các bộ phận như điện thoại, bút, đồ trang sức và nhiều vật hữu ích khác hoặc những đồ khách hàng thiết kế riêng.

Cụ thể về nguyên lý làm việc của quá trình LOM: 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 theo cầu

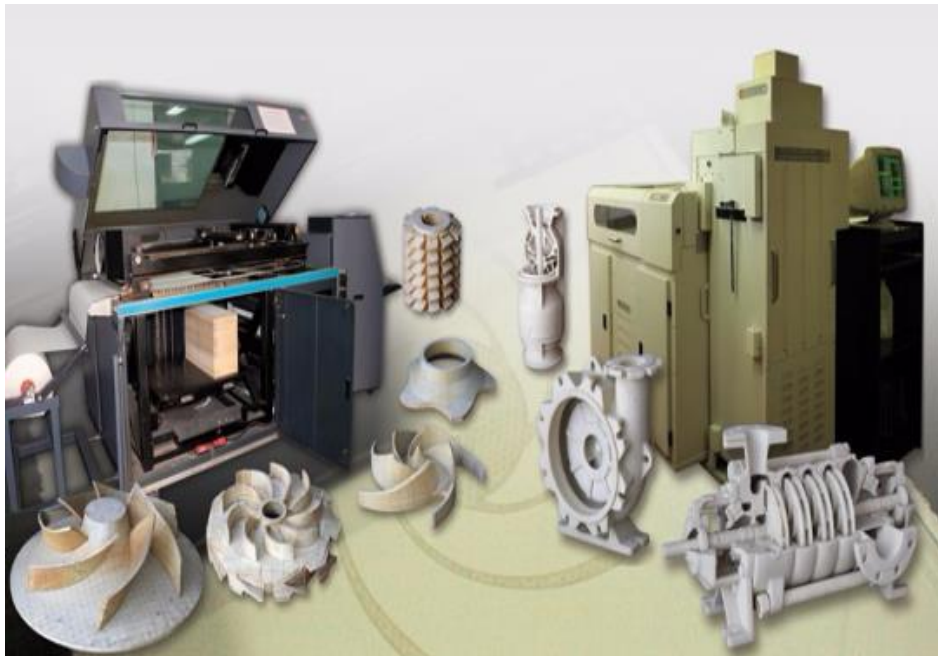
nâng hạ xuống thấp và vật liệu mới được nạp vào, cơ cấu lại nâng lên chậm đến vị trí thấp hơn chiều cao trước đó, trục cán sẽ tạo liên kết giữa lớp thứ hai với lớp thứ bằng đúng chiều dày lớp vật liệu kế tiếp. Chu kỳ này được lặp lại cho đến khi kết thúc.

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.

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.

Ưu điểm của công nghệ LOM: 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.

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.



Hình dáng máy in 3D công nghệ LOM và một số sản phẩm

1.2.6. Công nghệ "Laser kim loại thiêu kết trực tiếp" (Direct metal laser sintering - DMLS)

Năm 1994, hai hãng Rapid Product Innovations (RPI) và EOS GmbH đã phát triển Công nghệ “Laser kim loại thiêu kết trực tiếp” (Direct metal laser sintering - DMLS). Đây là một phương pháp tạo mẫu nhanh thuộc nhóm tạo hình theo lớp (Additive layer manufacturing), có thể sử dụng vật liệu bột kim loại và mở ra một hướng mới, hiệu quả hơn cho việc chế tạo những hệ thống phức tạp.

Công nghệ DMLS là một trong những công nghệ đầu tiên sản xuất nhiều bộ phận kim loại trong một quy trình. Với DMLS, kim loại bột (đường kính khoảng 20 micron), không chứa chất kết dính hoặc chất dẫn xuất, bị tan chảy hoàn toàn khi quét chùm tia laser công suất cao để chuyển thành một dạng vật liệu mới với các tính chất của vật liệu ban đầu. Lợi thế của công nghệ DMLS so với công nghệ SLS là độ phân giải cao hơn do sử dụng các lớp mỏng hơn, được tạo nên bởi các hạt có đường kính nhỏ hơn. Khả năng này cho phép tạo ra một phần hình dạng phức tạp hơn. Các lựa chọn vật liệu hiện đang được cung cấp bao gồm thép hợp kim, thép không gỉ, nhôm, đồng, cobalt-chrome, và titan. Tuy nhiên, hầu như bất cứ kim loại hợp kim nào cũng có thể được sử dụng trong công nghệ này.

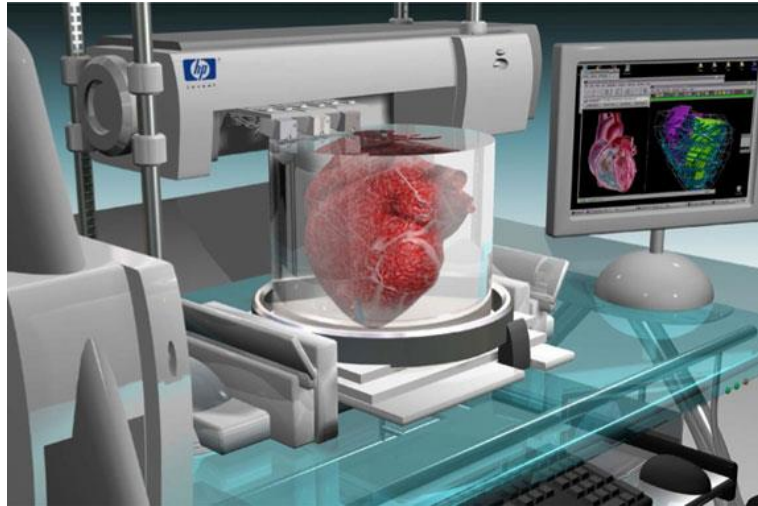
Ưu điểm của công nghệ DMLS so với những công nghệ tạo mẫu nhanh khác là có thể tạo ra những sản phẩm bằng kim loại với mật độ đạt trên 95% (công nghệ SLS chỉ đạt 70%) với độ chính xác và chi tiết cao do mỗi lớp tạo hình chỉ dày 20 μm .

Hiện nay, sản phẩm thương mại của công nghệ này là máy tạo mẫu nhanh EOSINT M 270 có thể gia công tạo hình chi tiết có kích thước tối đa 250mm x 250mm x 215mm với chiều dày mỗi lớp từ 20 μm đến 100 μm . Quá trình gia công một chi tiết trong hệ thống trên máy có thể được tóm tắt như sau: Nhận dữ liệu thiết kế 3D dưới dạng .stl, kiểm tra hình dạng, vị trí trước khi gia công; tiếp đến phủ bột kim loại theo từng lớp mỏng, chiếu tia laser (Yb-fiber laser 200w) để làm nóng chảy và đông đặc bột kim loại ở những vị trí cần thiết. Quá trình này tiếp tục cho đến khi hoàn tất. Sản phẩm sau khi gia công bằng công nghệ DMLS có thể được tiếp tục gia công CNC, nhiệt luyện, đánh bóng. Bột kim loại chưa thiêu kết được sử dụng lại trong những lần tiếp theo.

Công nghệ DMLS được sử dụng để sản xuất các bộ phận trực tiếp cho một loạt các ngành công nghiệp bao gồm cả hàng không vũ trụ, nha khoa, y tế và các ngành công nghiệp khác với có kích thước vật in nhỏ đến trung bình. Công nghệ này có thể tạo ra các bộ phận phức tạp để làm bộ phận cấy ghép. Ngoài ra, công nghệ này còn có thể tạo ra các bộ phận của tàu không gian vũ trụ đòi hỏi tiêu chuẩn chịu nhiệt cao. DMLS là một công nghệ rất hiệu quả về mặt chi phí và thời gian.

1.2.7. Công nghệ in phun sinh học (Inkjet-bioprinting)

Công nghệ in phun sinh học Bioprinting sử dụng một kỹ thuật tương tự như các máy in phun, trong đó một vòi phun định vị chính xác đặt một chấm nhỏ mực in để tạo thành hình dạng. Trong in phun sinh học, vật liệu được sử dụng là các tế bào của con người chứ không phải là mực. Đối tượng in được tạo ra bằng cách phun một hỗn hợp “vật liệu giàn giáo” (như hydrogel có chứa đường) và các tế bào sống được nuôi cấy từ các mô của bệnh nhân. Sau khi in, mô được đặt trong một buồng với nhiệt độ và điều kiện oxy thích hợp để tạo điều kiện cho tế bào tăng trưởng. Khi các tế bào đã được kết hợp, “vật liệu giàn giáo” được lấy ra và mô đã sẵn sàng để được cấy ghép.



Công nghệ in phun sinh học giúp tái tạo 100% mô hình quả tim người

Công nghệ in phun sinh học là một công cụ kỹ thuật tương đối mới được sử dụng để thiết kế cấu trúc tế bào 3D cho các liệu pháp cấy ghép. Định nghĩa về in ấn sinh học đã được Guillemot, Mironov và Nakamura đưa ra trong năm 2010: "Sử dụng các quy trình truyền tải bằng máy tính để làm mẫu và lắp ráp các vật liệu sống nhằm sản xuất các cấu trúc công trình sinh học phục vụ các nghiên cứu và ứng dụng y học tái tạo, được động học và nghiên cứu sinh học tế bào cơ bản."

Nền tảng công nghệ này đã tận dụng lợi thế của in phun 2D. Bioprinting cho phép phun các protein ma trận ngoại bào để cung cấp một chất nền xác định cho tế bào, xây dựng các cấu trúc tế bào phức tạp, hoặc để cung cấp gen và enzyme cho các tế bào. Trong phiên bản đơn giản nhất của nó, in ấn sinh học 3D là nhằm mục đích in một lớp các tế bào trên lớp của các tế bào khác hoặc vật liệu sinh học giàn giáo. Mặt khác, in ấn sinh học 3D sẽ là một nền tảng tạo điều kiện cho việc xây dựng các mô hoặc các cơ quan phức hợp, đa bào.

Ưu điểm của máy in sinh học 3D là mô hoặc cơ quan có thể được tạo ra theo từng lớp một để đạt được hình học giải phẫu chính xác. In sinh học 3D có thể thu được bằng in bằng laser hỗ trợ sinh học (LaBP) hoặc in phun (IBP).

II. ỨNG DỤNG CỦA IN 3D

Công nghệ in 3D đang ngày càng phát triển, không chỉ giúp cho việc chế tạo khuôn mẫu được chính xác và dễ dàng hơn mà còn tìm được nhiều ứng dụng trong thực tế cuộc sống. Công nghệ in 3D đang được ứng dụng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp sản xuất chế tạo, y khoa, kiến trúc, xây dựng... Dưới đây là những lĩnh vực chính được ứng dụng công nghệ in 3D.

2.1. Công nghiệp sản xuất/chế tạo

Các ngành công nghiệp sản xuất/chế tạo đã trở thành đối tượng sử dụng in 3D nhiều nhất. Lý do chính khiến công nghệ sản xuất 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.

Trong ngành công nghiệp ô tô: 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, chiếc xe hơi đầu tiên được tạo ra bằng công nghệ in 3D là Urbee, được sản xuất toàn bộ bằng công nghệ in 3D. Đa số chi tiết máy được in trên máy in 3D của Công ty Statasys - nhà sản xuất các hệ thống sao chép nhanh các loại khuôn mẫu. 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. Tuy Urbee chưa thể đạt được vận tốc như những chiếc ô tô thông thường nhưng lại tiết kiệm nhiên liệu hơn hẳn và được thiết kế khá đẹp mắt.



Chiếc xe ô tô Urbee đã được sản xuất toàn bộ bằng công nghệ in 3D

Urbee được làm bằng cách dùng một chiếc máy in 3D đặc biệt, in dần từng lớp thân xe và phần lớn các chi tiết máy. Bởi thế nên quá trình “sản xuất kỹ thuật số” này thu hút rất nhiều sự chú ý, vì nó khác xa với thông thường, và cũng vô cùng đơn giản “chỉ là đặt những chất liệu vào vị trí cần thiết”.

Urbee là một trong những chiếc xe “xanh” nhất trên thế giới từ trước tới nay, với một động cơ hỗn hợp xăng và điện bên dưới. Nó sử dụng năng lượng chỉ bằng một phần tám các loại phương tiện tương tự, có thể chạy 200 dặm/gallon trên đường cao tốc. Và tuyệt vời hơn, Urbee được tạo thành từ các vật liệu tái chế. Chiếc xe mất đến 15 năm để nghiên cứu và chế tạo này có ba bánh, hai chỗ ngồi và một động cơ đốt trong cho những trường hợp khẩn cấp. Động cơ xi-lanh của nó chỉ 8 mã lực, nhưng có thể chạy 70 dặm một giờ nếu cần thiết, bởi sự nhẹ nhàng và tính hiệu quả. Chất liệu tạo ra nó có thể bền trong 30 năm. Với giá mua mới vào khoảng 50.000 USD, nhưng giá Urbee sẽ giảm khi được sản xuất hàng loạt.

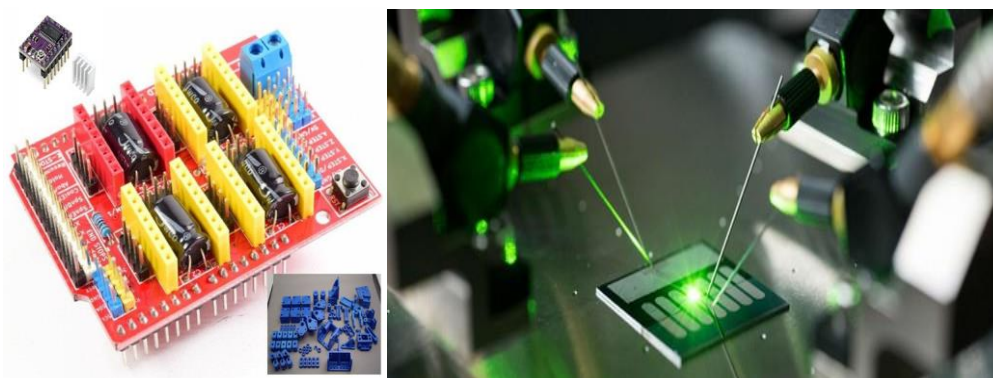
Tại triển lãm Geneva 2014, Hãng EDAG đã giới thiệu một công nghệ in 3D để sản xuất xe hơi EDAG Genesis có bộ khung dạng xương và các bộ phận khác với hình dạng mà công nghệ sản xuất xe thông thường không thể làm được, nhưng công nghệ 3D có thể. Hãng EDAG cho biết, công nghệ mới cho phép xe sử dụng những hình

dạng và cấu trúc có trong tự nhiên, với kết cấu cứng và nhẹ là bản chất, như các loại vỏ ốc hay cấu trúc tổ ong bên trong xương. Bộ khung dạng xương của Genesis có cấu trúc chống va chạm, giống bất cứ chiếc xe hơi nào hiện nay. Chỉ có điều, kết cấu này phức tạp hơn nhiều so với bất cứ thứ gì có thể được sản xuất bằng cách dập hay ép kim loại, đồng thời tạo ra độ cứng và bền vượt trội.

Các nhà sản xuất xe hơi lớn của Hoa Kỳ là Ford, GE và Mattel đang sử dụng in 3D để cắt giảm chi phí và thời gian sản xuất trong giai đoạn tạo mẫu. Ford sử dụng công nghệ in 3D trong việc chế tạo các đầu xi-lanh được sử dụng trong động cơ EcoBoost (động cơ sử dụng trong xe đua) nhằm giảm nhiên liệu tiêu thụ. Công đoạn này đã giảm khoảng 20-45% thời gian sản xuất. Còn GE thì ứng dụng công nghệ in 3D trong quá trình sản xuất đầu dò siêu âm, giúp cắt giảm khoảng 30% chi phí hoạt động.

Trong ngành công nghiệp điện tử: 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. Rõ ràng, khi áp dụng công nghệ này thì những chi tiết phức tạp được in ra một cách nhanh chóng và chuẩn xác hơn rất nhiều.

Hãng Cartesian của Úc đã tạo ra máy in 3D Argentum, phun ra mực dẫn điện (làm bằng các hạt nano bạc) lên giấy, vải, acrylic, nhựa, MDF và nhiều chất liệu sợi thủy tinh khác, tạo ra các bo mạch cứng và linh hoạt, thậm chí có thể được dệt vào quần áo.



Máy in 3D có thể in mạch điện tử

Mới đây, tháng 6/2017, một nhóm sinh viên tốt nghiệp Đại học Stanford đã chế tạo ra một dạng máy in 3D có chức năng tạo ra các mạch điện có thể hoạt động được tên là Rabbit Proto. Cụ thể máy in 3D xử lý các chất liệu bán dẫn song song với chất liệu nhựa thông thường. Các vật liệu dẫn điện có thể được nhúng trong các mô hình 3D và in ra trong cùng quá trình in 3D đó. Đầu in 3D Proto Rabbit được thiết kế để phù hợp với các phiên bản khác nhau của máy in RepRap. Máy in RepRap là sản phẩm được thiết kế để có thể in hầu hết các thành phần chất liệu, trong đó có Acrylonitrile butadiene styrene (ABS), Axid polylactic (PLA), hoặc các hình thức khác của nhựa polymer nhiệt.

Trong lĩnh vực năng lượng: Hãng Siemen đã chế tạo và thử nghiệm thành công cánh quạt động cơ Turbine khí bằng công nghệ in 3D, mở đường cho các nhà sản xuất điện và các thiết bị nặng khác sử dụng công nghệ in 3D, không những để chế tạo các

mô hình hoặc nguyên mẫu mà còn chế tạo những chi tiết thực tế trong sản phẩm của họ.



Siemens đã thử nghiệm cánh quạt tua bin khí lần đầu tiên được thực hiện hoàn toàn bằng một quy trình in 3D

Tua bin khí là động cơ đốt trong tạo ra dòng điện ở trung tâm khối động cơ. Chúng chuyển đổi khí đốt tự nhiên hoặc các nhiên liệu lỏng sang năng lượng cơ học, dẫn động máy phát điện sinh ra năng lượng điện. Siemens cho biết thử nghiệm đã được tiến hành thành công tại Trung tâm thử nghiệm tuabin ở London (Anh) trong vài tháng, là một bước tiến lớn trong việc sử dụng công nghệ in 3D để chế tạo các thiết bị phát điện. Một trong những lĩnh vực đòi hỏi khắt khe nhất đối với tính ứng dụng công nghệ này.

Trước đây, quá trình sản xuất cánh quạt tuabin có thể chịu được các điều kiện này được sản xuất thông qua quá trình đúc hoặc rèn, đòi hỏi tốn nhiều thời gian và chi phí. Tuy nhiên, nếu những cánh quạt tuabin này có thể được sản xuất bằng cách sử dụng công nghệ in 3D, quá trình sản xuất chúng sẽ đơn giản hơn và ít tốn kém hơn rất nhiều. Trong quá trình in 3D, chùm tia laze chiếu vào các lớp bột kim loại để nung nóng đến khi tan chảy rồi sau đó được làm nguội. Quá trình này được lặp đi lặp lại từng lớp một cho đến khi một nguyên mẫu cánh quạt tuabin được in 3D hoàn tất. Ứng dụng quá trình này, nhóm kỹ sư của Siemens đã sản xuất ra một cánh quạt tuabin khí từ thiết kế của nó chỉ trong hai tháng so với hai năm, khoảng thời gian để sản xuất một cánh quạt tuabin thông thường. Tính linh hoạt mới trong sản xuất cho phép điều chỉnh chính xác hơn theo yêu cầu của khách hàng và cung cấp các bộ phận, phụ tùng riêng theo yêu cầu.

Ngành hàng không vũ trụ và quốc phòng: Trong các lĩnh vực hàng không vũ trụ và quốc phòng cũng đã áp dụng công nghệ in 3D vào thực tiễn như sản xuất các bộ phận của máy bay, tàu vũ trụ, chế tạo súng ... Đa phần in 3D đều được sử dụng để sản xuất các bộ phận phức tạp nhất.



Hàng không vũ trụ và quốc phòng cũng đã áp dụng công nghệ in 3D

Người ta đã ứng dụng công nghệ sản xuất 3D 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.

Những máy In 3D đã xâm nhập vào công nghệ hàng không và tạo ra nhiều sản phẩm giá trị cao, khối lượng thấp. Airbus là hãng hàng không đầu tiên áp dụng công nghệ in 3D để tạo ra nhiều bộ phận cho chiếc máy bay. Airbus cho biết các sản phẩm tạo ra bởi công nghệ In 3D tốt hơn, chắc hơn, nhẹ hơn từ 50%-80%, và cứ giảm bớt được 220 cân nặng thì công ty tiết kiệm được 2,5 triệu USD tiền mua nhiên liệu mỗi năm. Hiện hãng Boeing cũng đã in 200 bộ phận khác nhau cho 10 loại máy bay.

Cơ quan Hàng không Vũ trụ Hoa Kỳ (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.



NASA đã cùng với đối tác là công ty Made in Space phát triển máy in 3D trên không gian. Những đợt thử nghiệm công nghệ in 3D trên tàu giả lập không trọng lượng Vomit Comet

Máy in 3D Made in Space thử nghiệm trên tàu giả lập không trọng lượng Vomit Comet

đã được bắt đầu từ năm 2011. Máy in 3D này sẽ sản xuất các thiết bị phụ kiện, bộ phận thay thế hay tái chế nguyên liệu trong suốt chuyến bay. Made in Space hi vọng máy in 3D này có thể tạo được ra những vệ tinh nhỏ như CubeSats. Và gần đây, NASA đã cho biết tiềm năng của máy in 3D trong việc chế tạo đèn chiếu sáng không gian và khả năng phục vụ việc khám phá vũ trụ là rất lớn. Công nghệ in 3D cũng cho phép cuộc thám hiểm không gian kéo dài hơn bình thường.



NASA đã dùng máy in 3D sản xuất áo giáp "Chain mail"

Tháng 4/2017, NASA đã dùng máy in 3D sản xuất áo giáp "Chain mail" bảo vệ phi hành gia và tàu vũ trụ. "Chain mail" là loại áo giáp thiết yếu đối với một chiến binh thời trung cổ, nó xuất hiện trong rất nhiều phim, truyện và trò chơi. Nhưng hiện nay, các kỹ sư của NASA đang hi vọng có thể sử dụng loại áo giáp này cho các nhiệm vụ ngoài không gian. Đương nhiên loại áo giáp này sẽ được NASA "nâng cấp" để nó trở nên hữu ích trong việc giúp các phi hành gia và tàu vũ trụ chống chịu với môi trường khắc nghiệt của vũ trụ. Được phát triển bởi một nhóm nghiên cứu của Raul Polit Casillas từ Phòng thí nghiệm Phản lực ở Pasadena, California. Các nhà khoa học NASA đã tạo ra phiên bản "chain mail" của thế kỷ 21. Thay vì một thợ rèn thời trung cổ dành hàng tuần lễ để nối từng vòng kim loại nhỏ lại với nhau thành hình chiếc áo, các nhà khoa học đã sử dụng máy in 3D để tạo ra chiếc áo. Điều đó có nghĩa là, những chiếc "áo giáp" có thể được sản xuất khi cần thiết ở trạm không gian, hoặc các môi trường sống khác trên Trái đất, tùy thuộc vào nơi mà chúng ta sẽ đặt chân đến trong những thập kỷ tới.

NASA còn dự định sử dụng máy in 3D để xây dựng nhà trên Mặt trăng, tạo các thiết bị di chuyển bao gồm cả động cơ tên lửa...

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.



Khẩu súng bắn đạn thật được sản xuất bằng công nghệ in 3D

Khẩu súng bắn đạn thật đầu tiên được sản xuất bằng công nghệ in 3D ra đời năm 2013, khẩu súng mang tên Liberator của một sinh viên người Mỹ là Cody Wilson. Liberator được tạo nên từ 16 thành phần linh kiện khác nhau trong đó 15 chi tiết làm bằng nhựa ABS, chỉ riêng kim hỏa làm từ kim loại. Hiện tại, bản thiết kế súng 3D của Wilson đã có hàng trăm nghìn lượt tải và trở nên cực kỳ phổ biến, thậm chí nằm ngoài tầm kiểm soát của Chính phủ Hoa Kỳ.

Khác với khẩu súng Liberator trước đây, khẩu súng được sản xuất bằng máy in 3D của hãng Solid Concepts dùng chất liệu kim loại và có khả năng bắn 50 loạt đạn. Solid Concepts, hãng chế tạo ra chiếc súng 3D kim loại này cho biết họ đã sử dụng Công nghệ DMLS và nhiều loại bột kim loại để chế tạo ra sản phẩm. Theo Solid Concepts, việc chế tạo ra "súng thực sự" bằng cách in 3D là để chứng minh rằng tiềm năng của công nghệ in 3D rất lớn, vượt xa ngưỡng "in đồ trang sức và đầu Yoda (một nhân vật trong Star Wars)" như người ta vẫn thường nghĩ. Những gì mà hãng Solid Concepts làm với súng được in 3D đã cho thấy công nghệ DMLS là một công nghệ khả thi và có tiềm năng không hề nhỏ trong sản xuất súng bằng máy in 3D. Với khả năng bắn được 50 loạt đạn, và thậm chí là còn hơn thế, những khẩu súng in bằng công nghệ DMLS là rất chất lượng. Và trong tương lai, sự phổ biến của công nghệ này là không thể tránh khỏi.

Công nghệ in 3D được phát triển với mục đích thúc đẩy sự tiến hóa của nhiều ngành khoa học. Thậm chí Chính phủ Hoa Kỳ đã cho phép dùng máy in 3D để sản xuất một số loại vũ khí chiến đấu phục vụ quốc phòng và có thể trang bị cho các lực lượng đặc nhiệm. Tuy nhiên, nếu không thể kiểm soát tình hình hiện nay, xã hội Hoa Kỳ có thể phải đứng trước nhiều nguy cơ khủng bố cũng như bạo lực bằng vũ khí nóng leo thang.

Công nghệ in 3D không chỉ tạo ra những thiết kế mới đáng kinh ngạc mà còn đưa công nghệ quốc phòng sang một giai đoạn mới. Công nghệ in 3D đem đến sự linh hoạt cho quân đội, nhà sản xuất quốc phòng và quân sự của chính phủ trong thiết kế

những chi tiết thành phẩm đơn lẻ, tạo ra công cụ với thể tích nhỏ nhanh hơn và xây dựng các mô hình phức tạp rất chính xác. Điều này thực sự là điểm mạnh khi thiết bị tùy chỉnh là vô cùng cần thiết cũng như nhằm đáp ứng thời gian biểu chặt chẽ.

Hiện nay, các nền công nghiệp quốc phòng lớn trên thế giới đang hướng tới việc vận dụng công nghệ in 3D trong sản xuất. Điển hình như ở Hoa Kỳ, Lầu Năm Góc đã đầu tư một khoản không hề nhỏ cho việc in 3D quân phục, các mẫu da nhân tạo giúp điều trị vết thương, thậm chí cả đồ ăn phục vụ quân đội. Các nhà khoa học tại Học viện công nghệ Massachusetts (MIT) cũng đã sáng tạo ra vật liệu cho in 3D có thể thay đổi khi tiếp xúc với các yếu tố khác nhau, ví dụ như nước. Công nghệ mới này mở ra triển vọng một ngày không xa, quân đội sẽ có những bộ quân phục đổi màu theo môi trường.

Hoa Kỳ đã cho xây dựng một viện nghiên cứu công nghệ in 3D thí điểm ở Youngstown, Ohio với khoản trợ cấp liên bang là 30 triệu USD. Nó bao gồm một tổ hợp các công ty sản xuất, các trường đại học, trường cao đẳng cộng đồng và các nhóm phi lợi nhuận trên khắp Virginia Ohio Pennsylvania.

Cựu Tổng thống Hoa Kỳ Barack Obama từng tuyên bố, Chính phủ Hoa Kỳ rất quan tâm đến công nghệ in 3D. Theo ông Obama thì công nghệ này có thể đóng một vai trò quan trọng trong ngành công nghiệp quốc phòng và thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp sản xuất của Hoa Kỳ. Mà cụ thể thì công nghệ này có thể giúp thiết kế vũ khí và trang bị mới cho quân đội.

Ba lĩnh vực công nghệ chính mà Hoa Kỳ muốn áp dụng công nghệ in 3d vào là sản xuất kỹ thuật số, sản xuất kim loại nhẹ và hiện đại, và thiết bị điện tử thế hệ tiếp theo. Ví dụ như trong sản xuất kim loại nhẹ và hiện đại thì công nghệ này sẽ giúp giảm giá thành chế tạo và nâng suất các động cơ tua-bin gió, các thiết bị y tế, động cơ và các loại xe chiến đấu bọc thép, chế tạo vũ khí công nghệ cao hoặc các thiết bị dành cho lực lượng đặc nhiệm.

Tuy nhiên, các chuyên gia cũng nhận định, nếu công nghệ in 3D thực sự được áp dụng rộng rãi và thay thế cho hoạt động sản xuất thông thường, thế giới sẽ phải chứng kiến những biến động lớn cả về chính trị, quốc phòng và kinh tế, sẽ có những biến động chính trị ở các quốc gia có nền công nghiệp quốc phòng lớn như Hoa Kỳ khi nhiều công ty trải khắp đất nước tạo việc làm cho hàng triệu người đứng trước nguy cơ bị cắt hợp đồng phục vụ cho quân đội.

2.2. Y tế và chăm sóc sức khỏe

Ưu điểm của in 3D được thể hiện rất rõ trong lĩnh vực y tế và chăm sóc sức khỏe với vô vàn ứng dụng. Công nghệ 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 3D hoặc một máy quét 3D. Sau đó, mô hình sinh học được tạo ra từng lớp từng lớp nhờ vào công nghệ in 3D. 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. Chẳng hạn như giúp bác sỹ có thể luyện tập phẫu thuật giả lập bằng các mô nội tạng nhân tạo hoặc chế tạo các dụng cụ trong y học được sử dụng để đưa hoặc gắn vào trong cơ thể.

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. Các dụng cụ y tế như máy trợ thính, khung đỡ, mặt nạ, răng giả... đều có thể sản xuất bằng công nghệ 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. Nếu các cơ quan này được tạo ra từ các tế bào gốc của bệnh nhân, nó sẽ ít có nguy cơ bị đào thải bởi hệ miễn dịch của người đó.

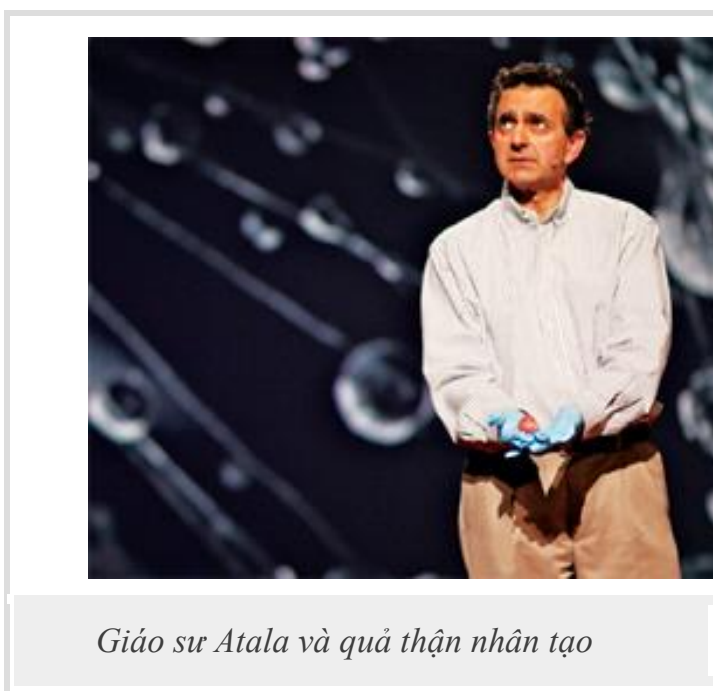
Chuỗi cung ứng dược phẩm cũng được thực hiện tốt hơn với in 3D. Trong tương lai, các hiệu thuốc hoặc thậm chí cá nhân có thể tự in các loại thuốc riêng cho mình từ các hợp chất thuốc bằng cách sử dụng máy in 3D. Hệ thống yêu cầu tùy biến cho phép kiểm soát và phân phối thuốc chính xác. Điều này giúp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

Trong lĩnh vực y học, công nghệ in 3D có thể giúp cứu sống một trường hợp bệnh nhân cá biệt đặc thù, mặt khác cũng có thể ứng dụng giúp nhiều bệnh nhân dần dần từng giải quyết các vấn đề sức khỏe thông thường. Đặc biệt các ứng dụng của công nghệ này đang được phát triển mạnh trong lĩnh vực về ngoại khoa. Ví dụ như dùng để chế tạo máy trợ thính. Kể từ khi bắt đầu sử dụng máy in 3D để sản xuất máy trợ thính, hàng triệu người đã được hưởng lợi từ đó. Máy trợ thính nếu không thích hợp với tai của người sử dụng, sẽ gây áp lực lên xương tai, khiến tai bị đau và chất lượng âm thanh sẽ bị giảm theo. Nếu sử dụng máy in 3D chúng ta có thể chế tạo các sản phẩm thích hợp hơn, thoải mái hơn với từng người sử dụng. Không những thế, thời gian gần đây người ta còn đang sử dụng máy in 3D để phát triển các sản phẩm (lót) để giày phù hợp với người gặp các vấn đề như hình dạng của xương chân, hoặc các bệnh về xương như thấp khớp.

Về những ứng dụng của sản phẩm in 3D trong lĩnh vực ngoại khoa, các sản phẩm in 3D có thể được sử dụng để cấy trực tiếp vào trong cơ thể người. Ví dụ, do hình dạng của khớp gối rất phức tạp, khi gắn khớp nhân tạo thì chỉ cần điều chỉnh rất nhỏ về góc độ cũng có thể giúp giảm đáng kể áp lực lên đầu gối bệnh nhân. Đây chính là lĩnh vực tiềm năng lớn dành cho công nghệ in 3D. In 3D cũng bắt đầu được sử dụng để sản xuất hộp sọ nhân tạo. Cụ thể khi phẫu thuật cắt bỏ u xương ác tính của bệnh nhân, người ta thay thế phần đã bị cắt bỏ bằng phần sọ nhân tạo đã được chế tạo bằng máy in 3D. Thông thường trước kia người ta dùng titan để cấy ghép, vấn đề ở chỗ khi bệnh nhân tái phát rất khó để xác định vị trí phần titan đã được sử dụng. Nếu sử dụng

công nghệ in 3D có thể khắc phục nhược điểm này. In 3D còn rất hữu dụng trong giả lập mô phỏng phẫu thuật.

Trên thực tế đã có rất nhiều bộ phận cơ thể người đã được in ra thành công bằng công nghệ in 3D. Chẳng hạn, tháng 4/2013, các nhà khoa học Anh đã thành công trong việc sử dụng máy in 3D để tạo ra vật liệu giống như mô sinh học, có thể thực hiện một số chức năng giống tế bào con người. Ngay từ năm 2011, bác sĩ phẫu thuật Anthony Atala đã giới thiệu một mẫu thận nhân tạo được làm từ công nghệ in 3D.



Giáo sư Atala và quả thận nhân tạo

Quy trình tạo ra các bộ phận nhân tạo không khác nhiều với quy trình sản xuất vật dụng thông thường khác. Vật liệu ở đây là một hỗn hợp của collagen và các tế bào của bệnh nhân để tạo ra một cấu trúc 3D. Mặc dù chưa thực sự hoàn thiện trong việc tạo ra các bộ phận phức tạp nhưng một số cấu trúc đơn giản như sụn, ống quang đã có thể ứng dụng trong thực tế.

Công nghệ in 3D giúp tái tạo 100% mô hình quả tim người. Mô hình quả tim chế tạo bằng công nghệ in 3D đã cứu sống tính mạng của 1 bé trai 14

tháng tuổi trong 1 ca phẫu thuật tim tháng 2/2014. Đây là kết quả chế tạo của các kỹ sư tại trường khoa học kỹ thuật J.B Speed trực thuộc Đại học Louisville. Các nhà khoa học đã tạo nên 1 mô hình quả tim của trẻ em bằng công nghệ in 3D có kết cấu giống hệt tim bệnh nhân và mang đến cảm giác như thật khi bác sĩ chạm tay vào, cho phép các bác sĩ có thể lên kế hoạch tốt hơn trước khi ca phẫu thuật được chính thức thực hiện. Sử dụng các hình ảnh chụp CT quả tim của bé trai, các nhà nghiên cứu đã tạo nên 1 mô hình quả tim bằng công nghệ in 3D với kích thước lớn gấp 1,5 lần so với kích thước thật. Quả tim được chế tạo gồm 3 phần từ các sợi dẻo, mất khoảng 20 giờ để thực hiện và tốn tổng chi phí 600 USD. Bác sĩ phẫu thuật tim Erie Austin III, trưởng ê kíp phẫu thuật đã sử dụng mô hình quả tim để đưa ra giải pháp và lên kế hoạch trong tiến trình phẫu thuật. Cuối cùng, ê kíp đã có thể giải quyết được tất cả các khuyết tật chỉ trong 1 ca mổ duy nhất. Mô hình quả tim chính là giải pháp để lên kế hoạch cho 1 ca phẫu thuật tim vốn dĩ hết sức phức tạp này.

Tương tự, công nghệ in 3D cũng giúp các bác sĩ phẫu thuật ghép mắt, phẫu thuật thay xương hàm. Để tăng tỷ lệ thành công, ê kíp phẫu thuật sử dụng các mô hình phân đầu giống với kích thước thật của bệnh nhân, được tạo ra nhờ ảnh chụp CT và công nghệ in 3D. Mô hình này giúp các bác sĩ nắm rõ cấu trúc giải phẫu phần mặt của bệnh nhân trước khi tiến hành phẫu thuật. Điều này cũng giúp rút ngắn thời gian phẫu thuật và có lợi cho bệnh nhân.



Trong y học công nghệ in 3D có những đóng góp to lớn như sản xuất ra các bộ phận: tai, mũi, xương, răng, chân, tay ... bằng những chất liệu chuẩn xác nhất có thể mô phỏng và thay thế các bộ phận của con người.

Công nghệ in 3D FDM còn có khả năng tạo ra mẫu vật, bộ phận thay thế cho xương người, hộp sọ trong ngành y học, những bộ phận hỗ trợ con người như tay giả, chân giả, để giúp con người phục hồi chức năng. Nhờ có tạo mẫu nhanh bằng phương pháp in 3D FDM mà việc liên kết các bộ phận hỗ trợ chức năng cho những người bị tai nạn lao động, tai nạn giao thông trở nên dễ dàng hơn, làm cho người sử dụng không bị đau khi liên kết những bộ phận hỗ trợ. Ngoài ra, công nghệ FDM còn tạo ra những chi tiết như hộp sọ, xương tay, xương chân, các bộ phận trên cơ thể con người để phục vụ cho ngành giáo dục y học.

Từ các dữ liệu CT hoặc MRI, dữ liệu sẽ được xử lý sau đó đưa vào máy tạo mẫu nhanh FDM sẽ tạo ra các phần thay thế cho con người như xương (như hộp sọ, răng) hoặc những mô hình phục vụ cho việc học tập hay giáo dục (chẳng hạn như thận), và các bộ phận khác nhau được tạo mẫu bởi những vật liệu màu sắc khác nhau, tạo những hình ảnh trực quan trong ngành giáo dục y học trong các trường y. Các mô hình cơ quan trong cơ thể con người để giúp bác sĩ chẩn đoán các trường hợp bệnh tật cũng như xác định, lựa chọn phương án điều trị có lợi nhất, đây là vấn đề được sự quan tâm rất lớn trong ngành y khoa. Đối với kỹ thuật phục hồi chức năng, công nghệ in 3D tạo ra các chi tiết giả để phục vụ cho những nạn nhân bị mất những bộ phận trong tai nạn, với thời gian phục hồi nhanh, tạo hình để liên kết các bộ phận giả và cơ thể, đảm bảo đạt mục đích chức năng mà không làm người sử dụng.

Công nghệ in 3D đã rất thành công trong lĩnh vực nha khoa và chế tạo chân tay giả. Độ chính xác cao, cũng như độ thẩm mỹ được cải thiện giúp bệnh nhân dễ dàng thích ứng sử dụng. Với công nghệ in 3D, công ty Not Impossible Labs đã lần đầu tiên tạo ra những bộ chân tay giả với chi phí chỉ khoảng 100 USD. Các nhà khoa học tại Công ty thiết kế Autodesk và Đại học Toronto đang phát triển một phần mềm cho phép quét các bộ phận của người khuyết tật, sau đó thiết kế những bộ phận thay thế sao cho phù hợp nhất với giá thành thấp. Với y học phát triển như hiện nay, những

người không may mắn bị mất đi tay hoặc chân của mình đã có cơ hội hoạt động bình thường với những bộ chân tay giả có thể cử động linh hoạt. Máy in 3D có thể đáp ứng các tiêu chí trên khi sản xuất được bàn tay nhẹ, giá rẻ và có độ tương thích cao.

Một trong những lĩnh vực được chính thức áp dụng kỹ thuật in 3D là in xương người cho cấy ghép. Các nhà nghiên cứu của Đại học bang Washington (Hoa Kỳ) đã in được cấu trúc như xương, đóng vai trò như khung giàn giáo cho tế bào xương mới phát triển trước khi nó thoái hóa dần. Cấu trúc này được in bằng calcium phosphate và thử nghiệm thành công ở động vật. Các chuyên gia hy vọng phương pháp này có thể giúp chữa trị những bệnh nhân bị rạn hoặc gãy xương.

Hiện nay, các nhà khoa học đã thành công trong việc sử dụng máy in phun 3D để tái tạo các tế bào mắt, tế bào da người, in cấu trúc mô có cả mạng lưới mạch máu bên trong bằng loại "mực in sinh học" chứa các thành phần chiết xuất từ mô cơ thể.

Tuy chưa thật sự hoàn hảo, song công nghệ in 3D đang có những bước tiến dài trong lĩnh vực phẫu thuật, y học. Những ứng dụng tiên tiến trên đây cho thấy công nghệ in 3D đang giúp ích cho các bệnh nhân và mở ra xu hướng y học mới.

2.3. Kiến trúc và xây dựng

Ngành xây dựng đã sẵn sàng để đón nhận một làn sóng kỹ thuật mới gọi là công nghệ In 3D vào việc thi công các công trình dân dụng từ cầu cống đến các loại kiến trúc. Nền công nghiệp hiện đại đang tiến dần đến thời kỳ công nghiệp 4.0 đặc trưng bởi sự phối hợp giữa 3 công nghệ mới – In 3D, cảm biến, và robot; và người ta mỗi ngày một khám phá thêm những ứng dụng mới từ bộ ba công nghệ này.

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 và bê tông. 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.

Công nghệ In 3D bắt đầu vượt ra ngoài khuôn khổ của các máy in để trực tiếp thực hiện công việc tại công trường xây dựng bằng sáng kiến sử dụng robot. MX3D, một công ty công nghệ In 3D tại Hà Lan đang tiên phong trong kỹ thuật mới này bằng việc triển khai dự án in toàn bộ một cây cầu bằng thép khẩu độ 15m bắc qua một kênh đào tại thủ đô Amsterdam, tạo nên một nguyên mẫu cho phương pháp In 3D bằng các robot làm việc tự động theo phần mềm lập trình sẵn.

Trước đây để thực hiện một cây cầu tương tự người ta phải lắp ráp từng bộ phận đã đúc sẵn, bởi cho tới bấy giờ công nghệ in 3D mới chỉ sử dụng phương pháp thiêu kết từng lớp mỏng bột kim loại bằng tia laser, cho ra những cấu kiện nhỏ bên trong máy in mà cỡ lớn nhất thuộc thế hệ máy BAAM được dùng để chế tạo mẫu xe Strati. Cầu in 3D bằng robot ở Amsterdam là công trình phối hợp giữa kiến trúc sư Joris Laarman, công ty công nghệ in MX3D, công ty phần mềm Autodesk và công ty xây dựng Heijmans.

Bằng việc sử dụng các chất liệu kim loại từ sắt, thép không rỉ đến nhôm, đồng, thau, các cánh tay robot phối hợp liên tục để in ra các kết cấu phức tạp của cây cầu một cách dễ dàng, bắt đầu từ hai bờ tiến vào giữa cho đến khi chiếc cầu được nối liền. Các robot làm việc ngay trên phần kết cấu vừa hoàn tất như những người thợ chuyên nghiệp để cuối cùng cho ra cây cầu hiện đại biểu tượng cho công nghệ mới trong vòng hai tháng.

In 3D để tạo nên một cây cầu hay một công trình xây dựng không còn là câu chuyện của tiểu thuyết. Công nghệ mới đang rút ngắn thời gian, giảm bớt chi phí, tạo nên chất lượng tốt hơn, đẹp hơn, và gần như không có chất thải của vật liệu xây dựng hay giàn giáo. Điều khác biệt giữa công nghệ này với công nghệ truyền thống là vượt ra bên ngoài khuôn khổ của máy in, thay vào đó những con robot sáu trục sẽ tạo nên những khả năng không giới hạn cho ngành xây dựng.

Hà Lan cũng là nơi tiên phong triển khai công nghệ in công trình kiến trúc. Một dự án xây dựng nhà cao tầng bằng công nghệ in 3D có tên là “3D Print Canal House” thực hiện tại Amsterdam đã thực hiện tháng 4/2014. Việc chuẩn bị cho dự án cao ốc này đã bắt đầu từ 2012 bao gồm thiết kế bản vẽ, nghiên cứu chế tạo vật liệu bê-tông và sản xuất loại máy in ngoài trời. Mục đích cao nhất của nhóm nghiên cứu là tạo nên một khuôn mẫu mới cho ngành xây dựng, một thứ “công nghệ in nhà”.

Công nghệ in nhà 3D đang trở thành một cơn sốt đầu tư. Công ty xây dựng Shanka tại Thụy Điển đang phối hợp với Đại học Loughborough tại Anh để phát triển loại robot in bê-tông nhằm chuẩn bị cho dự án xây dựng phức hợp những cao ốc tại Bảo tàng Tương lai ở Dubai. Một nhóm nghiên cứu khác do Giáo sư Neri Oxman và đồng nghiệp tại phòng thí nghiệm Media Lab thuộc Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) cũng đang sản xuất các loại robot khác nhau nhằm đảm trách việc in 3D cho các công trình xây dựng.

Trong khi đó Behrokh Khoshnevis tại Đại học Nam California (USC) triển khai loại robot In 3D có khả năng sử dụng các nguyên liệu ngay tại chỗ để xây dựng công trình. Tiến sĩ Khoshnevis đang làm việc với NASA để có thể đem loại robot xây dựng này lên không gian, thực hiện các công trình kiến trúc trên Mặt trăng và Sao hỏa bằng chính nguồn nước và vật liệu có sẵn tại đó, thay vì phải vận chuyển vật liệu đến từ Trái đất.

Nhiều công ty Trung Quốc đã phát triển công nghệ in 3D dưới dạng panel xây dựng phổ thông tại các công trường rồi lắp ghép chúng lại thành những ngôi nhà. Công ty Winsun đã sản xuất ra loại máy in bê - tông cao 6m để in ra những bức tường hay những kết cấu bằng loại mực bê-tông khô nhanh và đem lắp ghép thành những kiểu nhà khác nhau, có nơi cao đến 5 tầng.

Công ty trang trí thiết kế kỹ thuật Winsun (Trung Quốc) đã sử dụng công nghệ in 3D để xây những ngôi nhà. Họ sử dụng một máy in 3D không lò để phun xi-măng và một loại vật liệu đã được tái chế thay thế cho các loại bê-tông thông thường dùng để xây nhà. Những ngôi nhà được xây bằng công nghệ 3D không có thiết kế quá đẹp và kích thước lớn, tuy nhiên giá thành của chúng khá rẻ. Bên cạnh đó, thời gian hoàn thành một ngôi nhà được xây bằng công nghệ in 3D rất nhanh, công ty này đã xây xong 10 ngôi nhà chỉ trong một ngày.



Ngôi nhà được “in” bằng công nghệ in 3D ở Trung Quốc

Tất cả vật liệu để tạo mô hình nhà ở của công ty Winsun đều được tái chế lại từ chất thải công nghiệp và rất thân thiện với môi trường. Máy in 3D được sử dụng để xây dựng mười ngôi nhà này có kích thước không lồ với chiều dài 152m, rộng 10m và cao 6m. Chi phí xây dựng mỗi ngôi nhà vào khoảng 4.800 USD.

Một công ty kiến trúc tại Bắc Kinh, công ty HuaShang Tengda, Trung Quốc cũng mới “in” một căn biệt thự rất vững chắc bằng công nghệ in 3D. Căn biệt thự này có khả năng chịu được các trận động đất lên đến 8 độ richter, nhưng không chỉ vậy, điểm đáng nói hơn nữa là nó được xây dựng chỉ trong 45 ngày. Tác phẩm 3D này được in hoàn toàn tại nơi xây dựng, khác với một số công trình 3D khác thường in các phần khác nhau rồi ghép lại. Hơn nữa, công ty này cũng tạo ra cả một quy trình công nghệ in mới giúp tối ưu số lượng bê tông cần cho việc in. Trước khi nhấn nút bắt đầu in trên máy tính, thì một đội xây dựng sẽ lắp đặt phần khung của tòa nhà, bao gồm các thanh cốt thép và đường nước của nhà.

Để thực hiện quy trình in đặc biệt của mình, HuaShang Tengda đã phát triển 4 phần mềm chính cho việc trộn bê tông, truyền chất liệu, lắp ráp thành phần điện tử và in 3D. Một số phần của bức tường có độ dày lên đến hàng mét. Sau khi hoàn thành quá trình in thì các thợ thi công bắt đầu sơn và trang trí nội thất cho nhà.



Căn biệt thự được “in” bằng công nghệ in 3D của công ty HuaShang Tengda, Trung Quốc

Xét đến mặt giá cả và sự chắc chắn của nó, có lẽ công nghệ in 3D mới của HuaShang sẽ nhanh chóng nhận được sự chú ý từ các nhà xây dựng khác. Hy vọng là nó có thể tạo ra một cuộc cách mạng trong ngành xây dựng.

Với việc đón nhận làn sóng công nghệ In 3D, ngành xây dựng đang tạo nền tảng để tiến vào thời kỳ công nghiệp 4.0 với việc bổ sung cảm biến, robot và những máy In 3D thành lực lượng lao động chính bên cạnh con người. Người ta sẽ sớm thấy những robot như những cỗ máy thông minh xuất hiện trên các công trường và hoạt động độc lập nhờ liên lạc máy-nói-máy (M2M), kết nối chúng thành những đám mây dữ liệu thống nhất đồng bộ từ thiết kế, cung ứng vật tư, sản xuất vật liệu, in kết cấu và hoàn thiện công trình.

Ngành công nghiệp xây dựng đang áp dụng các công nghệ tiên tiến, công nghệ in 3D, để có thể xây nên những công trình có cấu trúc ấn tượng, các công trình bền vững hơn nhưng thời gian thi công lại được rút ngắn mà chất lượng an toàn lao động vẫn được đảm bảo hoặc thậm chí là cải thiện. Công nghệ in 3D đang trở thành một hiện tượng phổ biến trong ngành xây dựng, được áp dụng trong nhiều dự án xây dựng trên khắp thế giới. Công nghệ in 3D đang mở ra hy vọng cho hàng trăm triệu người sống trong những khu ổ chuột trên thế giới. Với giá thành rẻ và khả năng xây cực nhanh, phương pháp xây nhà bằng công nghệ in 3D hứa hẹn sẽ thay đổi cuộc sống của nhiều người.

2.4. 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 Hoa Kỳ và 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.

Các tổ chức giáo dục cũng bắt đầu nhận thức được đầy đủ các lợi ích mà công nghệ in 3D có thể mang lại. Một lý do làm chậm trễ việc ứng dụng công nghệ in 3D vào các tổ chức này hiện nay là các nhà hoạch định chính sách giáo dục chưa có kiến thức về công nghệ mới.

Mặt khác, cũng bởi vì công nghệ này khá mới mẻ nên để tạo ảnh hưởng tốt nhất thì một cách hay là đưa in 3D vào các chương trình giảng dạy. Càng ít tuổi người ta càng dễ tiếp thu các ý tưởng mới và phương pháp mới, do đó, bậc phổ thông sẽ là nơi hoàn hảo nhất để bắt đầu đào tạo kiến thức nền tảng về công nghệ in 3D.

Năm lợi ích lớn nhất của máy in 3D trong giáo dục:

1. Khơi gợi hứng thú;
2. Tạo điều kiện phát triển chương trình giáo dục STEM (Science-Technology-Engineering- Mathematics);
3. Cho phép tiếp cận với các đối tượng học tập chưa từng có trước đây;
4. Mở ra nhiều khả năng mới cho việc học tập; và
5. Thúc đẩy kỹ năng giải quyết vấn đề.

Sử dụng máy in 3D mang lại hiệu quả thiết thực trong giáo dục vì nó cho phép giáo viên và học sinh “khám phá chân thực các đối tượng không có sẵn”. Ví dụ như các hiện vật và hóa thạch, đây là những đối tượng có thể nhân rộng nhờ máy in 3D để được khám phá một cách chân thực hơn. In 3D đưa các vật thể từ lý thuyết ra thực tế, trở thành những thứ mà học sinh có thể nhìn thấy và chạm vào, và mở ra những “khả năng mới cho các hoạt động học tập”.

Bên cạnh đó, các lợi ích còn được nhân lên khi máy in 3D mở ra cho học sinh các trải nghiệm khác nhau trong học tập. Bản thân thiết bị này đã yêu cầu học sinh phải tìm hiểu về quá trình sản xuất đắp dần hoàn toàn mới mẻ - trong đó các vật thể được tạo ra từng lớp từng lớp, về cách thức vận hành khác nhau của các máy in 3D, cách sử dụng thiết bị, cách khắc phục sự cố và giải quyết các vấn đề. Rõ ràng máy in 3D sẽ trở thành công cụ hoàn hảo để các em trau dồi kỹ năng giải quyết vấn đề và trở nên say mê và quyết tâm hơn khi giải quyết các vấn đề.

IN 3D CUỘC CÁCH MẠNG TRONG LỚP HỌC

Máy in 3D đã ra đời từ khoảng 25 năm nay. Rao cần chi phí đầu tư khá cao, hiện nay chúng trở nên hợp túi tiền và dễ dàng sử dụng hơn rất nhiều.

In 3D đã thu hút sự chú ý của các nhà giáo dục. Họ đã tìm cách để đưa công nghệ này vào trường học.

Với máy in 3D:



HS/SV ngành sinh học có cơ hội nghiên cứu một cấu trúc của tim và nhiều bộ phận khác.



HS/SV thiết kế và kỹ sư có thể tìm mẫu đúng thứ tự phát minh của chính họ.



HS/SV ngành hóa học có thể in ra những phân tử phức tạp để nghiên cứu.



HS/SV kiến trúc có thể in những mẫu thiết kế mới hoặc sẵn có.



HS/SV kỹ thuật có thể in những mẫu ô tô thay đổi hoặc bộ phận rô-bốt.



HS/SV lịch sử có thể in đồ tạo tác để nghiên cứu sát hơn.



HS/SV địa lý có thể in tờ pô địa hình hoặc nhóm thực tiễn nhân khẩu học của một khu vực.



HS/SV đồ họa có thể tạo ra mẫu dùng thử hoặc mẫu thiết kế sản phẩm.



HS/SV công nghệ thực phẩm có thể thiết kế khuôn và mẫu dụng cụ cắt bánh cookie.

*HS/SV: Học sinh/sinh viên
Nguồn tham khảo: 3D Printing Systems

Sau đây là một số trường hợp cụ thể về lợi ích của công nghệ in 3D trong giáo dục.

In 3D với môn Toán: Có rất nhiều cách để ứng dụng in 3D vào môn học này. Một trong những ứng dụng thường thấy, đó là sử dụng in 3D để giúp học sinh hình dung ra các biểu đồ và mô hình toán học. Một số học sinh cảm thấy khó khăn khi khớp các con số với sơ đồ trên giấy. Đó không phải là khiếm khuyết trong học tập của các em mà chỉ là cách mà não bộ chúng ta hoạt động. In 3D giúp học sinh hình dung dễ dàng hơn khi các em thấy các phương trình, đồ thị và mô hình này được hiện thực hóa hữu hình. Và quan trọng nhất, in 3D “thổi” vào các chủ đề khô cứng, nhằm chấn một “ làn gió tươi mới”.

In 3D với môn Địa lý/Địa chất: Các trường học hiện nay dường như đang bị mắc kẹt ở những phương pháp cũ, giới thiệu thông tin đến học sinh bằng cách mà nhiều thế hệ đi trước đã thực hiện. Tuy rằng công nghệ mới có thể có chút mạo hiểm, nhưng sự thay đổi là hoàn toàn cần thiết, và đưa in 3D vào học tập và giảng dạy là một trong những việc cần được chú trọng bởi in 3D cung cấp cách thức học tập mới với các môn học.

In 3D là một trong những cách hữu hiệu nhất để học sinh hiểu rõ hơn về cấu tạo địa chất trên mô hình thực tế mà không phải chỉ qua những hình ảnh 2D trên sách vở. Có nhiều bản in 3D về địa chất đã được ra đời để hỗ trợ cho việc học tập môn địa lý và địa chất. Trên thực tế, các nhà nghiên cứu đã hạ cánh thành công một tàu con thoi trên Sao chổi nhờ vào máy in 3D để tìm vị trí hạ cánh thuận lợi nhất. Một người đàn ông đã in 3D các dữ liệu của trận động đất để so sánh trận động đất mới nhất ở California với các trận động đất trước đó. Ngoài ra, các công ty đang sử dụng in 3D để hiểu rõ hơn về nguyên nhân và tác động của kỹ thuật khai thác dầu và khí đốt. Chúng ta đang sống trong thế giới 3D, do đó được giảng dạy và học tập địa lý và địa chất bằng các công cụ ba chiều là lý tưởng và dễ hiểu nhất.

Nếu như các tác giả làm sách giáo khoa hiểu được tầm quan trọng của in 3D và muốn đưa vào trong bài học, họ có thể thêm các tài liệu in mẫu vật 3D vào mỗi phần

của sách. Đây sẽ là trải nghiệm thú vị đối với các giáo viên và học sinh khi các dãy núi, dòng sông, con kênh... hiện thị ngay trước mắt mình. Còn hơn thế nữa, trẻ em hoàn toàn có thể “thăm thú” các địa danh nổi tiếng trên thế giới ngay trong tầm tay mình mà không cần phải thực sự di chuyển.

In 3D với môn Lịch sử: Lịch sử là môn học có được nhiều lợi ích nhất từ công nghệ in 3D. Các viện bảo tàng trên khắp thế giới cũng dần nhận ra được lợi ích khi máy in 3D có thể tạo ra bản sao hoàn hảo của các hiện vật cổ. Trước đây khi bạn đến thăm một viện bảo tàng, bạn chỉ có thể “nhìn và cảm sờ tay vào hiện vật”. Nhưng từ nay, với sự hoàn thiện của máy in và quét 3D, bạn đã có thể chạm tay vào hiện vật và có rất nhiều bản sao đã có độ chính xác tới từng chi tiết. Như vậy, nếu công nghệ in 3D được đưa vào các lớp học lịch sử để in ấn các mẫu vật cổ chỉ bằng cách tải về các tài liệu STL từ máy tính, cả lớp học sẽ được tham quan một bảo tàng hiện vật trong ngay chính ngôi trường của mình. Một lần nữa, việc học tập sẽ trở nên thú vị hơn so với việc chỉ ngồi đọc từng chương trong cuốn sách giáo khoa.

In 3D với các môn Nghệ thuật: Các lớp học nghệ thuật và thiết kế chắc chắn sẽ là những nơi xuất hiện nhiều nhất các sản phẩm của in 3D. Công nghệ này đã thay đổi hoàn toàn cách giảng dạy và mở ra nhiều khả năng mới cho các giáo viên nghệ thuật. Chúng ta sẽ không phải xem các hình ảnh ba chiều trên màn hình hai chiều nữa. Các dự án toàn diện có thể được đưa vào quy mô quốc gia hoặc toàn cầu nhờ khả năng chia sẻ của thiết kế nghệ thuật 3D với mọi người, trong đó có cả các trường học trên toàn cầu. Các lớp học ở New York, Mỹ hoàn toàn có thể tham gia dự án chung cùng các lớp ở Ấn Độ và in sản phẩm 3D của họ ở cả hai nơi này. Có rất nhiều hình thức nghệ thuật độc đáo đã ra đời trong vài năm trở lại đây từ khi có ứng dụng của công nghệ in 3D.

In 3D đã cho ra đời một cách thức mới để sáng tạo các tác phẩm nghệ thuật. Khi công nghệ này có mặt trong các lớp học trên toàn cầu, các nghệ sỹ tương lai của chúng ta sẽ chính là những người mở ra được hết những tiềm năng của nó trong các lĩnh vực nghệ thuật hiện có.

Hai mô hình đưa Công nghệ 3D vào giáo dục và đào tạo

Mô hình Trên xuống (Top-down): Xem xét toàn diện nền giáo dục, sau đó nghiên cứu giải pháp tổng thể và triển khai ứng dụng trên diện rộng.

Một ví dụ tiêu biểu cho mô hình có sự chỉ đạo của Nhà nước từ trên xuống là việc Chính phủ Trung Quốc mới đây quyết định lắp đặt máy in 3D trong từng trường tiểu học (khoảng 400.000 trường). Việc này sẽ cho phép mọi học sinh tiểu học tại Trung Quốc, không kể điều kiện địa lý, được tiếp xúc trực tiếp với công nghệ in 3D và tương tác nhiều hơn với quá trình “làm thực tế” ra sản phẩm chứ không chỉ còn quan sát đơn thuần.

Chương trình này có đạt hiệu quả như mong muốn không cũng còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ như: Đội ngũ giáo viên có đủ kiến thức, khả năng cũng như tâm huyết để giúp đưa công nghệ 3D vào lớp học và thích ứng quá trình/nội dung giảng dạy cho phù hợp hơn; Các trường học có đủ điều kiện vật chất để bắt đầu và duy trì lâu dài việc tích hợp máy in 3D vào lớp học.

Mô hình Dưới lên (Bottom-up): Tìm giải pháp nhỏ lẻ, sau đó nghiên cứu tổng thể và triển khai ứng dụng trên diện rộng.

Song song với mô hình Top-down, mô hình chủ động từ dưới lên (Bottom-up) tỏ ra có hiệu quả hơn ở một số xã hội như Hoa Kỳ. Chúng ta có thể kể đến cuộc vận động của Tổng thống Obama hồi tháng 6/2014, kêu gọi các nguồn lực, đề án có thể giúp sinh viên tham gia nhiều hơn vào quá trình “làm thực tế”. Dòng tiền đầu tư từ các tổ chức/cá nhân bắt đầu dồn nhiều hơn vào các dự án in 3D. Dự án in 3D ở quy mô lớp/trường học nảy nở mạnh mẽ. Những yếu tố này tiếp đó lại thúc đẩy các trường học trong việc nghiên cứu cũng như tích hợp công nghệ in 3D vào giảng dạy.

Chúng ta có thể thấy rằng mô hình này có ưu điểm là có thể kích thích nguồn động lực xã hội và khiến từng bộ phận nhỏ được chuẩn bị tốt hơn cho quá trình ứng dụng công nghệ đại trà. Tuy nhiên điều đó cũng có nghĩa là có nhiều học sinh, sinh viên sẽ có điều kiện tiếp xúc với công nghệ sớm hơn các nơi khác (nếu có dự án được đầu tư); và một số đề án đạt hiệu quả đầu tư cao tại địa phương lại không hoàn toàn phù hợp cho mục đích đại trà hóa, vì vậy không thể tối ưu hóa nguồn kinh phí đầu tư.

Vậy mô hình nào thì sẽ phù hợp hơn cho việc đưa công nghệ in 3D vào trong lớp học? Để đưa ra câu trả lời phù hợp, các nhà hoạch định nên cân nhắc nhiều yếu tố về cả môi trường và con người.

Ngay tại một nước Đông Nam Á láng giềng như Malaysia, công ty sản xuất máy in 3D và trường học, cũng như chính quyền đã phối hợp để đưa máy in 3D tiếp cận thế hệ trẻ vào dịp ngày hội khoa học “Science games day” của trường quốc tế Bandar Sunway, hay chương trình nghỉ hè “School holiday program” tại trung tâm thương mại Ikano Power Centre.

Bảng 1. Hai mô hình đưa Công nghệ 3D vào giáo dục và đào tạo

Điều kiện môi trường	Mô hình Top-down	Mô hình Bottom-up
<i>Chính trị</i>	Quyền lực tập trung	Quyền lực phân tán
<i>Kinh tế</i>	Nguồn vốn tập trung, hoặc Cơ quan cầm quyền sở hữu nguồn vốn lớn	Nguồn vốn rải rác Nhiều đơn vị, tổ chức có khả năng tài trợ
<i>Kỹ thuật</i>	Nền tảng kiến thức, kỹ năng, và cơ sở vật chất của các địa phương tương đối đồng đều hoặc không có phân hóa tập trung	Các kỹ năng, trình độ cao tập trung tại một vài trung tâm, địa phương
<i>Xã hội</i>	Xã hội đang bắt đầu làm quen với khái niệm, ứng dụng của công nghệ mới	Xã hội đã biết đến khái niệm, ứng dụng của công nghệ mới
<i>Con người</i>	Học và tiếp thu nhanh, dễ dàng thích nghi với thay đổi mới	Cần thời gian cho quá trình tiếp thu, thích nghi

2.5. Sản xuất thực phẩm

Những chiếc máy in 3D ngày nay không những có thể tạo ra các sản phẩm đẹp làm vừa mắt người tiêu dùng mà còn ngày càng được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực ẩm thực.



Thức ăn được làm từ máy in 3D

Máy in thực phẩm 3D nhả ra vật chất ăn được dạng lỏng thông qua các vòi phun theo từng lớp dựa trên chương trình được lập trình sẵn trên máy tính. Máy in thực phẩm 3D có thể tạo ra sô-cô-la, bánh, kẹo, mỳ, bánh pizza và các loại đồ ăn nhanh thơm ngon khác.

Truyền thông châu Âu hiện đang rất háo hức với những gì mà công nghệ in thực phẩm 3D có thể mang lại. Họ còn tổ chức các sự kiện ẩm thực trong đó có các đầu bếp tên tuổi sử dụng máy in thực phẩm 3D để phục vụ thực khách tại các nhà hàng danh tiếng của châu Âu. Truyền thông còn dự báo về việc công nghệ in 3D sẽ được ứng dụng để cung cấp thực phẩm cho các phi hành gia, khách du lịch vũ trụ và những người đang ở trong tình huống khẩn cấp.

Các khu nhà điều dưỡng tại châu Âu cũng đang cung cấp thực phẩm 3D với hình dạng giống món thạch cho những người gặp khó khăn trong việc nhai và nuốt thức ăn. Các nhà phát triển máy in thực phẩm 3D cho rằng các thiết bị của mình sẽ sớm xuất hiện trong gian bếp của mỗi gia đình, giúp họ chuẩn bị các món ăn vừa thơm ngon vừa bổ dưỡng.

Công ty Thịt và Vật nuôi Australia có kế hoạch sử dụng công nghệ in 3D để sản xuất các sản phẩm thịt mới nhằm đảm bảo giữ lại được giá trị cao nhất của thịt. Do vậy, không lâu nữa chúng ta sẽ được thưởng thức những món ăn được in 3D từ thịt hoặc các thực phẩm trang trí được làm từ hoa quả và rau ép, đường hoặc sô-cô-la.

Công ty Modern Meadows đi tiên phong trong công nghệ in 3D thực phẩm đã thành công trong việc tạo ra thịt nhân tạo thông qua máy in 3D. Quá trình in thịt tương tự như các quá trình in vật dụng 3D khác: sử dụng các tế bào sống và sau đó tiến hành phát triển thành các bắp thịt và đắp dần lên từng lớp.

Các nhà nghiên cứu của Đại học Exeter (Anh) đã chế tạo ra máy in 3D cho ra các sản phẩm có chất liệu là socola. Hay như 1 cặp vợ chồng người Mỹ đã sử dụng chiếc máy in 3D để thay thế lò nướng làm ra các sản phẩm có nguyên liệu từ đường.

Một trong những ứng dụng 3D đang được triển khai ở NASA và đang dần được ứng dụng thực tế là các máy in thức ăn. NASA đang đầu tư cho công ty System & Materials Research Corporation với dự án sản xuất thức ăn bằng máy in 3D. Giám đốc Anjan Contractor của System & Materials Research Corporation cho biết, dạng máy in này khá đa năng, ngoài việc sản xuất các thức ăn tổng hợp máy còn có thể làm bánh pizza. Với chiếc máy này, người dùng còn lập trình để có một món ăn phù hợp với chế độ dinh dưỡng của mình.

Không chỉ dừng lại ở việc chế tạo các đồ vật, công nghệ in 3D còn giúp tạo ra những đồ ăn đặc biệt, trong đó có các loại kẹo. Tại triển lãm điện tử tiêu dùng Las Vegas năm 2016, công ty 3D Systems đã lần đầu tiên giới thiệu một chiếc máy in 3D có thể sử dụng nguyên liệu là các loại socola, đường, vani và hương liệu để tạo ra nhiều loại kẹo có hình dạng thú vị khác nhau. Hãng Natural Machines cũng đã giới thiệu một chiếc máy in 3D được gọi là Foodini, có khả năng “in” ra mì ống. Dovetailed là một công ty khác cũng đã giới thiệu công nghệ in 3D để tạo nên những loại trái cây với hương vị vô cùng đặc biệt.

Đã có máy in 3D kem, máy in sô-cô-la 3D,.. thậm chí là in thịt 3D, đó là nền tảng để đưa công nghệ in 3D thực phẩm vào thực tiễn một cách bài bản hơn. Trung tâm nghiên cứu và phát triển kỹ thuật quân đội Natick (NSRDEC- đặt tại Natick, bang Massachusetts) đang đẩy mạnh việc phát triển các công nghệ thực phẩm mới sao cho phù hợp với nhu cầu về thực phẩm trên chiến trường. Các nhà nghiên cứu trong quân đội kỳ vọng thực phẩm in 3D có thể sẽ giúp giảm bớt được chi phí khi thức ăn được in ra tương ứng với nhu cầu, sao cho thức ăn in ra đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của người lính và sau đó là áp dụng một quá trình mới khác để ổn định thời hạn sử dụng của nó.

Theo các chuyên gia, nếu công nghệ được phổ biến rộng rãi hơn thì sẽ có nhiều người quan tâm hơn. Và họ sẽ thử nếu được đảm bảo an toàn thực phẩm. Trên cơ sở đó họ cũng sẽ hiểu hơn về cách thức chế biến và nguyên liệu được sử dụng. Tất nhiên, con đường thành công với thực phẩm 3D sẽ còn nhiều gian nan. Trước hết là phải có được niềm tin của công chúng về tính an toàn. Tiếp đến là phải cho họ thấy được thực phẩm 3D cũng rất thơm ngon cho dù trông có vẻ không được tự nhiên hoặc được làm từ các nguyên liệu bị coi là phi truyền thống. Chỉ như vậy thì thực phẩm 3D mới trở thành một phần hàng ngày trong đời sống.

2.6. Trong gia đình

Với chi phí thấp và sự tiện dụng, máy in 3D sẽ dần trở thành một thiết bị trong gia đình. Máy in 3D để bàn cho phép sản xuất bất cứ thứ gì 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.

Các đồ điện tử, hay bất kỳ đồ vật nào xung quanh chúng ta đều có thể bị hỏng một vài bộ phận. Thông thường nếu không thể sửa chúng ta sẽ phải thay thế bằng những linh kiện mới. Tuy nhiên không phải lúc nào việc tìm kiếm và thay thế linh kiện cũng đơn giản, có thể do đồ vật đó của bạn đã quá cũ và không còn được sản xuất.



Những chi tiết trong các đồ vật cũ hoặc hỏng có thể được thay thế dễ dàng nhờ in 3D

Tuy nhiên, với công nghệ in 3D mọi rắc rối này đều có thể được giải quyết dễ dàng. Giờ đây người ta có thể tải về các tập tin thiết kế của những linh kiện đó, sau đó sử dụng máy in 3D tại nhà để tạo ra một cái khác hoàn toàn mới để thay thế. Hiện nay, trên trang web Thingiverse có sẵn những bản thiết kế của hơn 2.500 linh kiện thay thế của tất cả mọi đồ vật từ tay quay trên cửa sổ xe, đồng hồ đeo tay hay một số linh kiện điện tử khác. Việc áp dụng các phương pháp tạo mẫu nhanh in 3D FDM đã trở thành một điểm mới trong lĩnh vực công nghệ tạo mẫu nhanh. Quá trình làm khuôn truyền thống rất phức tạp và tốn thời gian, tốn kém chi phí lớn, thường trở thành điểm ngăn cản chia cắt giữa việc thiết kế và sản xuất. Việc khắc phục nhược điểm thời gian và chi phí sẽ trở thành một động lực chính cho sự phát triển của công nghệ tạo khuôn, do đó việc áp dụng công nghệ in 3D để sản xuất khuôn mẫu nhanh sẽ mang lại hiệu quả kinh tế rất cao.

III. TƯƠNG LAI CỦA IN 3D

3.1. Tiềm năng tăng trưởng

Cho đến nay, in 3D đã được sử dụng chủ yếu để tạo mẫu nhanh. Tuy nhiên, công nghệ này có thể đạt đến một đỉnh điểm mà ở đó việc áp dụng rộng rãi hơn nhiều. Các tiến bộ bao gồm cải thiện hiệu suất của các máy móc sản xuất phụ gia, một loạt các vật liệu có thể được phát triển và giá cả giảm đôi với cả máy in và nguyên liệu. Một điều quan trọng khác là các bằng sáng chế quan trọng ban đầu đã hết hạn hoặc sắp hết hạn.

Khi bản quyền của sáng chế công nghệ FDM đã hết hạn năm 2009, các hệ thống in 3D đã được tạo ra thông qua một dự án mã nguồn mở được gọi là RepRap (để sao chép nguyên mẫu nhanh) bắt đầu trở nên có sẵn trên thị trường. Điều này đã giúp phát triển và lan tỏa các phần mềm miễn phí và khuyến khích đổi mới nhanh chóng cho việc in 3D bằng cách sử dụng một biến thể trong quy trình FDM. Sản phẩm cuối cùng của các bằng sáng chế công nghệ thiêu kết laser đã được các nhà phát minh (Carl Deckard và Joe Beaman) đưa ra đã hết hạn vào tháng 6/2014 đang tạo ra một sự đổi mới mạnh mẽ và thương mại hoá chi phí thấp.

In 3D để sản xuất các sản phẩm phức tạp, trọng lượng nhẹ và có thể tùy biến cao đã được đẩy nhanh. Các nhà kinh doanh cũng đang thiết kế và bán các sản phẩm in 3D, ví dụ như iPhone, thường sử dụng các dịch vụ như Sculpteo và Shapeways cho phép các nhà thiết kế tải các thiết kế mà công ty in và gửi cho người tiêu dùng. Khi việc in 3D tiếp tục phát triển, nó có khả năng giải quyết nhiều nhu cầu quan trọng. Trong thị trường sản phẩm tiêu dùng cạnh tranh mạnh mẽ, in 3D có thể đáp ứng kỳ vọng ngày càng tăng về chất lượng thiết kế và cá nhân hóa, bao gồm các mặt hàng như giày dép hoặc mũ bảo hiểm. In 3D cũng có tiềm năng để giải quyết mối quan tâm về chất thải và tác động môi trường của các quy trình sản xuất truyền thống và chuỗi cung ứng. Sản xuất trực tiếp bằng cách sử dụng in 3D có thể làm giảm số bước cần thiết cho việc sản xuất linh kiện, vận chuyển, lắp ráp, và phân phối, và có thể làm giảm lượng vật liệu bị lãng phí so với các phương pháp truyền thống. Trong y học, khả năng in các bộ phận cơ thể từ các tế bào của bệnh nhân có thể cải thiện tỷ lệ thành công ghép và ngăn ngừa tử vong xảy ra do bệnh nhân phải chờ đợi hiến tạng.

Khi vật liệu, độ chính xác và chất lượng tổng thể của kết quả đầu ra đã được cải thiện, in 3D đã mở rộng phạm vi ứng dụng. Ngày nay, các nguyên mẫu in bằng 3D phục vụ cho việc tra lắp và lắp ráp đang được phổ biến rộng rãi và chúng sẽ sớm trở nên có giá thành rẻ hơn và sản xuất nhanh hơn trong thập kỷ tới. Các phát triển công nghệ gần đây bao gồm nâng cao hiệu suất trong chế tạo máy và một phạm vi rộng các vật liệu ứng dụng thô. Các kỹ sư đang sử dụng ngày càng tăng các vật liệu composit (như chất dẻo gia cố bằng sợi) và các vật liệu được phân loại theo chức năng (bằng cách thay đổi cấu trúc vi mô).

Cải tiến về tốc độ, hiệu suất và chi phí giảm sẽ có khả năng đẩy nhanh sự lan truyền của in 3D trong thập kỷ tới. Máy in công nghiệp trung bình hiện nay được bán với giá 75.000 USD và một số máy có giá hơn 1 triệu USD. Tuy nhiên, những chi phí này được kỳ vọng sẽ giảm nhanh chóng trong những năm tới khi sản lượng tăng. Các tiến bộ cũng đang được tiến hành có thể cải thiện đáng kể tốc độ đầu ra và chất

lượng của máy in 3D. Ví dụ, các nghiên cứu gần đây tại Viện Công nghệ Fraunhofer cho thấy khả năng tăng gấp bốn lần tốc độ in cho các vật bằng kim loại.

Về phía người tiêu dùng, giá của các máy in 3D cơ bản sử dụng công nghệ FDM đã giảm từ 30.000 USD vài năm trước xuống còn dưới 1.000 USD cho một số mô hình. Doanh số bán hàng của các máy in 3D vẫn còn nhỏ, với khoảng 23.000 máy in được bán trong năm 2011, nhưng doanh số bán hàng đang tăng nhanh, với hơn 300% tăng trưởng trung bình hàng năm từ năm 2007 - 2011.

Trong khi đó, các dịch vụ in 3D đang phát triển nhanh chóng. Hãng Shapeways đã có hơn 8.000 cửa hàng trực tuyến và bán 1 triệu linh kiện năm 2012. Vào cuối năm 2012, Staples đã công bố kế hoạch triển khai một dịch vụ in 3D mới tại Hà Lan và Bỉ để khách hàng có thể tải lên các thiết kế 3D và nhận các mặt hàng đã hoàn thành tại cửa hàng Staples đặt ở địa phương của họ. Các vật liệu được sử dụng trong in 3D vẫn còn tốn kém, nhưng giá đang giảm nhanh chóng. Các nhà cung cấp nhựa Trung Quốc đã bắt đầu bán các sợi filament bằng plastic với giá rất cạnh tranh - chỉ bằng năm lần giá sản xuất nhựa thường - và các máy in mới đã được phát triển và có thể biến các loại nhựa sản xuất thành sợi. Ngoài ra, các loại vật liệu phụ gia mới đang được phát triển cho sản xuất 3D. Một số loại polyme mới hơn có thể hoạt động trong các máy in 3D mang lại độ linh hoạt, tính dẫn điện, và thậm chí là khả năng tương thích sinh học (ví dụ, đối với cấy ghép). Một bước tiến quan trọng, có thể là sự phát triển của các vật liệu tiêu chuẩn được sử dụng bởi các hệ thống in 3D từ các nhà cung cấp khác nhau. Ngày nay, mỗi nhà sản xuất yêu cầu các vật liệu được chứng nhận của riêng mình.

3.2. Tác động kinh tế

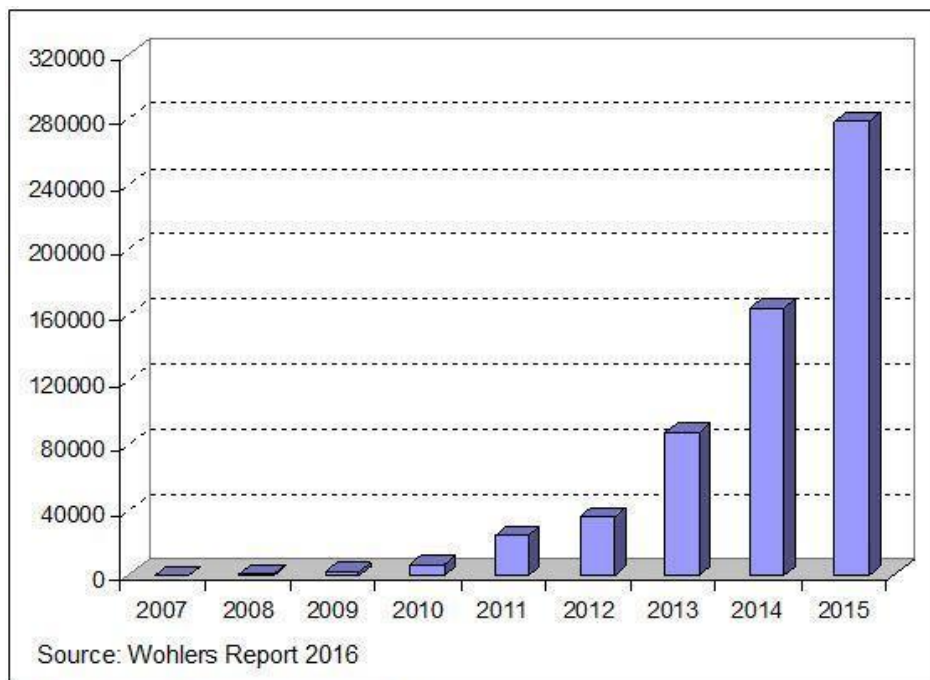
Tiềm năng kinh tế đến năm 2025

Theo báo cáo Wohler Report của công ty Wohlers Associates, công ty lớn nhất về tư vấn kỹ thuật và chiến lược trong lĩnh vực in 3D, ngành công nghiệp in 3D sẽ tăng trưởng 400% vào năm 2018, và dự kiến 700% vào năm 2020. Đây là báo cáo được phát hành liên tục từ 20 năm qua và được coi là tài liệu tham khảo hàng đầu của giới in 3D, một trong những ấn phẩm theo sát nhất cuộc cách mạng trong công nghiệp này từ những ngày đầu tiên.

Theo Wohlers Associates, năm 2015 ngành công nghiệp in 3D đạt giá trị 5,1 tỷ USD, so với 3,07 tỷ USD năm 2013. Các nhà sản xuất hy vọng nó sẽ đạt mức 12,8 tỷ USD vào năm 2018, và vượt con số 21 tỷ USD vào hai năm sau đó. Và theo cấp số nhân, ngành công nghiệp này sẽ sẵn sàng để leo lên con số 200 tỷ USD (doanh thu sản xuất toàn cầu 2%) vào năm 2030.



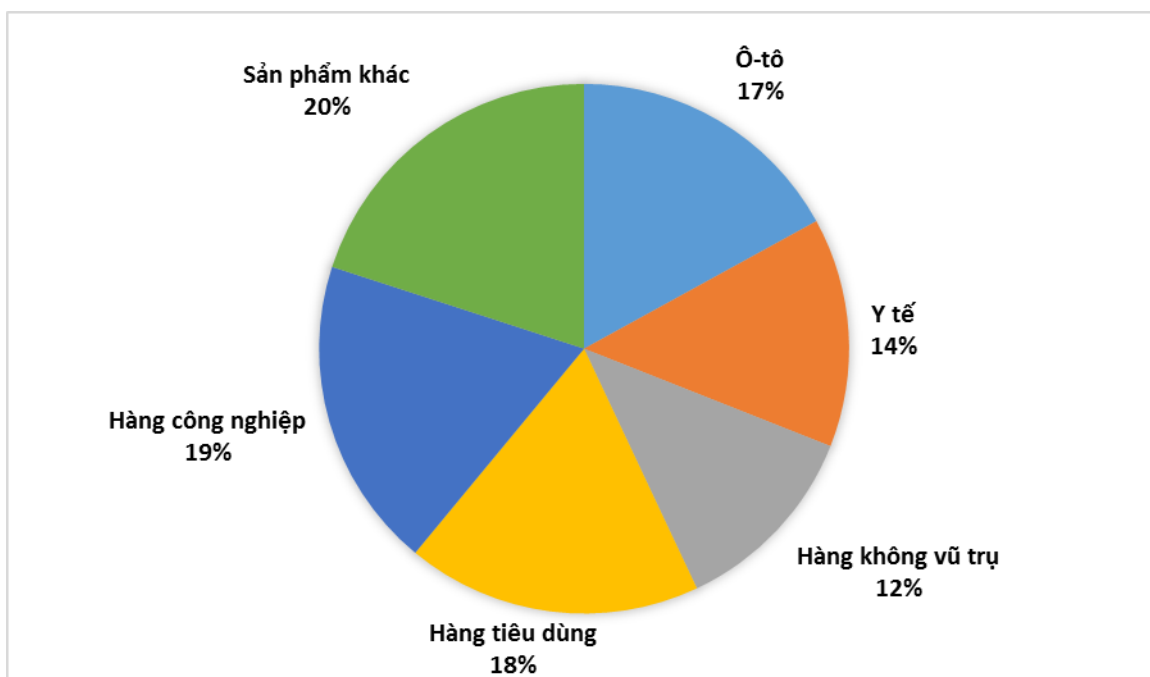
Hình 1. Dự báo thị trường sản xuất đắp dần/in 3D đến năm 2020



More than 278,000 desktop (under \$5,000) 3D printers were sold worldwide last year

Theo Wohlers Associates, có hơn 278,000 máy in 3D để bàn (giá dưới 5.000 USD được bán trên toàn cầu năm 2015

Tuy nhiên, nếu nói đến tác động kinh tế lan tỏa thì việc ứng dụng công nghệ 3D còn lớn hơn rất nhiều. Các chuyên gia ước tính rằng in 3D có thể tạo ra tác động kinh tế từ 230 tỷ USD đến 550 tỷ USD mỗi năm trong các ứng dụng in 3D vào năm 2025. Nguồn đóng góp tiềm năng lớn nhất trong số các ứng dụng sẽ đến từ việc sử dụng sản phẩm của người tiêu dùng, tiếp theo là sản xuất trực tiếp (tức là sử dụng in 3D để sản xuất thành phẩm) và sử dụng in 3D để chế tạo khuôn.



Tỷ trọng các lĩnh vực trong thị trường in 3D (Nguồn: Wohlers Associates, 5/2014)

Về tỷ trọng các lĩnh vực trong thị trường in 3D, công nghiệp ô-tô chiếm 17%, hàng công nghiệp (19%), hàng tiêu dùng (18%), y tế (14%), hàng không vũ trụ (12%), các lĩnh vực khác (20%).

Bảng 2. Quy mô ứng dụng của in 3D có thể có tác động kinh tế trực tiếp từ 230 tỷ USD đến 550 tỷ USD mỗi năm vào năm 2025

Quy mô ứng dụng	Tác động kinh tế tiềm năng của quy mô ứng dụng vào năm 2025 (Tỷ USD/năm)	Quy mô dự kiến	Tỷ lệ tiềm năng dự kiến vào 2015	Năng suất tiềm năng hoặc giá trị đem lại vào năm 2025
Người tiêu dùng sử dụng in 3D	100-300	4.000 tỷ USD doanh thu bán các sản phẩm được in 3D	5-10% các sản phẩm tương ứng có thể được in 3D (ví dụ trong ngành sản xuất đồ chơi)	Lợi ích gia tăng từ sản phẩm in 3D từ 60-80% (trong đó người tiêu dùng tiết kiệm được từ 35-60% chi phí, 10% từ cá nhân hóa tiêu dùng)

<i>Sản xuất sản phẩm trực tiếp</i>	100-200	300 tỷ USD chi cho các sản phẩm phức tạp trọng lượng nhỏ như các sản phẩm cây ghép và công cụ.	30-35% các sản phẩm có thể được thay thế bằng các sản phẩm liên quan từ in 3D	Cắt giảm được từ 40-55% chi phí đối với khách hàng mua sản phẩm được in 3D.
<i>Sản xuất dụng cụ và khuôn mẫu</i>	30-50	470 tỷ USD chi cho các sản phẩm trong lĩnh vực vận tải		
<i>Các ứng dụng tiềm năng khác</i>		Thị trường 360 tỷ USD đối với các sản phẩm nhựa in phun theo khuôn mẫu	30-50% các sản phẩm nhựa in phun theo khuôn mẫu được tạo ra từ in 3D	Giảm được 30% chi phí sản xuất khi sử dụng các khuôn mẫu in 3D
Tổng hợp các tác động kinh tế tiềm năng	230-250			

Nguồn: McKinsey Global Institute Analysis

Sử dụng sản phẩm từ in 3D của người tiêu dùng

Các chuyên gia của McKinsey Global Institute ước tính rằng người tiêu dùng sử dụng in 3D có thể có tác động kinh tế tiềm năng từ 100 đến 300 tỷ USD mỗi năm vào năm 2025, dựa trên chi phí giảm (so với mua hàng thông qua các nhà bán lẻ) và giá trị của việc tùy chỉnh sản phẩm. In ấn 3D có thể có tác động có ý nghĩa đối với các loại sản phẩm tiêu dùng nhất định, bao gồm đồ chơi, phụ kiện, đồ trang sức, giày dép, đồ gốm và quần áo đơn giản.

Các sản phẩm này tương đối dễ sản xuất bằng công nghệ in 3D và có thể có mức độ tùy chỉnh cao cho người tiêu dùng. Doanh số bán hàng toàn cầu của các loại sản phẩm này có thể tăng lên đến 4.000 tỷ USD mỗi năm vào năm 2025. Theo McKinsey Global Institute, hầu hết người tiêu dùng các sản phẩm này có thể tiếp cận in 3D vào năm 2025, dù bằng cách sở hữu một máy in 3D hay sử dụng máy in 3D trong một cửa hàng địa phương, hoặc đặt mua sản phẩm 3D trực tuyến.

Các chuyên gia ước tính rằng người tiêu dùng có thể in 3D từ 5-10% các sản phẩm này vào năm 2025, tùy theo thành phần nguyên liệu của sản phẩm, độ phức tạp, chi phí, và sự thuận tiện tiềm ẩn trong việc in ấn so với mua hàng cho người tiêu

dùng. Có khả năng tiết kiệm từ 35 đến 60% chi phí cho người tiêu dùng tự in các mặt hàng này mặc dù chi phí nguyên vật liệu cao hơn (vật liệu cần thiết cho sản phẩm ở đây chủ yếu là nhựa tương đối rẻ). Các khoản tiết kiệm qua bán lẻ không chỉ từ việc loại bỏ chi phí phân phối bán buôn và bán lẻ, mà còn từ việc giảm chi phí thiết kế và quảng cáo nhúng vào giá của sản phẩm. Có thể người tiêu dùng sẽ trả tiền cho thiết kế in ấn 3D hoặc tùy chỉnh, nhưng cũng có thể nhiều thiết kế miễn phí sẽ có sẵn trực tuyến.

Sản xuất trực tiếp

Ngay cả trong năm 2025, các kỹ thuật sản xuất truyền thống hầu như chắc chắn sẽ có lợi thế chi phí so với sản xuất 3D đối với hầu hết các sản phẩm có khối lượng lớn. Tuy nhiên, in 3D có thể trở thành một cách tiếp cận ngày càng phổ biến đối với các chi tiết có độ phức tạp cao, khối lượng thấp, có thể tùy biến cao. Nếu được sử dụng theo cách này, Các chuyên gia ước tính rằng in ấn 3D có thể tạo ra từ 100-200 tỷ USD tác động kinh tế mỗi năm vào năm 2025 từ sản xuất trực tiếp các bộ phận. Thị trường linh kiện khối lượng thấp, linh kiện có thể tùy biến cao, chẳng hạn như cấy ghép y tế và các bộ phận của động cơ, có thể lên đến 770 tỷ USD mỗi năm vào năm 2025, và có thể khoảng 30% đến 50% các sản phẩm này có thể được in bằng 3D. Các sản phẩm này có thể có chi phí ít hơn từ 40% đến 55% do loại bỏ chi phí dụng cụ, giảm chất thải và giảm chi phí xử lý.

Sản xuất công cụ và khuôn

Ngay cả trước năm 2025, phần lớn các bộ phận và sản phẩm vẫn sẽ được sản xuất hiệu quả hơn với các kỹ thuật như đúc phun. Tuy nhiên, in 3D có thể tạo ra giá trị đáng kể bằng cách rút ngắn thời gian thiết lập, loại bỏ sai sót dụng cụ, và sản xuất khuôn mẫu thực sự có thể làm tăng năng suất của quá trình đúc phun. Ví dụ, khuôn in 3D có thể dễ dàng bao gồm các kênh làm mát cho phép làm mát nhanh hơn, giảm thời gian chu kỳ và cải thiện một phần chất lượng. Các chuyên gia ước tính rằng in ấn 3D các công cụ và khuôn mẫu có thể tạo ra 30 tỷ USD đến 50 tỷ USD tác động kinh tế mỗi năm vào năm 2025, dựa trên cơ sở chi phí ước tính 360 tỷ USD để sản xuất nhựa đúc phun vào năm 2025 và giả định khoảng 30 đến 50% nhựa có thể được sản xuất bằng khuôn in 3D với chi phí khoảng ít hơn 30%.

3.3. Tác động đến lao động, xã hội và nền tảng pháp lý

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 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 lý 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 kỹ năng hoàn toàn khác biệt so với nguồn lao động vài thập kỷ 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 kỹ năng với máy móc 3D. Theo nghiên cứu của công ty Wanted Analysis tại Hoa Kỳ, từ tháng 8/2013 đến tháng 8/2014 nhu cầu tuyển dụng người có kỹ 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 kỹ 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 vươn 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 kỳ 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.

3.4. Các rào cản và thuận lợi

Phạm vi các vật liệu sử dụng trong in 3D vẫn còn hạn chế và việc sử dụng chúng phụ thuộc vào các phương pháp và thiết bị in. Chất lượng và chi tiết bề mặt thường chưa đủ cho sử dụng cuối cùng và yêu cầu bước xử lý sau tốn kém. Các thiết bị in thông thường hoạt động chậm, rất khó giám sát chất lượng trong quá trình in, ngay cả khi đầu in ban đầu với các cảm biến tích hợp đã được phát triển.

Khi in 3D trở nên dễ tiếp cận hơn, các vấn đề luật pháp và quản lý xung quanh bảo vệ dữ liệu, trách nhiệm sản phẩm và sở hữu trí tuệ sẽ phải đi trước. Các ngành công nghiệp, nhà phát minh và chủ sở hữu nhãn hiệu hàng hoá đã phải đối mặt với những vi phạm quyền sở hữu trí tuệ đáng kể trong các lĩnh vực in ấn cá nhân và nguồn mở. In 3D có thể tạo khả năng phân quyền, vi phạm bản quyền chủ đạo, tương tự như vi phạm bản quyền sản phẩm trong số hoá âm nhạc, sách và phim ảnh. Việc thực thi quyền sở hữu là tốn kém (chi phí kiện tụng, xích mích xã hội), không minh bạch và thường tùy tiện. Các nhà quản lý có thể áp đặt những giới hạn nhất định đối với thiết kế kỹ thuật của máy in nhằm hạn chế việc vi phạm, mặc dù điều này có thể làm chậm sự đổi mới. Áp thuế đối với thiết bị hoặc nguyên liệu sẽ ảnh hưởng đến việc sử dụng hợp pháp các máy in 3D.

Giảm thời gian và chi phí

Một nguyên tắc căn bản trong kinh doanh từ bao lâu nay, 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.

Thật vậy, 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 đáp 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, so với 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 người 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 10.000 USD, thậm chí có thể cao hơn.

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 một chiếc ô tô hoàn chỉnh, nhà sản xuất không thể đầu tư máy móc, nhân công cho việc sản xuất bộ phận khung xe, sầm lốp hay bộ phận điều khiển cùng một lúc, mà chỉ có thể tập trung vào một vài phần nhất định và cho thuê 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 đáp bồi từng lớp thay cho đổ 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.

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 sửa 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 kỹ 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.

Mặc dù có những cải tiến trong công nghệ in 3D, những hạn chế còn lại, đặc biệt là chi phí vật liệu và tốc độ in, có thể hạn chế việc áp dụng rộng rãi. Tuy nhiên, cả chi phí nguyên vật liệu và tốc độ in có thể cải thiện đáng kể vào năm 2025 với nhiều kỹ thuật dựa trên sự tiến triển hiện tại của công nghệ. Nếu chi phí nguyên vật liệu và tốc độ in không được cải thiện đáng kể, nó có thể làm giảm đáng kể tác động kinh tế của in 3D.

Phần lớn giá trị tiềm ẩn của in 3D dành cho người tiêu dùng và doanh nhân sẽ phụ thuộc vào sự nổi lên của một "hệ sinh thái" để hỗ trợ người dùng. Các trao đổi

trực tuyến đối tượng in 3D, các thiết kế đối tượng được trao đổi và mua bán rộng rãi như các tệp nhạc, tạo thuận lợi cho sự phát triển in ấn 3D. Sự thành công của in 3D cũng phụ thuộc vào việc cải tiến các sản phẩm như phần mềm thiết kế, máy quét 3D, và các ứng dụng phần mềm hỗ trợ. Máy quét 3D thương mại là một công nghệ quan trọng. Các nhà sưu tầm hiện đang sử dụng Xbox Kinect của Microsoft để tạo các bản quét 3D và điện thoại thông minh có thể được chuyển đổi thành các máy quét 3D cơ bản thông qua việc sử dụng một ứng dụng. Máy quét 3D định hướng theo người tiêu dùng với giá dưới 1.000 USD sẽ sớm xuất hiện trên thị trường. Việc hết hạn các bằng sáng chế quan trọng cho công nghệ in 3D có thể tạo ra làn sóng các máy in 3D có chi phí thấp cho các doanh nghiệp và người tiêu dùng.

Hàm ý chiến lược cho doanh nghiệp

Mặc dù phạm vi sản phẩm mà người tiêu dùng và doanh nghiệp chọn in 3D có thể bị giới hạn lúc đầu, nhưng khả năng thiết kế dễ dàng và sản phẩm tự sản xuất có thể tạo ra thách thức tiêu dùng đáng kể và thậm chí ảnh hưởng đến văn hoá tiêu dùng. Tiếp cận máy in 3D đã tạo cảm hứng cho một nhóm làm việc "nhà sản xuất", trong đó những người đam mê chia sẻ các thiết kế và ý tưởng. Ví dụ, dịch vụ in 3D Shapeways đã có hơn 10.000 mô hình 3D từ các đồ trang sức và các mặt hàng khác đã được người tiêu dùng tải lên. In 3D có thể sinh ra cùng một loại hệ sinh thái phức tạp, năng động tồn tại trong phần mềm và phát triển Web, trong đó các nhà phát triển có thể dễ dàng chia sẻ và cộng tác với nhau, mở rộng hệ sinh thái đổi mới này để tạo ra các vật hữu hình.

Các nhà thiết kế và các doanh nghiệp thiết kế sản phẩm có thể sử dụng công cụ in 3D để nhanh chóng tiếp cận đại chúng, thậm chí toàn cầu. Người tạo các thiết bị in 3D và các nhà cung cấp dịch vụ nên cân nhắc làm thế nào để tạo ra một vị trí thuận lợi nhất trong hệ sinh thái này, cho dù bằng cách thiết lập thương hiệu cho người tiêu dùng máy in 3D, thiết lập một thị trường cho các thiết kế 3D, hoặc mở các cửa hàng in 3D.

Cuối cùng, việc tăng dần doanh số bán hàng trong các danh mục như đồ chơi và phụ kiện cá nhân có thể chuyển sang sản xuất tại nhà hoặc trung tâm in 3D. Các hãng đi đầu trong những lĩnh vực này cần phải xác định làm thế nào để tăng giá trị cho người tiêu dùng theo cách mà các sản phẩm in tại nhà không thể. Các nhà sản xuất các sản phẩm tiêu dùng có thể nên xem xét các cách mới để tùy chỉnh các sản phẩm để phù hợp với một số lợi thế của in tại nhà. Đồng thời, họ nên theo sát sự tiến triển của trao đổi trực tuyến cho các thiết kế in 3D và quản lý cẩn thận quyền sở hữu trí tuệ của mình, đồng thời tích cực thúc đẩy các trao đổi này để phân phối sản phẩm của họ. Các nhà sản xuất này nên tận dụng công nghệ in 3D để tạo mẫu nhanh nhằm tăng tốc độ thiết kế và đưa ra thị trường, phải cẩn thận theo dõi vào thời điểm những cải tiến công nghệ có thể khiến cho việc in 3D trở thành một phương pháp sản xuất hiệu quả về mặt kinh tế.

Các chuỗi giá trị hậu cần, vật liệu, sản xuất liên quan đến các sản phẩm ứng dụng cho in ấn 3D cũng có thể bị ảnh hưởng bởi công nghệ này. Việc người tiêu dùng có thể sản xuất trực tiếp hàng hoá có thể ảnh hưởng đến nhu cầu đối với một số nguyên vật liệu và khối lượng vận chuyển toàn cầu. Lãnh đạo các doanh nghiệp, những người có thể bị ảnh hưởng bởi hệ sinh thái sản xuất mới này, nên nghĩ về vai

trò của họ nếu như họ muốn phát triển các chiến lược để cạnh tranh. Ví dụ, quyết định thử nghiệm các dịch vụ in 3D của Staples cho thấy có thể có cơ hội cung cấp các dịch vụ và sản phẩm khác cho các doanh nhân và người tiêu dùng sử dụng in 3D.

Việc tiếp cận in 3D có thể làm cho một số ngành sản xuất cạnh tranh hơn. Đối với các ngành công nghiệp có hàng hoá giá trị cao, trong đó sự đổi mới nhanh chóng quan trọng hơn chi phí tuyệt đối, thì sự kết hợp của việc in 3D các sản phẩm và người máy tiên tiến có thể làm cho quá trình phân phối ngừng lại. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi những người có tay nghề cao và có thể không tạo ra nhiều công việc sản xuất, vì quá trình in 3D có mức tự động hóa cao.

3.5. Vai trò quản lý và chiến lược phát triển

Công nghệ in đang thu hút sự chú ý của hàng loạt chính phủ các nước. Tăng cường các ngành công nghiệp sản xuất và sử dụng trong giáo dục là các chủ đề trọng tâm phổ biến nhất thu hút sự quan tâm của các chính phủ đối với công nghệ này. Dưới đây là một số ví dụ nổi bật liên quan đến vai trò của chính phủ trong sự phát triển của công nghệ mới in 3D.

Hoa Kỳ

Nguyên Tổng thống Obama đã đề cập đến công nghệ in 3D với vai trò “tiềm năng cách mạng hóa trong phương pháp sản xuất ra hầu hết tất cả mọi thứ”, trong Thông điệp Liên bang năm 2013 và 2014 của mình. Thực tế Chính phủ Hoa Kỳ đã hỗ trợ cho công nghệ này từ nhiều thập kỷ trước. Ví dụ, công nghệ SLS đã được phát triển tại Đại học Texas dưới sự bảo trợ của Cơ quan Đặc trách kế hoạch nghiên cứu quốc phòng cao cấp của Hoa Kỳ (DARPA). Trong bài phát biểu trên, ông Obama cũng đề cập đến Viện Công nghệ sản xuất phụ trợ (NAMII) hay với tên mới là “America Makes”.

NAMII được thành lập năm 2012 như một đối tác tư nhân với mục tiêu thúc đẩy công nghệ in 3D trong các ngành sản xuất ở Hoa Kỳ và từ đó giúp tăng khả năng cạnh tranh của ngành. NAMII đóng vai trò hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và thúc đẩy thực hiện, tạo điều kiện cho sự hợp tác giữa công ty, các trường đại học và các tổ chức phi lợi nhuận; đồng thời hỗ trợ các hoạt động giáo dục đào tạo liên quan đến sản xuất. Năm 2014, NAMII đầu tư 9 triệu USD cho các dự án nghiên cứu ứng dụng in 3D, các chủ dự án góp ngân sách 19,3 triệu USD. Như vậy, tổng vốn đầu tư của nhà nước và tư nhân trong sản xuất đắp dần trong phạm vi hỗ trợ của dự án NAMII đã lên đến 30 triệu USD năm 2014.

Bên cạnh đó, Quỹ Khoa học Quốc gia (NSF) là một trong những đơn vị ủng hộ chính cho in 3D ở Hoa Kỳ, đặc biệt đầu tư cho các dự án nghiên cứu sản xuất đắp dần. Ngoài ra, quỹ này cũng hỗ trợ các hoạt động trao đổi kiến thức và các chương trình

giáo dục dành cho học sinh. Từ năm 1986 đến 2012, NFS cung cấp 200 triệu USD cho công nghệ in 3D.

Bộ Quốc phòng (DOD) cũng là đơn vị tài trợ in 3D qua chính các cơ quan khác nhau của Bộ, như là DARPA và Văn phòng Nghiên cứu Hải quân (ONR). Trong khi NFS chủ yếu đầu tư cho nghiên cứu giai đoạn đầu và cơ bản, thì Bộ Quốc phòng lại quan tâm nhiều hơn đến việc triển khai in 3D trong sản xuất thực tế. Ngoài ra, các cơ quan chính phủ khác của Hoa Kỳ cũng tham gia vào công nghệ in 3D như NASA, Bộ Năng lượng, Bộ Thương mại Hoa Kỳ (DOC), Viện Tiêu chuẩn và công nghệ (NIST), và cả Viện Y tế (NIH).

Trung Quốc

Trong lúc nhiều người thấy rằng cuộc cách mạng của công nghệ in 3D là mối đe dọa đến lợi thế sản xuất của Trung Quốc, thì chính quốc gia này lại có tham vọng tận dụng lợi thế của công nghệ in 3D để đưa vào lĩnh vực sản xuất. Năm 2012, Trung Quốc đã đưa công nghệ in 3D vào Chương trình Nghiên cứu phát triển Công nghệ cao quốc gia của Bộ Khoa học và Công nghệ. Chính phủ Trung Quốc cấp 6,5 triệu USD tài trợ cho các nghiên cứu tập trung về công nghệ in 3D. Hiệp hội Sản xuất châu Á - đơn vị được chính phủ hỗ trợ phòng nghiên cứu - đã khởi xướng Liên minh công nghệ in 3D Trung Quốc để hỗ trợ ngành công nghệ sản xuất mới này. Liên minh này đã có kế hoạch xây dựng 10 trung tâm công nghệ cao in 3D ở các thành phố khác nhau của Trung Quốc, với vốn đầu tư 3,3 triệu USD cho mỗi trung tâm.

Bên cạnh đó, tháng 6/2013, Chính phủ Trung Quốc cam kết đầu tư 245 triệu USD cho công nghệ này trong suốt 7 năm tiếp theo. Và Viện nghiên cứu in 3D đã ra mắt cũng trong năm 2013 với 33 triệu USD do Chính phủ tài trợ ban đầu. Thông qua việc cộng tác với các trường đại học, viện nghiên cứu này sẽ thực hiện các nghiên cứu về công nghệ in 3D cũng như tiến hành thương mại hóa và triển khai các hoạt động liên quan đến in 3D.

Trung Quốc cũng là nước đầu tiên trên thế giới mở Bảo tàng nghệ thuật in 3D tại Bắc Kinh vào năm 2013.

Anh

Đầu năm 2014, Thủ tướng Anh công bố rằng họ sẽ thành lập một trung tâm quốc gia in 3D với khoản đầu tư 25 triệu USD. Thực tế, đây là một bước đi mới trong các nỗ lực không ngừng của Anh quốc. Tháng 6/2013, Ủy ban Chiến lược Công nghệ (TSB) - cơ quan sáng tạo của Vương quốc Anh - cùng với ba hội đồng nghiên cứu đã giới thiệu một chương trình hỗ trợ trị giá 13,9 triệu USD từ chính phủ cho các công ty tư nhân để phát triển sản xuất công nghệ in 3D.

Trước đó, năm 2012, TSB đã phát động cuộc thi mang tên Cảm hứng thiết kế tự do trong sản xuất đắp dần. Cuộc thi này được tổ chức nhằm tài trợ 11,5 triệu USD cho các hoạt động nghiên cứu, phát triển, hợp tác trong lĩnh vực in 3D. Ngoài ra, Bộ Giáo dục Anh cũng dành sự quan tâm cho công nghệ in 3D. Trong năm 2012-2013, một dự án thí điểm được thực hiện tại 21 trường học nhằm kiểm tra khả năng sử dụng máy in 3D trong mô hình giáo dục STEM (mô hình với nền tảng là hai môn học Công nghệ thông tin và Robotics). Sáng kiến này sau đó đã được áp dụng rộng rãi đến 60 trường, cho phép mua máy in 3D và đào tạo cho đội ngũ giáo viên.

Nhật Bản

Chính phủ Nhật Bản là một trong những chính phủ sớm nhận ra tầm quan trọng của công nghệ in 3D. Chiến lược Tái tạo Nhật Bản, được thông qua tháng 6/2013, bao gồm cả công nghệ in 3D và khuyến khích đầu tư vào công nghệ này song song cùng các công nghệ tiên tiến hàng đầu khác tại Nhật Bản. Gần đây, Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp Nhật Bản (METI) đã công bố một kế hoạch hỗ trợ việc sử dụng máy in 3D trong các trường học. METI sẽ trợ giá mua sắm máy in 3D cho nhiều trường đại học và cao đẳng kỹ thuật. Khoản trợ cấp này dự kiến sẽ được mở rộng xuống các trường trung học cơ sở sau này. Ngoài ra, METI dành khoảng 44 triệu USD trong ngân sách 2014 để hỗ trợ các hoạt động nghiên cứu và phát triển liên quan đến việc sử dụng in ấn 3D trong sản xuất kim loại.

KẾT LUẬN

Công nghệ in 3D là loại hình công nghệ cao, tiên tiến và được các chuyên gia đánh giá sẽ ảnh hưởng đến toàn cầu ở tất cả mọi ngành nghề trong tương lai. Trong những năm gần đây, in 3D đã thu hút sự chú ý ngày càng tăng. Triển vọng của các máy móc có thể in các vật thể giống như cách mà một máy in phun tạo ra những hình ảnh trên giấy đã gây hứng thú và làm cho chúng ta tin rằng in ấn 3D sẽ mang lại "cuộc cách mạng công nghiệp tiếp theo."

Nghiên cứu tài liệu này có thể giúp độc giả có một cái nhìn chi tiết hơn. In ấn 3D có tiềm năng ảnh hưởng đến cách thức sản phẩm được thiết kế, xây dựng, phân phối và được bán. Việc cải tiến công nghệ và các kênh phân phối có thể khiến các sản phẩm in 3D (như sử dụng cửa hàng in địa phương) trở nên phổ biến. Trên thực tế, các máy in cá nhân 3D đã có giá dưới 1.000 USD.

In ấn 3D có thể phát triển mạnh trong thập kỷ tới. Doanh số của các máy in 3D cá nhân tăng từ 200% đến 400% mỗi năm từ 2007-2011, và các máy in 3D đã trở

thành phố biến cho các nhà thiết kế, kỹ sư và kiến trúc sư, những người sử dụng chúng để tạo ra các mẫu thiết kế sản phẩm và nguyên mẫu. In ấn 3D cũng đang thu hút sự chú ý trong sản xuất trực tiếp các công cụ, khuôn mẫu, và thậm chí các sản phẩm cuối cùng. Những ứng dụng mới này của in ấn 3D có thể cho phép các mức độ tùy chỉnh hàng loạt, các chuỗi cung cấp ít tốn kém hơn, thậm chí là "dân chủ hóa" trong sản xuất khi người tiêu dùng và doanh nhân bắt đầu in các sản phẩm của riêng họ. Nhìn về lâu dài, có lẽ sau năm 2025, một loại in 3D-bioprinting (in sinh học) có thể in các cơ quan trong cơ thể người – với tiềm năng trong giảm chi phí và kéo dài tuổi thọ của người.

Các chuyên gia ước tính rằng in ấn 3D có thể tạo ra tác động kinh tế lên đến từ 230 tỷ USD đến 550 tỷ USD mỗi năm vào năm 2025.

Qua sự hình thành và ra đời của các công nghệ in 3D ta thấy có 6 công nghệ in 3D chính đó là SLA, SLS, LOM, FDM, DMLS và in phun sinh học. Ngoài ra có nhiều công nghệ khác nhưng chủ yếu vẫn dựa cơ bản trên các loại công nghệ trên. Dựa trên các công nghệ này mà ngày nay, một sản phẩm có thể được thiết kế trên máy tính và “in chụp” qua một máy in 3D, tạo nên hình hài vật thể bằng các lớp vỏ vật liệu chuyên dụng. Dễ dàng thực hiện một thiết kế được số hóa như thế này chỉ với vài thao tác click chuột. Máy in 3D có thể cho chạy tự do không cần người kiểm soát và có thể biến những thiết kế tưởng chừng quá phức tạp trở nên đơn giản và dễ xử lý cho các nhà máy truyền thống. Vào thời điểm hiện nay, những cỗ máy kì diệu này có thể tạo ra rất nhiều thứ. Những ứng dụng của in 3D thực sự kì vĩ. Thậm chí, người ta đã có thể “in” ra cả dụng cụ trợ thính và nhiều bộ phận tinh vi của chiếc máy bay phản lực vũ trang dưới những hình dạng khác nhau.

Như vậy, 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, hoạch định chính sách và cả 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.

In 3D mang lại cơ hội cũng như thách thức cho các nhà hoạch định chính sách ở cả các nền kinh tế tiên tiến và đang phát triển. Xã hội có thể hưởng lợi từ các sản phẩm được tạo ra với ít chất thải mà không cần vận chuyển qua những khoảng cách lớn và do đó ít ảnh hưởng đến môi trường. Các nhà hoạch định chính sách nên xem xét hỗ trợ phát triển việc in ấn 3D, đặc biệt bằng việc tài trợ nghiên cứu về công nghệ in 3D.

Những thách thức đối với các nhà hoạch định chính sách bao gồm việc giải quyết các vấn đề về quản lý, như quy định về các vật liệu mới để sử dụng, đảm bảo bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ thích hợp và gán trách nhiệm pháp lý cho các vấn đề và sự

có do các sản phẩm in 3D. Các chính phủ cũng phải làm rõ quyền sở hữu trí tuệ sẽ được bảo vệ như thế nào. In 3D cũng làm nổi lên một số vấn đề khác về an ninh, an toàn. Các nhà hoạch định chính sách phải đối mặt với thách thức trong việc đánh giá và giải quyết các rủi ro này mà không làm giảm hoặc hạn chế đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực mới đầy tiềm năng này. 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.

Còn tại Việt Nam, hiện nay cũng đã bắt đầu xuất hiện cộng đồng in 3D. Bên cạnh một số dịch vụ in 3D hay bán máy in 3D nhập từ nước ngoài, các cá nhân, nhà khoa học cũng như một số công ty đã bắt đầu nghiên cứu và tiến hành sản xuất máy in 3D tại Việt Nam với giá thành rẻ, phù hợp với thị trường. Ngoài ra, các hoạt động đẩy mạnh giáo dục STEM cũng đã bắt đầu thu hút sự quan tâm từ những người có trách nhiệm, tổ chức lãnh đạo đến các tầng lớp trí thức, cũng như các gia đình có con em đang đi học. Ngày hội STEM lần đầu được tổ chức dưới sự bảo trợ của Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam, với sự đồng hành của tạp chí Tia Sáng đã mang lại kết quả tốt đẹp và thu hút sự hứng thú không chỉ của các em nhỏ mà còn của các bậc phụ huynh và người lớn. Giáo dục STEM cũng giống như công nghệ in 3D, việc học, tiếp thu kiến thức và kỹ năng được tích lũy bằng thực hành qua những dự án trong từng môn học. Học sinh, sinh viên phải vận dụng lý thuyết để tạo ra sản phẩm. Những ngày hội, trình diễn khoa học như thế này sẽ khơi dậy niềm đam mê, lòng quyết tâm của các em nhỏ đối với các môn khoa học, kỹ thuật và cả việc sản xuất công nghiệp.

Ngành công nghiệp in 3D vẫn đang phát triển không ngừng với tốc độ chóng mặt, các phương pháp sản xuất mới vẫn đang tiếp tục ra đời, các máy in 3D giá rẻ, tốc độ nhanh cũng đã được giới thiệu. Hiện nay, người ta thậm chí còn tuyên bố có thể in 3D bất cứ vật thể gì từ việc sắp xếp các nguyên tố đơn lẻ-các viên gạch nhỏ cơ bản của mọi vật chất. Vì vậy, tăng cường phát triển giáo dục, xã hội để chuẩn bị cho ngành công nghiệp này là hết sức cần thiết.

Nhận thấy được vai trò, tầm quan trọng và xu hướng phát triển của công nghệ in 3D, ngày 28/04/2017, Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc đã ký Quyết định số 13/2017/QĐ-TTg (có hiệu lực thi hành từ 15/6/2017) sửa đổi, bổ sung Danh mục công nghệ cao được ưu tiên đầu tư phát triển và Danh mục sản phẩm công nghệ cao được khuyến khích phát triển ban hành kèm theo Quyết định 66/2014/QĐ-TTg ngày 25/11/2014 của Thủ tướng Chính phủ (Quyết định 66). Quyết định 13 của Thủ tướng Chính phủ đã bổ sung Công nghệ in 3D vào Danh mục công nghệ cao được ưu tiên đầu tư phát triển bên cạnh các công nghệ: Công nghệ Internet kết nối vạn vật (IoT); Công nghệ thực tại ảo (Virtual Reality) và công nghệ thực tại tăng cường (Augmented Reality). Bên cạnh đó, Thủ tướng Chính phủ cũng bổ sung 16 nhóm sản phẩm, dịch vụ vào Danh mục sản phẩm công nghệ cao được khuyến khích phát triển, trong đó có dịch vụ in 3D. Có thể thấy, những công nghệ mới được thêm vào Danh mục công

nghệ cao nhà nước ưu tiên đầu tư phát triển đều là những công nghệ nền tảng, làm nên đặc trưng của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (còn gọi là cách mạng công nghiệp 4.0) và được các chuyên gia đánh giá là những công nghệ đang và sẽ tác động mạnh mẽ đến mọi mặt của đời sống xã hội.

Hàm ý về chiến lược phát triển ở tầm vĩ mô

Từ những thông tin chiến lược phát triển của các quốc gia khác nhau trên đây, cùng các nội dung đã được đề cập liên quan đến tiềm năng, ứng dụng to lớn cũng như các tác động, ảnh hưởng cụ thể của công nghệ in 3D, chúng ta có thể thấy rằng đây là một ngành công nghệ tiên tiến sẽ chiếm lĩnh một vị trí to lớn trong kinh tế, xã hội và chính trị. Trong phần cuối cùng này, chúng tôi xin trình bày một số đề xuất về chiến lược phát triển ở tầm vĩ mô.

Thúc đẩy các hoạt động sản xuất và thiết kế

Để củng cố ngành công nghiệp sản xuất, việc áp dụng công nghệ in 3D cần được khuyến khích. Sự hỗ trợ tài chính và kỹ thuật sẽ rất quan trọng cho mục đích này, đặc biệt là ở các nước đang phát triển như Việt Nam. Các cơ quan nhà nước và chính phủ có thể trực tiếp giúp xây dựng chuyên môn kỹ thuật ban đầu và nguồn vốn nhân lực trong nước. Sau đó, công nghệ này sẽ được phổ biến hơn thông qua các hoạt động giáo dục, quảng cáo, ứng dụng thí điểm và các dịch vụ hướng dẫn kỹ thuật.

Chúng ta có thể lựa chọn theo đuổi chiến lược để trở thành một trung tâm dịch vụ thiết kế và tạo mẫu hoạt động qua việc tận dụng lợi thế từ công nghệ in 3D. Các cơ hội mới sẽ được mở ra cho Việt Nam nếu chúng ta biết xây dựng năng lực kỹ thuật và vốn con người ngay cả khi trước đây chúng ta chưa có bất cứ lợi thế đặc biệt nào trong sản xuất. Trên cơ sở tiềm năng thay đổi lợi thế so sánh sản xuất, Việt Nam hoàn toàn có cơ hội để trở thành một trung tâm sản xuất trong khu vực. Công nghệ in 3D thay đổi cơ chế quyết định nơi sản xuất bằng cách giảm tỷ trọng lao động trong đầu vào và tăng tầm quan trọng của khả năng tùy biến theo ý khách hàng.

Đảm bảo hỗ trợ hoạt động nghiên cứu và phát triển có hiệu quả

Cũng như các ngành công nghiệp mới nổi khác, công nghệ in 3D có khả năng tạo ra những rủi ro quá cao không thể bù đắp cho các công ty tư nhân, đặc biệt là ở Việt Nam hay các nước đang phát triển khác. Do đó, chính phủ nên có hỗ trợ trong các hoạt động nghiên cứu liên quan đến công nghệ này, ví dụ như thông qua hỗ trợ các sáng kiến thực hiện và thương mại hóa.

Hỗ trợ nghiên cứu và phát triển nên tập trung vào tìm ra kỹ thuật in 3D khác biệt ở một số khía cạnh hoặc chuyên cho một mục đích cụ thể như trong y tế, thực phẩm... Ngoài ra, cũng có thể tập trung vào nghiên cứu vật liệu in 3D để đạt được những vật liệu cao cấp có chi phí hợp lý và hiệu suất tốt, hay tìm kiếm các vật liệu in 3D mới lạ hơn những gì hiện có.

Tạo ra các máy in 3D cá nhân

Các bằng sáng chế trong công nghệ sản xuất đắp dần đang hết hạn, đây là cơ hội tuyệt vời để tiếp nhận công nghệ này. Sự tồn tại của nguồn kiến thức mở xung quanh in 3D có thể khuyến khích các ý tưởng phát triển công nghệ. Việt Nam có thể kết hợp thúc đẩy sáng tạo của thương hiệu máy in 3D trong nước. Ngoài lợi ích kinh tế trực tiếp, tự sản xuất máy in 3D giúp giảm chi phí nội tại thay vì phải phụ thuộc vào nhập khẩu và sự khan hiếm các nhà cung cấp.

Tăng cường phát triển xã hội

Có thể thấy, hầu hết các nỗ lực nêu trên đều hướng tới thúc đẩy các hoạt động kinh tế trong việc ứng dụng in 3D tạo ra lợi ích trong tương lai gần, nhưng tác động, ảnh hưởng của việc áp dụng công nghệ này trên quy mô rộng sẽ xảy ra gián tiếp và trong tương lai xa hơn. Khi máy in 3D bắt đầu được sử dụng nhiều hơn, các năng lực quốc gia về công nghệ in 3D và hoạt động liên quan như thiết kế, kỹ năng máy tính, khả năng sáng tạo, đổi mới, sẽ ngày càng được củng cố. Việc phổ biến công nghệ in 3D có thể được hỗ trợ thông qua các hoạt động giáo dục và tiếp thị quảng cáo.

In 3D như một công cụ cải thiện thực hành giáo dục hiệu quả, đặc biệt là với các môn học STEM. Giống như việc cung cấp truy cập internet, máy tính, máy tính bảng, bảng dạy học thông minh cho các học sinh, Chính phủ hoàn toàn có thể cung cấp máy in 3D cho các trường học. Các máy in này không chỉ khuyến khích các hoạt động giáo dục mà còn đặt nền móng cho những kiến thức cơ bản về công nghệ in 3D qua các chương trình tập huấn giáo viên và chương trình giảng dạy sáng tạo về công nghệ này.

Giữ được cân cân công bằng

Như đã đề cập, sự can thiệp của chính phủ rất cần thiết, nhất là khi các tác động, ảnh hưởng phát sinh từ công nghệ in 3D sẽ ngày càng tăng cao. Với các tiềm năng mà công nghệ này có thể tạo ra, tất nhiên sẽ có một số thành phần kinh tế bị mất đi lợi ích và một số thành phần khác được hưởng những lợi ích mới. Đối với vấn đề này, chính phủ cần đưa ra các biện pháp rõ ràng nhằm đảm bảo được đầy đủ lợi ích từ công nghệ in 3D nhưng vẫn duy trì được những quyền lợi hợp pháp trên một số mặt. Chính phủ nên chú ý đảm bảo rằng sự can thiệp này không làm gián đoạn những đổi mới mà công nghệ in 3D mang lại. Đồng thời, nên có những biện pháp hiệu quả để phòng ngừa ngăn chặn việc sử dụng bất hợp pháp công nghệ in 3D, một trong những yếu tố trở ngại trong mở rộng quy mô ứng dụng công nghệ tiên tiến này.

Mặc dù in 3D đã dẫn đến những thay đổi đáng kể trong công nghệ và quy trình sản xuất và các ảnh hưởng đến thị trường trên thế giới, nhưng cũng không dễ dàng để hiểu được tác động thực sự của nó trong trung hạn và dài hạn. Các nhà phân tích quốc tế mới chỉ đề cập đến một số bề nổi của công nghệ này, cả về sự tăng trưởng và công nghệ. Các nghiên cứu mới nhất dự đoán rằng công nghệ 3D sẽ đạt được trạng thái áp dụng rộng rãi trong 10 năm tới, cả trong thị trường công nghiệp và người tiêu dùng.

Khi ngày đó đến, và các nhà máy mini cá nhân sẽ trở thành tiêu chuẩn, có lẽ sẽ rất khó để tưởng tượng làm sao xã hội sẽ có thể tồn tại mà không có công nghệ in 3D.

Biên soạn: Phùng Anh Tiến (Trung tâm Phân tích Thông tin)

Tài liệu tham khảo chính

1. Công nghệ in 3D – Lịch sử và ứng dụng, tác động và thách thức, vai trò quản lý và chiến lược phát triển, *Tạp chí Tia Sáng*, 6/2015;
2. Công nghệ in 3D với giáo dục và đào tạo, *Tạp chí Tia Sáng*, 7/2015;
3. Can 3D Printing Reshape Manufacturing In America? *Forbes.com*, 17/6/2014.
4. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, *McKinsey Global Institute Analysis*, 5/2013.
5. Exploring the 3D printing opportunity, *The Financial Times*, 8/2012.
6. The rise of additive manufacturing, *Excell, Jon, The engineer*, 10/2013.
7. The next step: 3D printing the human body. *Williams, Rhiannon, The Daily Telegraph*, 2/2014.
8. “The Next Big Thing in 3-D Printing: Big Area Additive Manufacturing, or BAAM”. *McKenna, Beth. The Motley Fool*. 9/2014.
9. https://vi.wikipedia.org/wiki/In_3D
10. <http://scantechvn.com>
11. Wohler Report 2014, 2015, *Wohlers Associates*.
12. What is 3D printing? <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
13. 3D Printer Technology – Animation of layering, *Create It Real*, 1/2012.
14. 3D Printing: Challenges and Opportunities for International Relations, *Transcript. Council on Foreign Relations*, 10/2013.
15. 3D Printing Technology Insight Report, 2014.