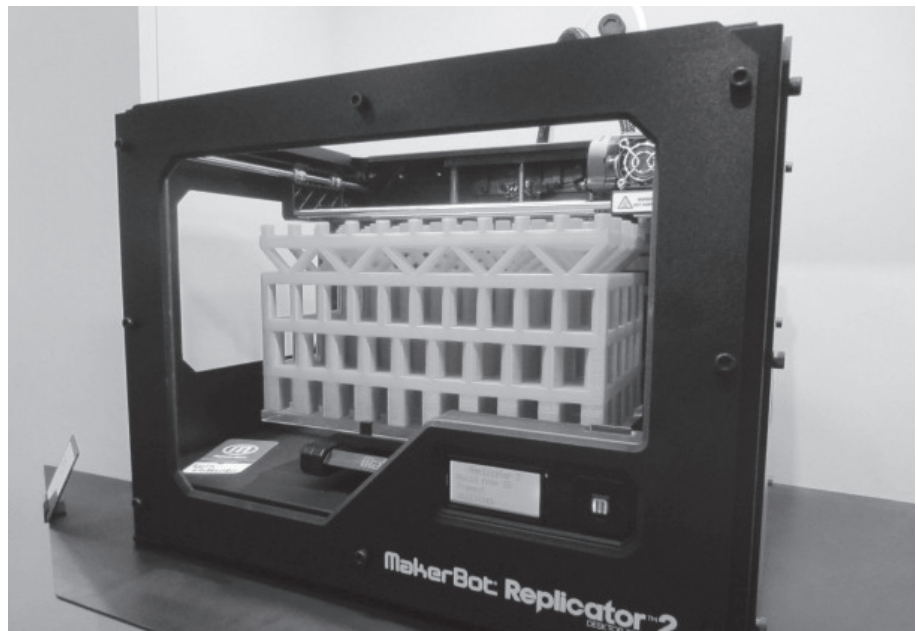


3D 프린팅 기술 동향

3D 프린팅 기술의 등장과 발전

- 3D 프린팅은 플라스틱 액체와 같은 원료를 사출해 3차원 모양의 고체 물질을 자유롭게 찍어내는 기술
 - 물체 정보를 3D 그래픽 설계 프로그램을 통해 만들어낸 후 3D 프린터를 통해 가루, 액체, 실 형태의 원료를 사출
 - 물체의 형상대로 얇은 층을 무수히 반복해서 쌓아 만들기 때문에 첨삭가공(Additive Manufacturing) 기술이라고도 말함(The Engineer, 2010. 5. 24)
 - 3D 프린팅 기술의 역사는 30여 년 전으로 거슬러 올라가는데, 1980년대 초반 미국 3D Systems사가 플라스틱 액체를 굳혀 물건을 만드는 프린터를 세계 최초로 개발하며 시작

- 3D 프린팅의 장점은 하나의 물건만 찍어내도 비용이 비교적 적게 들고, 어떤 모양이든 자유롭게 만들어낼 수 있다는 데 있음



출처: Cnet(2012, http://reviews.cnet.com/8301-33809_7-57516381/makerbot-revamps-replicator-3d-printer-adds-retail-store/)

그림 1. 3D 프린터의 인쇄 모습

- 기존의 플라스틱 모형 제조 방법에서는 틀을 만들어 찍어내기 때문에 하나의 물건을 만드는 데 들어가는 비용이 매우 높아지게 되지만, 3D 프린터로는 틀 없이 원료를 한 겹씩 쌓아서 물건을 만들기 때문에 다품종 소량생산에 매우 적합-이 때문에 본래 3D 프린팅 기술은 시제품 개발 단계에서 프로토타입을 만들어 내고 시행착오를 거친 후 여러 번 수정해 다시 만들어내는 과정에서 주로 사용-또한 3D 프린터는 아무리 복잡한 모양이라도 끊어 붙일 필요 없이 간편하게 만들어 낼 수 있기 때문에, 어딘가를 끊었다가 꼬아서 붙여야 하는 복잡한 모양도 한 번에 인쇄 가능하며 3D 프린터로 만들 수 있는 물건은 사실상 무궁무진하다고 볼 수 있음

■ 3D 프린팅 기술은 제조업, 의료, IT분야 등 다방면에서 기술 패러다임을 바꾸며, 산업 혁신을 이끌 것으로 기대되고 있음

- 지난 3월 미국의 Barack Obama 대통령은 연두 의회 연설에서 3D 프린팅 기술이 산업과 기술 부문의 혁신을 견인하면서, 미국의 제조업에 활기를 불어넣을 것이라고 언급(Inc, 2013. 2. 14)

- 높은 가격 때문에 기업에서 프로토타입 시제품 제작용으로만 사용되던 3D 프린터가 저렴해지면 3D 프린팅 기술이 집에서 개인화, 맞춤형된 장난감, 액세서리를 만드는 데 사용되거나 맞춤형 보청기나 의족, 의수 제작, 심지어는 인공 장기 제작에까지 사용될 수도 있을 것으로 기대

- 글로벌 리서치 업체인 Gartner는 3D 스캐너 및 디자인 도구의 발전으로 3D 프린팅 기술이 향후 단기 제조 분야를 포함해 건축, 엔지니어링, 토목, 의료 등으로 확장되어 갈 것으로 전망(IDG Korea, 2013. 3. 29)

■ 최근 3D 프린팅 기술에 관심이 집중되는 이유는 3D 프린터 가격이 낮아져서 대중화 될 것으로 전망되기 때문

- Gartner에 따르면, 기업용 수준의 3D 프린터가 2016년경에는 2,000달러 이하에 판매될 수 있을 것으로 전망(IDG Korea, 2013. 3. 29)

3D 프린팅 기술 방식과 특징

1) 3D 프린팅의 원리와 과정

- 3D 프린팅의 기본 원리는 얇은 막을 쌓아올려 입체적인 형태를 가진 물건을 만드는 것
 - 입체적인 물건을 미분하듯이 가로로 매우 얇게 잘라 분석
 - 이러한 얇은 막을 한 층씩 바닥부터 꼭대기까지 쌓아서 물건의 형태를 완성하게 됨

- 3D 프린팅에 쓰이는 재료는 가루(파우더), 액체, 실의 형태가 있으며, 이를 녹여 얇은 막을 무수히 쌓아 올려 물건을 만드는 방식임
 - 3D 프린터에 들어있는 액체 재료는 빛을 받으면 고체로 변하는 플라스틱(광경화성 플라스틱)인데, 설계도에 따라 액체 재료가 담긴 용기 위에 프린터 헤드에서 나오는 빛을 쬐이며 원하는 모양을 그리고, 빛을 받으면 액체 표면이 굳어 하나의 층(Layer)이 됨
 - 한 겹씩 쌓아 올리는 대신 커다란 덩어리를 둥근 날로 깎아 물건을 인쇄하는 프린터도 있는데, 이 방식은 층을 쌓아 올리는 방식에 비해 곡선 부분이 매끄럽다는 장점이 있지만 컵처럼 안쪽으로 들어갔거나 복잡한 모양을 만들 수 없다는 문제가 있음

- 3D 프린팅 과정은 크게 ① 3D 물체의 설계 도면을 만드는 모델링, ② 원료를 쌓아 올려 물건을 실제로 만들어내는 프린팅, ③ 프린트된 물체를 굳히거나 표면 처리를 하는 마무리 단계로 나뉨
 - ① 모델링: 모델링 과정에서는 CAD와 같은 컴퓨터 그래픽 설계 소프트웨어나 3D 프린터에 번들로 동봉된 전용 프로그램을 이용해 물체의 모양을 3차원으로 구성하게 됨. 산업 현장에서 제품 디자인에 주로 사용되는 CAD로 만들어진 데이터는 3D 프린터에서 사용되는 STL 파일 포맷으로 변환되어야 함. STL 파일은 3D 모델 표면을 무수히 많은 삼각형들의 집합으로 쪼개 각 꼭짓점들의 위치 데이터를 저장하고 있음
 - ② 프린팅: STL 파일을 3D 프린터에서 불러들이면 3D 모델을 가로 방향으로 무수히 많은 얇은 막으로 쪼개어 데이터를 분석하게 되며, 재료를 세팅한 후 조형을 시작하게 됨
 - ③ 마무리: 사용된 재료에 따라 차이가 있지만, 조형이 완료되면 완성물의 주변에 붙어 있는 찌꺼기나 부산물들을 제거하고 광경화 플라스틱의 경우 완전히 단단해질 때까지 굳히는 과정을 거침. 경화 과정이 끝나면 표면 청소와 매끄럽게 만드는 작업, 코팅이나 페인팅 과정을 거쳐 최종 결과물로 완성되게 됨

2) 3D 프린팅 방식

- 3D 프린팅 기술 방식에는 매우 다양한 종류가 있지만 크게 사용되는 원료의 특징에 따라 액체, 파우더, 고체 기반으로 분류할 수 있음

 - 각각의 방식은 저마다 고유의 장점과 단점을 지니고 있는데, 조형 속도와 조형의 정확도, 세부적인 디테일에 차이가 있으며 색깔을 자유롭게 할 수 있는 방식과 단색으로만 가능한 방식이 있음

- 액체 기반의 방식들은 주로 액체 상태의 폴리머 합성수지와 그 외의 합성수지를 이용, 물체의 모양을 따라 한 층씩 쌓은 후 광경화(photocure)시키는 과정을 거침

 - 액체 기반의 대표적인 방식은 SLA(Stereolithography)로 상업적으로 가장 먼저 도입되었음
 - SLA 이외의 액체원료 기반의 방식으로는 Jetted Photopolymer와 Ink Jet Printing 방식이 있음
 - 액체 기반 방식은 대체로 원래 형태에 근접하는 정확한 조형이 가능하다는 장점이 있으나, 경화 폴리머가 시간이 지나면서 마모될 수 있어 내구성이 떨어진다는 단점이 있음

- 파우더 기반 방식은 파우더 형태로 만들어진 합성수지, 금속 원료를 녹이거나 소결(燒結, sintering)하는 과정을 거침

 - 파우더 기반의 방식으로는 SLS(Selective Laser Sintering), DMLS(Direct Metal Laser Sintering)와 3DP(Three Dimensional Printing) 방식이 있음
 - 파우더 기반의 방식은 합성수지에서 금속, 세라믹까지 다양한 원료를 사용할 수 있으며, 액체원료의 광경화 과정을 거친 결과물보다 견고하다는 장점이 있음

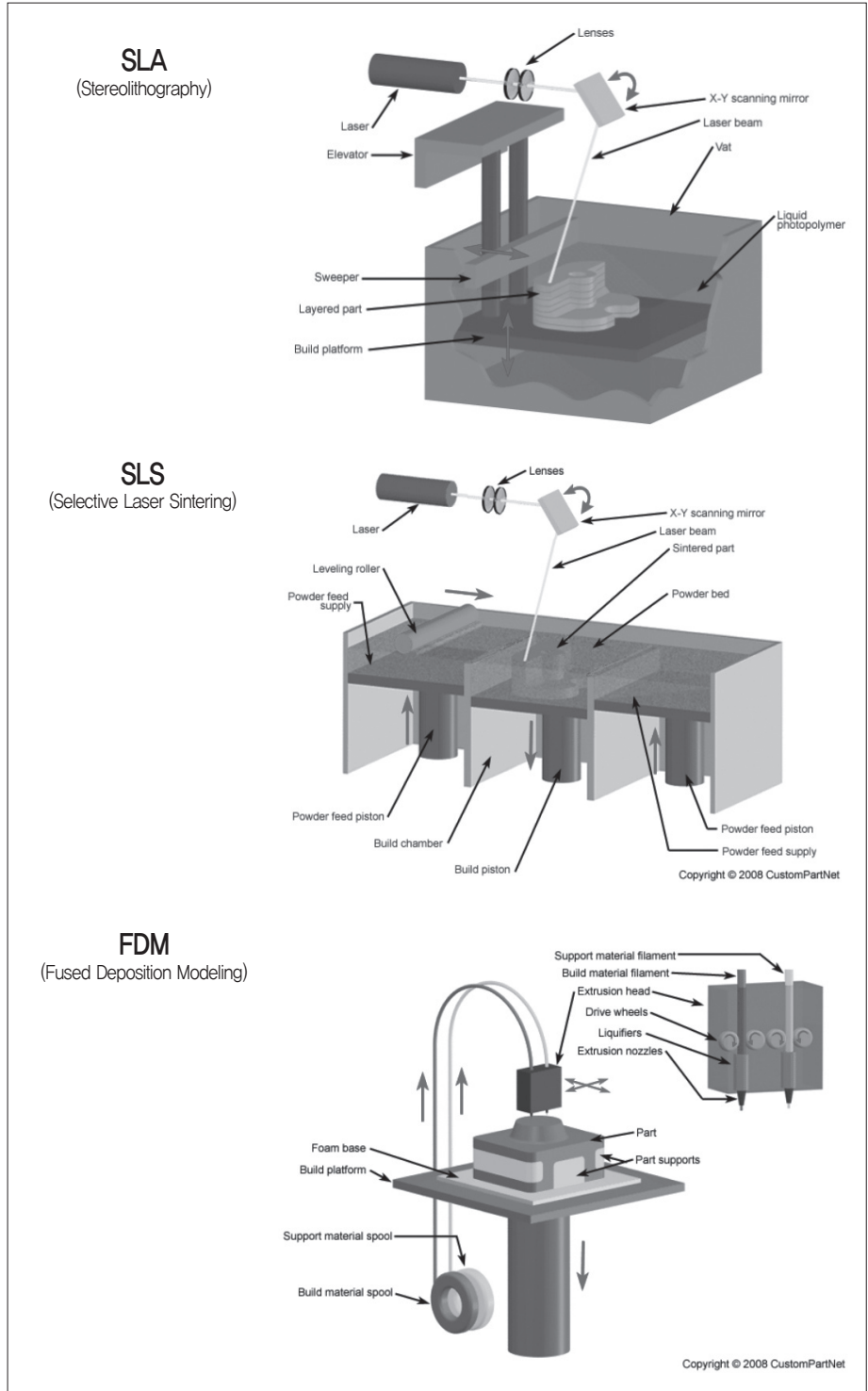
- 고체 기반 방식은 주로 고체 상태의 원료를 깎아서 만드는데, 원료의 가공 형태에는 차이가 있음

 - LOM(Laminated Object Manufacturing) 방식은 종이 형태의 얇은 원료를 한 장씩 쌓고 물체의 모양대로 깎아나가는 과정을 거침
 - FDM(Fused Deposition Modeling) 방식은 실 형태의 원료를 녹여서 한 층씩 쌓게 되는데, 액체, 파우더 기반 방식과 유사한 특징을 보임

〈표 1〉 3D 프린팅 주요 기술 방식

분류	기술명	원리	특징
액체 기반	SLA (Stereolithography)	<ul style="list-style-type: none"> - 저전력, 고밀도의 UV 레이저를 이용 - 빛을 받으면 고체로 변하는 폴리머 액체에 물체의 모양대로 레이저를 쏘아 얇은 막(Layer)을 생성함 - 막이 만들어지면 표면을 매끄럽게 만들기 위해 칼날이 표면을 다듬게 됨 - 받침대는 막이 하나씩 완성될 때마다 모형을 아래로 조금씩 내리며 수평을 유지함 - 층을 모두 쌓아올려 형체가 완성되면 완전한 고체로 굳히는 과정을 거침 	<ul style="list-style-type: none"> - 찰스 헐(Charles Hull)에 의해 고안되어 1988년 3D Systems 사에 의해 도입됨 - 가장 널리 쓰이는 기술임 - 정확하고 세부적인 모형을 제작 가능 - 액체 형태의 포토폴리머 (Photopolymer) 플라스틱을 원료로 사용함 - 중간 정도의 조형 속도
파우더 기반	SLS (Selective Laser Sintering)	<ul style="list-style-type: none"> - SLA 방식과 거의 유사한 과정을 거치는데, 파우더 형태의 폴리머나 메탈 원료에 레이저를 쬐서 고형화시킴으로써 막(Layer)을 생성함 - 막이 형성되면 그 위에 파우더를 얇게 뿌리고 다시 레이저를 쬐서 새로운 막을 형성 - 플라스틱 폴리머 원료는 막을 층층이 쌓아올리면 그대로 모형이 완성 - 메탈 원료는 메탈 파우더 위에 플라스틱이 얇게 도포되어 있어 레이저를 쬐서 막이 형성되고 모형이 완성된 후에는 900도 이상의 용광로에 모형을 넣어 플라스틱 막을 분해시키고 금속을 침윤시켜 결합시킴 	<ul style="list-style-type: none"> - University of Texas System 연구진에 의해 개발됨 - 나일론, 유리섬유, SOMOS, 트루폼과 같은 다양한 원료와 함께 금속성 원료를 사용할 수 있다는 장점이 있음 - 조형 속도 빠름
고체 기반	FDM (Fused Deposition Modeling)	<ul style="list-style-type: none"> - 고체 필라멘트(실) 형태의 플라스틱이나 왁스 원료가 노즐을 통해 분사되어 얇은 막을 형성 - 노즐은 플라스틱을 녹일 수 있을 정도의 고열을 발산하며, 노즐을 통과한 원료는 신속하게 경화되어 아래 막 부분에 층층이 쌓이게 됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 미네소타의 Stratasys사에 의해 개발됨 - ABS, 폴리아미드, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 왁스 등 여러 형태의 원료를 사용 가능 - 조형 속도 느림

출처: Custompartnet(2008, <http://www.custompartnet.com/wu/additive-fabrication#technologies>)



출처: Custompartnet(2008, <http://www.custompartnet.com/wu/additive-fabrication#technologies>)

그림 2. 3D 프린터의 기술별 원리

3D 프린팅 활용 사례

1) 콘텐츠 산업으로의 파급력

- 3D 프린터는 어떤 모형이든지 그 외형을 복사해 만들어낼 수 있기 때문에 기존의 캐릭터 산업에 영향을 미칠 것으로 전망
 - Games Workshop은 인기 게임 Warhammer 40,000의 캐릭터들을 피겨로 제작해 판매하고 있는데, 일부 유저들이 이러한 피겨 제품들을 3D 스캔해 모델링 데이터를 공유하고 수정해 사용하는 사례가 등장하고 있음
 - 유저들은 3D 프린터를 통해 자신이 원하는 자세, 형태의 캐릭터 상품을 직접 만들 수 있으며, 이러한 수요는 캐릭터 상품을 유통하던 기업들이 DIY(do it yourself)가 가능한 모델링 데이터를 소비자들에게 판매하거나, 소비자들의 요청에 따라 맞춤형된 캐릭터 상품을 제작할 수 있는 가능성 제시



출처: Printer3D.com(2013, <http://www.printers3d.com/3d-printer-files/gamesworkshopwarhammer.html>)

그림 3. Games Workshop의 Warhammer 게임 캐릭터를 3D 프린터로 제작한 모습

- 일본의 하라주쿠에서는 Omote 3D Shasin Kanand라는 이름의 3D 피겨 제작 가게가 오픈(Discovery News, 2012. 11. 13)



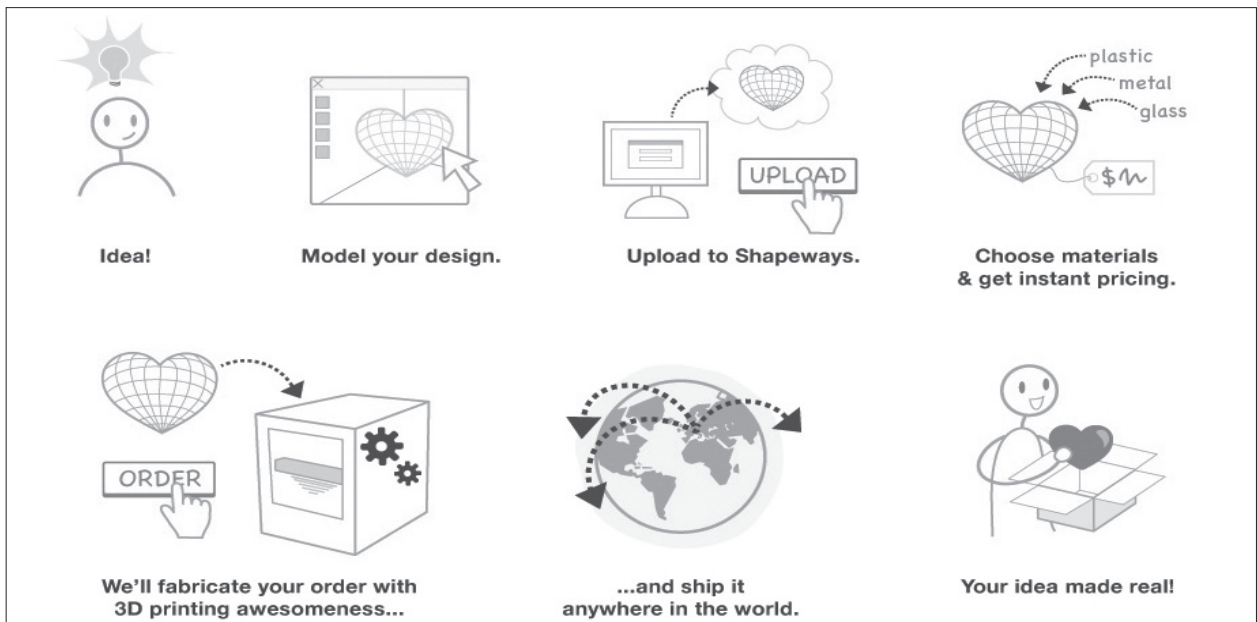
출처: Discovery News(2012, <http://news.discovery.com/tech/3d-printer-action-figure-121113.htm>)

그림 4. 하라주쿠 3D 피겨 가게의 유저 셀프 피겨 모습

- 사용자 자신의 몸을 15분 정도 3D 스캐너로 스캔한 후 3D 프린터를 이용해 액션 피겨 형태로 제작
- 10cm의 크기는 264달러, 15cm는 402달러, 20cm 크기는 528달러의 가격이 책정
- 3D 피겨 제작 가격은 3D 프린터의 콘텐츠 소재가 기존의 유명한 캐릭터 상품뿐만 아니라 사용자 자신이 될 수 있다는 가능성을 보여주고 있음

■3D 프린터 시장이 활성화되면서 제품을 파는 것이 아니라 제품의 3D 모형 데이터 파일을 거래하거나, 3D 프린터를 여러 대 갖춰 두고 개인이나 소규모 기업의 주문을 받는 사업이 출현하는 등, 새로운 형태의 사업과 비즈니스 모델이 등장하고 있음 (ScienceNews, 2013. 3. 9)

- Shapeways라는 업체는 개인이 디자인한 제품을 3D 프린팅으로 생산, 배송해 줄 뿐만 아니라, 자신이 만든 디자인 파일을 다른 사람에게 팔 수 있는 기회를 제공하는 일종의 온라인 마켓 플레이스 서비스도 선보임(베타뉴스, 2013. 4. 13)
- 이 같은 서비스를 통해 다양한 3D 프린터용 설계 도면이 자유롭게 유통될 수 있으며, 일반 대중이 제품의 생산자로 참여할 수 있는 기회가 열리게 됨
- 3D 프린터 제조 회사인 Stratasys는 레드아이(RedEye)라는 이름의 3D 프린팅 대행 서비스를 제공하고 있으며, 개인이나 기업이 이 서비스를 이용해 3D 설계 도면을 파일로 보내기만 하면 제품을 만들어 주는 서비스를 제공



출처: Shapeways(2013, http://www.shapeways.com/about/how_does_it_work?#home-learnmore)

그림 5. Shapeways의 서비스 개념도

-레드아이 서비스는 FDM에서 SLA, SLS에 이르기까지 5개의 제조 방법과 ABS 플라스틱, 폴리카보네이트, 나일론 등을 포함하는 15개의 원료를 제공하고 있으며, 제조 방법에 따라 제품 제작에는 3~5일 가량이 소요

2) 기업의 제조업 분야

■3D 프린팅은 일반 기업의 제조업 분야에 혁신을 가져올 수 있을 것으로 기대

- 3D 프린팅 기술은 금형이나 틀 없이도 프로토타입을 신속하게 만들 수 있고, 수정한 후 다시 만들어 확인하는 것도 가능하기 때문에 주로 시제품 개발에 사용
- 신제품 개발 과정에서 시제품 제작이 여러 번 반복되기 때문에 3D 프린터를 통해 시간과 비용을 크게 절감
- 또한 기존의 부품 제작과 조립이 아닌 한 번에 제품을 통째로 찍어내는 3D 프린터의 제작 방식을 통해 복잡하고 현란한 모양을 구현할 수 있기 때문에 파격적인 디자인이 탄생할 수 있는 가능성을 제공
- 제조비용 면에서는 기존의 대량 생산 방식에 비해서는 생산 단가가 높지만, 원료 낭비가 거의 없기 때문에, 알루미늄과 같이 원료를 깎아서 만드는 제품의 경우 원료비를 크게 절감할 수 있다는 장점도 있음

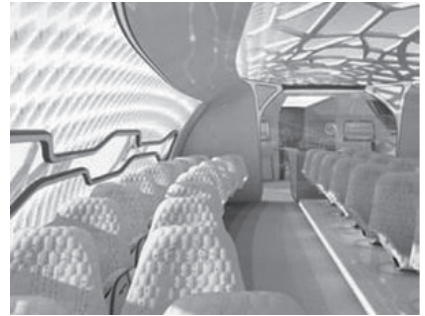
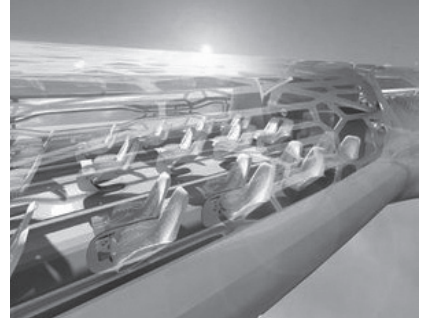
■개발 과정에서 시제품 제작이 빈번하게 요구되는 자동차 업계에서 3D 프린터 활용 사례가 증가하고 있음

- 고급 스포츠카 제조업체인 Lamborghini는 스포츠카 Aventador 시제품 제작에 3D 프린터를 사용해 기존에 4달 동안 40,000 달러의 비용이 소요되던 과정을 20일 동안 3,000 달러 수준으로 줄일 수 있었음(베타뉴스, 2013. 4. 14)
- BMW는 Stratasys의 3D 프린터를 이용해 모형과 부품을 만들어 생산 라인에 적용하기도 하는 등, 3D 프린팅 기술을 적극 활용(Inc, 2013. 2. 14)

■유럽항공방위산업체 EADS(European Aerospace and Defence Group)는 3D 프린터로 에어바이크 (Airbike)라는 이름의 새로운 자전거를 만들어냄(Gizmag, 2011. 3. 9)

- 에어바이크는 나일론 파우더를 원료로 3D 프린터로 한 번에 찍어냈는데, 바퀴와 페달, 안장, 몸체를 따로 만들어 조립한 것이 아니라 자전거 한 대를 통째로 완성품으로 인쇄
- 강철이나 알루미늄으로 만든 기존의 자전거보다 65% 이상 중량을 절감할 수 있었으면서도 강성은 대등한 것으로 알려짐

■에어버스를 생산하고 있는 유럽항공방위산업체는 3D 프린터를 항공기 생산에도 도



출처: Engadget(2011, <http://www.engadget.com/2011/03/09/eadss-airbike-is-a-3d-printed-nylon-bicycle-actually-looks-rat/>), Airbus(2013, <http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/concept-planes/the-airbus-concept-cabin/future-technologies/>)

그림 6. 에어바이크의 모습과 에어버스의 2050년 컨셉 디자인

입찰 계획을 세우고 있음

-일례로 2050년 에어버스의 컨셉은 커브가 크고 새의 뼈를 모방한 파격적인 디자인을 채택하고 있으며, 현재 비행기 부품을 만드는 수준의 3D 프린팅 기술이 발전해 2050년 즈음 비행기 격납고 크기로 대형화될 경우 현재의 컨셉 디자인 대로 구현하는 것도 가능할 전망(베타뉴스, 2013. 4. 14)

■소규모의 제조 기업들도 3D 프린터 사용을 통해 제조비용을 절감하고 다품종 소량 생산을 통해 사업 활성화를 노릴 수 있음

- 예를 들어 장난감 25,000개를 초기 물량으로 생산해야 하는 기업은 제품이 팔리지 않을 경우 재고와 제품 제조 원가를 떠안아야 하지만, 3D 프린터로 제품을 생산하면 100개 정도만 생산해 시장의 반응을 본 후 100개 단위로 추가 물량을 공급할 수도 있음
- 또한 기존에 3~4가지 디자인과 색상으로만 출시했던 제품들을 매우 다양한 디자인과 색상을 적용해 소량 생산하는 것도 가능해짐

3) 개인 맞춤형 물품 제작

- 3D 프린터는 높은 단가 탓에 현재 주로 제조업에서 활용되고 있으나 3D 프린터 생산 벤처기업인 Makerbot이 저가형 프린터를 출시하면서 개인이나 소기업에서의 활용이 증가할 전망

 - 1980년대부터 기업과 학교, 정부를 중심으로 도입되었던 3D 프린터는 초기 가격이 수만 달러에 달했음
 - Makerbot은 소매가 2,200달러의 레플리케이터(Replicator) 모델을 출시했으며, 이와 함께 가정용 3D 스캐너를 발표했음
 - Makerbot의 3D 스캐너는 5~20cm² 크기의 물체를 스캔한 뒤 이를 디지털 파일로 저장해 주며, 3D 프린터로 이 파일을 읽어 들이면 해당 물체와 동일한 형태의 복제품을 만들어내는 것도 가능함
 - Makerbot은 3D 스캐너와 3D 프린터의 통합 시스템을 제공함으로써 전문 기술을 갖추지 않은 일반인들도 3D 프린팅을 활용할 수 있게 될 것으로 기대
 - 현재 가정용 3D 프린터 시장은 초기 단계로, Makerbot은 2012년 현재 가정용 3D 프린터 시장의 25% 가량을 점유하고 있음

- 3D 프린터는 세상에서 하나밖에 없는 나만의 물건을 만들 수 있게 해 줌으로써, 개인에게 맞춤화, 최적화된 물건 제작을 활성화시킬 전망

 - 가장 기초적인 수준에서 일반인들은 엠블렘, 열쇠고리 동금, USB 스틱 커버를 인쇄하는 등 나만의 장난감이나 액세서리를 만드는 데 3D 프린터를 사용함

- 보청기, 치아, 의족 등 의료 분야에서 개인 맞춤형 제품이 반드시 필요한 영역을 중심으로 3D 프린팅 기술이 사용되고 있음(베타뉴스, 2013. 4. 14)

 - 덴마크의 보청기 회사인 Widex는 개인마다 다른 귀 모양을 3D 스캐너로 촬영해 정확하게 맞춤화된 컷본을 제작해 생산하고 있음
 - 임플란트나 보철기기를 제작할 때도 이미 보급되어 있는 3차원 CT, 치과용 3D 스캐너 등과 연계해 개인 골격에 맞는 제품을 디자인하기 용이해질 전망

- 의료 분야에서 3D 프린터로 세포를 쌓아 올려 인공 장기를 만드는 것도 가능해질 것으로 기대됨(Explainingfuture, 2013. 3. 1)

 - 일본 University of Toyama(富山大學)의 Nakamura Makoto(中村誠)교수는 살아 있는 세포를 3D 프린터로 쌓는 데 성공했는데, 이 기술을 발전, 응용시키면 인공 장기를 만들 수도 있을 것으로 전망
 - 인공장기나 인체조직을 만드는데 3D 프린팅을 사용하는 것을 바이오프린팅(Bioprinting)이라고 부르는데, 독일의 Fraunhofer 연구소에서는 3D 프린팅 기술을 이용해 인공혈관을 만드는 데 성공

향후 전망 1) 향후 각종 산업의 혁신 동력으로 작용할 전망

- 3D 프린팅 기술이 향후 제조업과 각종 산업의 혁신 동력으로 자리 잡을 것이라는 데는 이견이 없으며, 이에 따라 세계 각국에서는 3D 프린팅 기술의 활성화를 위한 연구기관 설립과 정책적 지원책을 추진하고 있음(ScienceNews, 2013. 3. 9)
 - 미국에서는 3D 프린팅을 통한 제조업 혁신을 꾀하기 위해 NASA와 국립과학재단(National Science Foundation), 국방부, 에너지상무부의 재정지원으로 2012년 8월, 오하이오의 영스타운(Youngstown)에 국립 첨삭가공 혁신연구소 NAMII(National Additive Manufacturing Innovation Institute)를 개설
 - NAMII는 3D 프린팅 기술을 산업과 대학의 연구실에 도입하는 것을 지원하고 제조업체들이 3D 프린팅 원료와 기기를 시험해 볼 수 있는 훈련 프로그램을 운영할 것으로 알려짐
 - 유럽연합(EU)은 현재 제조업이 총 GDP에서 차지하는 비중 16퍼센트를 2020년까지 20퍼센트로 끌어올리기 위한 노력의 일환으로 3D 프린팅 기술을 도입하고 적극적으로 투자할 것을 계획하고 있음
 - 2012년 9월에는 영국이 3D 프린팅 기술의 연구 개발을 위해 1,000만 달러를 투자할 것이라고 밝혔음

- 3D 프린팅 기술이 촉발할 산업 혁신은 ① 디자인 혁신, ② 생산시스템과 재고관리의 변화, ③ 제품 3D 설계디자인의 유통, ④ 맞춤형 DIY 생산 활성화, ⑤ 의료 및 생명공학의 발전으로 요약할 수 있음
 - ① 3D 프린팅 기술은 첨삭 가공 방식을 통해 복잡한 외형도 한 번에 이어 붙여 손쉽게 만들 수 있기 때문에 기존의 제조 기술로는 불가능했던 복잡하고 난해한 디자인, 매끄러운 곡선형 디자인을 가능하게 함으로써, 디자인 혁신을 이끌 것으로 전망됨
 - ② 3D 프린팅 덕분에 다품종 소량 생산, 시장 반응을 보기 위한 초기 물량 소량 생산이 가능해지고, 더 나아가 고객의 주문에 바로 3D 프린터로 제품을 제작하는 시스템이 확립되면, 재고가 전혀 없는 유통 관리가 가능해질 전망
 - ③ 3D 프린터에 사용되는 3D 설계 파일은 제품의 도면 역할을 하면서 동시에 3D 프린터를 가동시키기만 하면 바로 제품 그 자체가 되기 때문에, 일종의 상품과도 같은 역할을 하게 되고 온라인 플랫폼과 서비스를 통한 설계 파일 거래가 활성화될 수 있음
 - ④ 집에서 손수 필요한 물품들을 제작하는 DIY 애호가들에게 3D 프린팅 기술은 모든 것을 만들어낼 수 있는 가능성을 제공하고, DIY 생산이 크게 활성화될 것으로 기대
 - ⑤ 의료 분야와 생명공학 분야에 3D 프린팅이 접목됨으로써 인공 장기, 인체 조직 개발이 가능해지면, 의료 혁신의 원동력으로 작용할 수 있음

- 3D 프린터와 관련 시장은 매년 높은 성장세를 보이며 급속도로 성장할 것으로 전망 (Wired, 2013. 3. 21)
 - 3D 프린팅 전문 컨설팅 업체인 Wohlers Associates는 3D 프린터 시장의 연평균 성장률 (CAGR)이 2011년 29퍼센트에 이르며, 앞으로도 이 정도 수준을 유지해나갈 것으로 분석
 - Wohlers Associates는 2015년 전 세계 3D 상품 시장(3D 프린터 시스템과 원료 시장)이 37억 달러에 달하고, 2019년에는 65억 달러를 넘어설 것으로 전망
 - 3D 프린터 시장의 25퍼센트를 점유하고 있는 것으로 알려진 Makerbot은 수년 동안 연간 15,000대의 3D 프린터를 판매했다고 주장하는데, 한 대 당 판매 금액을 2,000달러로 잡을 경우 총 판매액은 1억 2,000만 달러에 이르는 것으로 나타남

2) 가정용 시장에 범용 기기로 자리잡을 가능성은 미지수

- 최근 매스마켓 시장에 등장한 저렴한 3D 프린터는 집집마다 3D 프린터를 갖춰두고 개인들이 손쉽게 3D 프린팅 기술을 사용하는 시나리오를 예상하게 만들고 있음
 - Gartner는 2016년경에 기업용 수준의 고성능 3D 프린터가 2,000달러 이하에 판매될 것으로 전망하고 있으며, 이 경우 고성능 3D가 프린터가 PC보다도 더 저렴해지는 셈이라고 분석(IDG Korea, 2013. 3. 29)
 - Makerbot은 데스크톱 3D 프린터인 레플리케이터 2(Replicator 2)를 2,199달러의 가격에 내 놓아, 이미 3D 프린터의 가격 하락은 급속도로 진행되고 있는 것으로 나타남
- 그러나 전문가들은 대체로 3D 프린터가 현재 집집마다 한 대 씩은 갖추고 있는 잉크젯 프린터처럼 대중화되지는 못할 것으로 전망
 - Wohlers Associates의 회장인 Terry Wohlers는 Kinkos나 Staples와 같은 지역 오피스 전문점에 소비자들이 설계도 파일을 가져다주면 3D 프린팅을 대행해 줄 것으로 예상함(Inc, 2013. 2. 14)
 - 2012년 12월 Staples사는 3D 프린터 제조사인 Mcor Technologies와 계약을 맺고 미국 전역에서 3D 프린팅 서비스를 실시할 예정이라고 발표함(Inc, 2013. 2. 14)
 - Wohlers 회장은 또한 이 같은 서비스가 새로운 형태의 사업을 촉발할 것으로 전망했는데, 한 예로 작은 벤처 기업들이 물건을 파는 것이 아니라 제품의 설계도 파일을 판매한 후, 소비자들이 파일을 내려 받아 지역 오피스 전문점에서 3D 프린터로 즉시 제품을 제작해 집으로 가져갈 수 있을 것으로 전망함(Inc, 2013. 2. 14)

-Gartner의 리서치 디렉터인 Pete Basiliere는 기업 수준의 3D 프린터 가격이 빠르게 인하되겠지만 가정용으로는 여전히 부담스러운 가격이라면서 “일반 프린터는 100달러 정도면 살 수 있다. 수백 달러 정도로 가격이 인하되더라도 3D 프린터를 구입해 직접 이용하려는 소비자 층은 일부에 그칠 것”이라고 밝혔음 (IDG Korea, 2013. 4. 9)

3) 3D 프린터 활성화에 따른 부작용

- 3D 프린팅 기술은 어떤 물건이든지 설계하고 만들 수 있게 해주기 때문에, 총기류와 같은 불법 무기 제조 확산에 대한 우려가 제기되고 있음
 - 텍사스 오스틴에서는 3D 프린터로 제작 가능한 총기 디자인을 개발해 인터넷 상에 공개하려는 비영리단체인 ‘DD(Defense Distributed)’가 무기 제조 라이선스를 획득해 논란이 일고 있음(IDG Korea, 2013. 3. 22)
 - DD는 지금까지 주로 총기의 탄창이나 리시버와 같은 부품을 3D 프린팅 할 수 있는 설계도를 개발하는 데 그쳤지만, 무기 제조 라이선스를 획득하면서 실제 총기 제작이 가능해진 것임
 - 3D 프린터 기술이 급속히 발전하고 가격이 저렴해지면서 총기 구입 및 보유 문턱이 더욱 낮아질 수 있을 것이라는 우려가 등장하고 있는데, Stanford University의 John Donahoe 교수는 “마약, 알콜 문제가 있는 이들이나 범죄 집단이 악용할 수 있다. 총기 제작과 보유가 쉬워지는 것은 잘못된 걸음이다”고 밝힘(IDG Korea, 2013. 3. 22)

- 3D 프린팅 기술의 대중화와 함께 제품 디자인의 저작권 침해에 대한 우려도 제기되고 있음
 - 3D 프린터 생산 업체인 Makerbot은 3D 프린팅 제품 설계 도면을 공유할 수 있는 커뮤니티 사이트인 Thingiverse를 운영하고 있는데, 로봇 피규어 제조업체인 Games Workshop의 제품 설계 도면이 공유되어 Games Workshop으로부터 저작권 소송을 당한 바 있음
 - 제품의 설계 디자인이 인터넷으로 불법 유통되거나, 3D 스캐너와 3D 프린터를 보유한 사용자가 제품을 통째로 스캔한 후 그대로 복제할 수도 있음
 - 지금까지는 대체로 3D 프린터기의 가격이 상대적으로 비싸고 스캔할 수 있는 물체의 크기가 제한되어 있어 저작권 침해 우려가 크지 않았으나, 3D 프린터의 가격이 낮아지고 3D 프린팅 대행업체와 서비스가 등장하면서 저작권 이슈가 확대될 것으로 우려

- 1) 빛을 받으면 굳는 플라스틱 원료의 성질의 이용, 빛을 쬐어 단단하게 만드는 방식
- 2) 분말체를 적당한 형상으로 가압 성형한 것을 가열하면 서로 단단히 밀착하여 고결하는 현상. 고체의 가루를 틀 속에 넣고 프레스로 적당히 눌러 단단하게 만든 다음 그 물질의 녹는점에 가까운 온도로 가열했을 때 가루가 서로 접합되거나 일부가 증착하여 서로 연결되어 한 덩어리로 됨
- 3) 소비자가 원하는 물건을 직접 만들 수 있도록 한 상품

참고문헌

- 베타뉴스(2013. 4. 14). 3D 프린팅, 제조업의 개념을 바꾼다. Available at <http://www.betanews.net/article/577049>
- IDG Korea(2013. 3. 22). 현실화되는 3D 프린팅 총기 제조 '합법과 우려 사이'. Available at <http://www.ciokorea.com/news/16265>
- IDG Korea(2013. 3. 29). "고성능 3D 프린터, 2016년이면 PC보다 싸진다" 가트너. Available at <http://www.ciokorea.com/news/16363>
- IDG Korea(2013. 4. 9). "3D 프린터, 소비자 제품 아니다" 가트너. Available at <http://www.ciokorea.com/news/16497>
- Discovery News(2012. 11. 13). 3D Printer turns you into an action figure. Retrieved from <http://news.discovery.com/tech/3d-printer-action-figure-121113.htm>
- Explainingfuture(2013. 3. 1). Bioprinting. Retrieved from <http://www.explainingthefuture.com/bioprinting.html>
- Gizmag(2011. 3. 9). EADS Airbike made of steel-strength nylon. Retrieved from <http://www.gizmag.com/eads-bristol-announces-nylon-airbike-manufactured-by-alm-technology/18094/>
- Inc(2013. 2. 14). 3D Printing: Everything you need to know. Retrieved from <http://www.inc.com/samuel-wagreich/3d-printing-revolution-fact-or-fiction.html>
- ScienceNews(2013. 3. 9). The 3-D printing revolution. Retrieved from http://www.science-news.org/view/feature/id/348429/description/The_3-D_Printing_Revolution
- The Engineer(2010. 5. 24). The rise of additive manufacturing. Retrieved from <http://www.theengineer.co.uk/in-depth/the-big-story/the-rise-of-additive-manufacturing/1002560.article>
- Wired(2013. 3. 21). Why 3-D printing won't turn your home into a factory. Retrieved from <http://www.wired.com/business/2013/03/ideas-not-dinner-plates-are-the-future-of-3-d-printing/all>

(이 글은 한국콘텐츠진흥원 문화기술 심층리포트 통권29호 실린 내용입니다.)