

3D 프린팅 산업과 기업의 대응전략



딜로이트 안진회계법인
딜로이트 컨설팅

Presented by
김준철 전무

3D 프린팅은 생산혁명을 유발할 혁신적인 기술로 주목 받고 있다

3D 프린팅은 적층 방식으로 3차원 물체를 제조하며, 제조 비용 및 시간 절감 등의 장점이 있다

3D 프린터는 산업용 위주로 성장하였으나, 개인용 시장 성장이 가속화 되는 추세이다

3D 프린팅은 2013년 미국정부에 의하여 미국제조업부흥을 위한 10대 핵심제조기술로 선정되어 관심이 집중된 바 있으며, MIT, 맥킨지(McKinsey Global Institute), 다보스포럼의 '유망기술 글로벌 아젠다 카운슬' 등에서 주목 받는 기술로 선정된 바 있다.

또한, 세계미래학회는 3D 프린터에 의한 생산혁명 유발을 2025년 실현될 20대 미래 예측 중 하나로, Time지는 2012년 최고의 발명품 26선 중 하나로, Economist지는 2012년 내연기관 컴퓨터에 이은 3차 산업혁명의 주역으로 꼽은 바 있고, Financial Times는 2012년 6월 인터넷보다 더 영향력이 클 것으로 예상한 바 있다.

본 글에서는 3D 프린팅에 대한 일반적인 이해, 제조업에 미치는 영향 및 기업관점에서 시의 대응 전략 방향 순으로 3D 프린팅 산업에 대하여 정리해보기로 한다.

1. 3D 프린팅

(1) 3D 프린팅에 대한 이해

3D 프린팅이란 적층 제조(AM: Additive Manufacturing)라고도 불리며, 디지털 디자인 데이터를 이용, 소재를 적층(積層)하여 3차원 물체를 제조하는 프로세스¹⁾를 말한다. 이전까지의 제조기술이 입체형상의 재료를 기계가공 등을 통하여 자르거나 깎는 방식으로 입체물을 생산하는 절삭가공(Subtractive Manufacturing) 형식이었다면, 3D 프린팅에서는 이와 반대로 적층 방법을 취하며, 과속조형(Rapid Prototyping), 첨삭가공, Additive Fabrication, Layer Manufacturing, Freeform Fabrication 등의 용어와 함께 사용되기도 한다.

3D 프린팅 공정은 ① 디자인SW 또는 3D스캐너를 통한 3차원 디지털 도면제작을 하는 모델링, ② 프린팅, ③ 서포터제거, 연마, 염색, 표면재로 증착 등 최종 상품화를 위한 마무리 공정의 3단계로 구분할 수 있다

이러한 3D 프린팅의 장점으로는 ① 시제품의 제작비용 및 시간절감 ② 다품종 소량 생산·손쉬운 맞춤형 제작 ③ 복잡한 형상제작 및 재료비절감에 기여 ④ 제작 시 제조 공정 간소화 및 이에 따른 인건비·조립비용 절감 등이 꼽히고 있다. 또한, 제품대신 디지털 도면을 유통할 수 있으며, 원하는 장소에서의 출력도 가능하다.

(2) 기술동향

프린터 및 소재의 관점에서 본 3D 프린팅 관련 산업·기술 동향은 다음과 같다.

● 3D 프린터 시장 동향²⁾

3D 프린터는 산업용을 중심으로 성장하여 왔으나 최근 규모의 경제효과 및 기술발달로 인한 원가절감 등으로 주로 압출적층방식(FDM: Fused Deposition Modeling)에 의한 개인용시장의 성장이 가속화되는 추세이다. 이러한 흐름의 이면에는 FDM 관련 특허, 선택적 레이저소결조형방식(SLS: Selective Laser Sintering)의 주요 핵심 특허 만료로 진입장벽이 어느 정도 낮아진 점도 작용했다.

*1. 3D 프린팅 산업 발전전략(안), 2014.4. 관계부처합동 (미래창조과학부, 산업통상자원부)

*2. <http://www.stratays.co.kr/>

다양한 프린팅 기술이 적용되고 있으며, 적용 기술에 따라 장·단점이 존재한다

플라스틱, 금속은 주로 3D 프린팅을 위한 소재로 사용되나, 소재 개발이 계속 이루어지고 있다

한국기계연구원³⁾에서는 3D 프린팅에 사용되는 기술을 압출(Extrusion; FDM기술), 분사(Jetting; MJM, Polyjet, 3DP기술), 광경화(Light Polymerised; SLA, DLP기술), 파우더 소결(Granular Sintering; SLS, SHS, SLM, DMLS, EBM기술), 인발(Wire; EBF 기술), 시트접합(Sheet Lamination; LOM기술), 직접 에너지 증착(Direct Energy Deposition; DMD기술) 등으로 구분 정리하고 있는데, 각각의 기술 방식에 따라 활용되는 소재의 차이가 있고 특성면에서 장·단점이 존재한다.

소프트웨어(SW)면에서는 대부분 독자 SW를 사용하고 있으며, 일부 업체들은 SW의 중요성을 인식하고 오픈 소스 플랫폼⁴⁾을 만들어 세를 규합하고 있다.

모델링(설계기술)과 관련하여 이미 인터넷에서는 3D 프린터로 제작할 수 있는 여러 사물 및 상품들의 도면을 검색하고 공유하는 웹사이트들이 등장하고 있다. ‘씽이버스’⁵⁾가 대표 사례다.

● 소재

3D 프린팅을 위한 소재로는 현재 플라스틱과 금속이 주로 사용되고 있으며, 비싼 소재 가격이 사용확대의 큰 걸림돌로 지적되고 있다. 현재 3D 프린팅의 한계로 지적되는 제조시간, 해상도, 강도, 표면특성 등의 문제는 프린터의 문제와 소재의 문제가 결합된 문제로 볼 수 있다.

그러나, 기술개발에 따라 거의 모든 종류의 소재가 3D 프린터 소재로 활용 가능할 것으로 예상된다.

구분	종류
폴리머(Polymer)	PLA, ABS, HDPE, 폴리스티렌, 나일론, Resin
금속(Metal)	티타늄, 알루미늄, 코발트, 스테인레스스틸 등 거의 모든 금속
종이(Film)	종이, 필름형태 플라스틱
기타	목재, 식재료, 아크릴, 석회가루, 왁스(밀랍)

최근에는 여러 재료의 조합 등으로 새로운 재료를 만들어 각각의 개별 성분만으로는 제작이 불가능한 정밀한 재료 특성을 모사함으로써, 사용자가 의도한 최종 제품을 재현할 수 있는 ‘디지털 재료’의 개발도 이루어지고 있다.

국내기업들도 3D 프린터에 활용이 가능한 소재를 차세대 먹거리로 인식하고 적극적인 투자노력을 하고 있다.⁶⁾

*3. 한국기계연구원, 글로벌 3D 프린터 산업·기술 동향분석, 기계기술정책 No.71, 2013.09

*4 렘랩(reprap.org), 이벤트오봇(www.eventorbot.com), 탄틸러스(www.tantillus.org) 등

*5 <http://www.thingiverse.com/>

*6. 소재기업, `3D 프린터` 시장 주목..합성수지·금속 등 올해 투자본격
<http://www.etnews.com/20140415000181>

소비재 및 전자장치, 의료, 자동차산업 순으로 활용되고 있고 있는 3D 산업의 전 세계 규모는 2021년 108억 달러로 성장할 것으로 예상된다

3D 프린팅은 맞춤형 제작, 원가 및 시간 절감, 일체화 생산에 기여하고 있으며, 최근 식품제조에도 활용되기 시작하였다

(3) 시장규모, 점유율

Wohlers Associates, Inc.에 따르면, 장비, 소재 및 관련 서비스를 포함한 3D 산업 규모는 2012년 기준 프린터 시장 9.8억 달러, 관련서비스 8억 달러 및 소재 4.2억 달러 규모로 총 22억 달러⁷⁾에서 2021년 108억 달러로 고속 성장할 것으로 예측되고 있다. 영국의 시장조사기관 Canalys는 3D 프린터, 소재 및 관련 서비스 시장은 2013년에 25억 달러에 달했고, 2014년에 38억 달러, 2018년에 162억 달러에 이를 것으로 예측하였다.⁸⁾ 현재 프린터 시장은 미국시장이 중심이 되고 있으며, 세계 상위 8개 업체 중 5개 업체가 미국기업이다. 특히 '3D Systems'와 'Stratasys'는 최근 제품군을 다양화하고 시장 지배력을 확고하게 하기 위하여 공격적인 M&A를 활발하게 하고 있다.⁹⁾ 그리고, HP 등 기존 업체들도 3D 프린터시장에 진출 움직임을 보이고 있다.

또한 2013년 3D 프린팅은 소비재 및 전자장치, 의료/치과, 자동차사업, 산업용기계 산업 순으로 활용되는 것으로 Wohler Associates는 보고 있다.

국내의 경우 주로 산업용 3D 프린터를 중심으로 수입에 의존하고 있으며, 장비제공 업체 주도의 교육 등이 이루어지는 수준으로 파악된다.

(4) 3D 프린팅 활용사례

✓ 런던올림픽

- 육상, 사이클, 올림픽 경기장 디자인 등 다양한 영역에서 3D 프린팅을 활용하였으며, 프랑스 디자이너 Luc Fusaro는 육상선수의 발을 스캔하여 런닝화를 제작하여, 런닝화 무게를 96 gram.으로 줄였다. 영국 사이클 팀은 각 선수의 헬멧을 3D 프린팅으로 제작하여 사용하였다

✓ 람보르기니

- 전통적인 방식으로는 \$40,000와 120일의 시간이 걸리는 시제품의 제작을 FDM 방식의 3D 프린팅을 이용하여 \$3,000의 비용과 30일의 기간에 처리함으로써 93%의 비용절감과 83%의 시간을 절약할 수 있었다

✓ EADS(유럽항공우주방위산업체)

- 다양한 부품을 금형을 이용하여 찍어 만들고 조립하던 자전거를, 3D 프린팅을 이용하여 단번에 생산하는 "Airbike"로 만들었다. 기존 공정보다 원료의 10분의 1 가량만 사용하며, 무게도 일반자전거의 65%수준으로 조립과정이 없어 고장 가능성도 줄게 되었다

✓ MIT

- 3D food printer의 일종인 초콜릿 제조기 Digital Chocolatier 를 발표¹⁰⁾하였으며, 스페인의 식품회사는 음식을 만들어주는 3D 프린터를 공개하면서 향후 모든 음식을 프린트할 수 있도록 하겠다고 한 바 있다¹¹⁾

*7 '3D 프린팅 산업 발전전략[안]' 미래창조과학부, 산업통상자원부 2014.4. 에서 재인용. 가트너그룹은 3D 프린팅 시장규모를 2016년에는 31억 달러로 매년 평균 20%~30% 성장을 예상한 바 있으며, Markets and Markets 에서는 AM시장을 2013년부터 2017년까지 3.47억 달러로 성장 13.5%의 CAGR을 예측한 바 있다. (<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/additive-manufacturing-medical-devices-market-843.html>)

*8. <http://www.canalys.com/newsroom/3d-printing-market-grow-us162-billion-2018>

*9. <http://www.etnews.com/20140528000056> 참조

*10. http://www.news1.com/ar_detail/view.html?ar_id=NISX20140103_0012636649&cID=10105&pID=10100

*11. <http://web.media.mit.edu>

3D 프린팅에 대하여
조형속도, 표면 해상도,
가공재료의 제한 등이
한계로 지적되기도 한다

그러나 위의 한계들은
시간이 지남에 따라
극복이 가능할 것으로
보여진다

(5) 3D 프린팅 기술이 가진 한계¹²⁾ 및 주의점

일부 전문가들은 1980년대에 소개된 3D 프린팅이 최근에 각광을 받고 있는 현상을 일종의 유행으로 생각하며 3D 프린팅이 가진 한계를 지적하기도 한다.

- ✓ 조형속도가 매우 느리고 규모가 큰 물체의 프린팅에 한계가 있다
- ✓ 표면해상도가 아직 높지 않다
- ✓ 적층방식제조로 단층방향의 힘에 약하고 조형물 강도가 약하다
- ✓ 광경화성 수지, 레이저 소결 수지, ABS 필라멘트 및 금속소재 일부만 활용 가능하고 가공재료에 한계가 있다
- ✓ High-end 장비 재료는 kg당 100~300달러, Low-end 개인용 장비는 kg당 15~35달러에 달하는 등 재료비가 많이 든다
- ✓ 높은 디자인 해상도로 인하여 상당한 컴퓨팅 능력을 요구하며 이러한 능력을 가진 전문인력이 부족하다
- ✓ 소멸된 특허권 등이 있기는 하나, 성격상 특허의 경계가 모호하고 이로 인한 지적재산권분쟁의 소지가 잠재되어 있다. 또한 이런 분야는 국가간 분쟁도 많을 수 있는 영역이다
- ✓ 소재와 공정에 대한 규격이나 표준이 정립되어 있지 않아 다양한 형태의 소규모 시도가 빈발하지만 아직 큰 흐름을 잡지 못하고 있다

그러나, 전반적인 산업의 흐름에 비추어 보면 이러한 한계는 대부분 기술의 진화 및 시간의 경과에 따라 극복될 수 있는 문제로 보여지며, 본질적인 한계로 보기는 어려워 보인다.

한편, 전문가들은 3D 프린팅 산업에 뛰어 들기 전에 유행에 휩쓸려 시장에 뛰어드는 것인 아닌지 몇 가지 상황을 점검해보기를 권유하고 있다.

- ✓ 현재 3D 프린터는 기술 기대의 정점에 위치하고 있고, 실제 기술능력보다 과도한 관심이 집중되어 장비산업규모('12년 \$10억)에 비하여 참여 업체 수(100여개)가 과도하게 많은 경쟁상황이다
- ✓ 성급한 진입에 따른 상용화 실패 시 시장의 기대가 급감할 가능성이 있으며, 제품·서비스 상용화에 실패하는 기업은 시장으로부터의 퇴출이 불가피할 것이다

*12. 한국기계연구원, 글로벌 3D 프린터 산업기술 동향분석, 기계기술정책 No.71, 2013. 09 참조

미국을 비롯한 여러 나라들은 3D 프린팅 산업에 대한 투자 및 개발 정책을 수립 지원하고 있다

한국은 3D 프린팅 산업 발전전략을 수립하여, 2020년 3D 프린팅 산업 선도국가로의 도약을 Vision으로, 세계 시장 점유율 15%를 목표로 삼아 11대 과제를 제시하였다

(6) 세계각국의 3D 관련 정책동향

3D 프린팅 산업이 가진 잠재력이 적지 않은 것으로 판단됨에 따라 각국은 국가차원에서 3D 산업의 발전을 위한 정책을 수립하고 지원하고 있다.

- 미국은 저임금 국가로 이전된 제조업의 부활을 위한 투자대상으로 3D 산업을 선정하고, 2012년 대규모투자 계획을 발표하였으며, 과거 제조업의 중심지였던 오하이오에 3D 프린팅 기술발전을 위한 연구기관(NAMII: National Additive Manufacturing Innovation Institute) 설립하였다. 중국은 과학기술부의 '국가발전 연구계획 및 2014년 국가과학기술 프로젝트 지침'에 3D 프린팅을 포함시켰으며, 3D 프린터기술의 산업화 등을 목표로 설립된 중국의 기술산업연맹은 2016년 중국 3D프린터 시장 규모가 100억위안(1조6455억원)에 달해 미국을 앞지를 것이라고 발표하였다.

유럽위원회는 성장이 둔화된 제조산업의 재활성화 및 경제성장을 목표로 3D 프린팅 기술을 제조업의 주요 트렌드로 육성하기 위한 전략개발 및 개발자금 투자를 논의 중이며, 영국은 3D 프린터기술분야 18개 R&D 프로젝트지원계획(840만 파운드) 2013년 6월 발표하였다. 한편, 일본은 민관이 역할을 분담하여 주물용 모래형 제작 3D 프린터 개발과제(2013~2017년, 30억엔)를 추진하고 있다.

- 우리나라는 3D 프린팅 산업에 대한 인식제고 요청에 따라 산업통상자원부-미래창조과학부가 공동으로 '14년 4월23일 '3D 프린팅 산업 발전전략'을 국가과학기술심의회에서 의결하였으며, 범부처 3D 프린팅 산업 발전협의회를 구성하였다. 3D 프린팅 산업 발전전략에서는 2020년 3D 프린팅 국제적 선도국가 도약을 Vision으로 제시하고, 세계적 선도기업 5개·독자기술력확보를 통한 세계 시장점유율 15% 달성을 목표로 한다. 이를 위하여 ① 수요연계형 성장기반 조성 ② 비즈니스 활성화 지원 ③ 기술경쟁력확보 ④ 법 제도개선을 4대 전략으로 두었으며, 기업제조혁신지원, 국민참여환경조성, 비즈니스 모델발굴 및 사업화 지원, 3D 프린팅용 콘텐츠 시장 활성화, 3D 프린팅 소재, 장비기술개발 등 11대 과제를 제시하고 있다.

3 산업의 영향으로

- 1) 기술집약형 산업화가 이루어지고,
- 2) 제조업과 ICT 융합 등 새로운 산업 형태가 생기며,
- 3) 프로슈머 및 콘슈팩처러의 등장과,
- 4) 집단지성 협업문화 확산이 이루어질 것으로 예측되고 있다

한편, 3D산업의 발달은

- 1) 저임금에 기반한 제조 국가의 위상을 약화시킬 수 있고,
- 2) 고임금 노동자인 숙련 노동의 영역을 축소시킬 가능성이 높다

II. 제조업에 미치는 영향

이제까지는 3D 산업의 동향을 개괄해 보았는데, 과연 3D 산업이 앞으로의 생활에 미칠 수 있는 영향은 무엇일까?

3D 산업의 영향력을 예측하는 사람들은 3D 산업이 1차적으로는 개도국보다는 선진국에 영향을 줄 것이고, 소비패턴에 변화를 야기할 것이라고 한다. 또한 창업 활성화 및 신제품·서비스를 창출로 생산성이 증가될 것으로 예측한다.

- ✓ 3D 산업은 전자, 항공, 자동차, 의료, 교육 등 전통산업에 재도약기회를 제공할 것이고, 기술집약형 산업구조화에 기여할 것이다
- ✓ 3D 프린팅으로 인하여 제조업과 ICT의 융합 등 새로운 산업 형태가 창출될 수 있을 것이다. 누구나 설계와 디자인, 서비스를 활용하여 개인맞춤형 생산 및 거래가 확산되어 혁신에 기여하며, 디지털데이터를 중심으로 한 제품 설계, 시제품제작, 제조·생산, 유통 등이 통합되는 디지털 시대가 개막될 것이다. 이를 제조업의 민주화라 부르기도 한다
- ✓ 아이디어 제품, 부품, 취미활동용 장식품 등을 3D 프린팅으로 직접 제작·생산·소비하는 프로슈머(생산적 소비자)를 촉진할 것이고 책상위 프린터에서 물건을 뽑아내는 데스크탑(Desktop) 공장이 실현된다
- ✓ 전통적인 기획, 생산,유통 단계에서 기획,유통,생산 방식으로 변화하여, 수요처에서 즉시 원격생산을 하는 소비지 생산 방식이 확산될 것이다
- ✓ 혁신자는 생산자(Producer)와 이용자(User) 조합을 의미하는 인터넷/SNS상 개념인 ‘프로듀저’(Producer)에 대응하여, 소비자와 제조업자의 결합을 의미하는 ‘콘슈팩처러(Consufacturer)’가 3D 프린팅으로 인하여 새로이 등장할 수 있다고 이야기한다
- ✓ 산업문화적으로는 온라인 또는 공용제작공간에서 소통하여 창의적 결과물을 산출하는 ‘집단지성 협업’문화가 확산될 것이다

한편, 3D 프린팅 기술이 가져올 수 있는 어두운 면이 예측되기도 한다.

- ✓ 에드 포레스트와 용 카오는¹³⁾ 3D 프린팅은 지리경제적 영향을 미칠 것으로 예상된다. 디자인 도면만 존재하면 세계 어디서든 제조할 수 있기에 저임금에 기반한 국가의 경제적 위상이 약화될 수 있다고 보고 있다. 이는 소위 제조업 리쇼어링(reshoring)을 가속화하는 촉매로 작용할 수 있을 것이다. 이에 따라 FTA등 무역관련 정책의 장점이 없어질 수도 있다는 성급한 예측이 나오기도 한다. 이런 시각을 대기업과 중소·중견기업의 관계에 적용시켜보면 대기업의 아웃소싱 감소 시 중소·중견기업 경쟁력이 약화될 수 있다는 우려가 나올 수 있다.
- ✓ 미국 비즈니스 전문 온라인 잡지 ‘아비트리지 매거진’은 “3D 프린팅 공정은 고기능 노동력시장은 창출하겠지만, 저임금 일자리를 위협한다”¹⁴⁾ 고 진단했다. 고임금 노동이 담당해왔던 숙련 노동의 영역도 복잡하게 변화할 가능성이 높다고도 했다.

- 3) 지적재산권에 대한 보호 문제를 이슈화시킬 것이고
- 4) 사회적 가치판단 문제를 부각시킬 수 있다

- ✓ 3D 산업은 디지털(Digital)기반이기 때문에, 프린터 및 소재 기술이 발전되는 과정에서 제조기업의 설계 역량은 더욱 강조될 것이다. 때문에 지적재산권 보호가 중요한 과제가 될 수 있을 것으로 예측되고 있다. 한편, 지적재산권에 대한 과도한 보호요구는 지적재산의 권리성에 대한 논의를 촉발할 가능성도 있다고 보여진다
- ✓ 그런가 하면 최근 일본에서 3D기술로 제작한 총기를 소지한 사람이 붙잡혔다. 인체 조직을 3D 기술을 활용하여 제조하는 것인 윤리적인가 하는 논란도 있다. 이렇듯 3D 산업은 사회적 가치판단에 해당하는 문제를 수면위로 끌어올리고 있기도 하다.

*13. Ed Forrest & Yong Cao, Digital Additive Manufacturing: A Paradigm Shift in the Production Process and Its Socio-economic Impacts, Engineering Management Research; Vol. 2, No. 2; 2013

*14. <http://www.arbitragemagazine.com/technology-2/on-labour-unions-and-3d-printing/>

기업의 가치는 이익, 위험 및 시간의 함수이며. 기업은 성과, 혁신 또는 성장을 추구한다

3D 프린팅은 규모의 경제와 범위의 경제의 경계를 허물어 버림으로써 성장 또는 혁신 하는 기업에 기회를 제공할 것이다

III. 규모의 경제와 범위의 경제측면에서 본 3D 프린팅의 의미와 기업 전략에 미치는 시사점

3D 프린팅 기술은 규모의 경제와 범위의 경제라는 두 가지 기본적인 측면에서 변화를 요구한다.

먼저 3D 프린팅은 **규모(Scale)의 경제**를 달성하기 위하여 쓰여야 할 자본규모를 감소시켜준다. 3D 프린팅 기술은 과거에는 필요했던 상당한 규모의 노동력이나 자본 없이도 소비자들의 요구사항을 만족시킬 수 있도록 해준다. 이런 부문은 장비의 준비나 가동 준비에 많은 비용이 들어가던 과거의 생산방식과는 차별이 되는 점이다.

또한, 3D 프린팅 기술의 유연성은 **범위(Scope)의 경제**¹⁵⁾를 달성시키기 위하여 필요한 비용을 감소시킨다. 3D 프린팅 기술은 다른 구조를 가진 제품을 낮은 배치 전환 시간과 비용으로 생산할 수 있도록 하는 다양성을 제공한다. 범위의 경제는 동일한 장비, 원재료와 프로세스를 활용하여 다양한 종류의 다른 제품을 생산할 수 있게 해주는 것이다. 또한, 전통적 제조 방식 하에서는 불가능하거나 비현실적인 제조 방식을 구현할 수 있게 한다. 예를 들어 전통적 제조 방식 하에서는 복잡한 기하학적 구조를 가진 부품을 한번에 제작할 수 없었으나, 3D 프린팅 기술 하에서는 보다 쉽게 처리가 가능하다.¹⁶⁾ 3D 프린팅 기술로 인한 범위의 경제의 혜택은 규모의 경제로 인한 혜택보다 더 클 수 있다.

3D 프린팅 기술은 규모의 경제와 범위의 경제의 경계를 허물어 버림으로써 성과를 향상시키거나 성장하거나 또는 혁신을 할 수 있는 기회를 기업에 제공할 것이다.

기업은 전략적 명제(Strategic imperative)를 가지고 공급사슬을 바꾸거나 제품을 변경한다. 전략적 명제는 일반적으로 성과(performance), 혁신(innovation) 또는 성장(growth)이라는 세가지 범주 중의 하나에 속하며, 기업이 추구하는 가치(value)는 이익(profit), 위험(risk) 그리고 시간(time)의 함수로 표현될 수 있다.

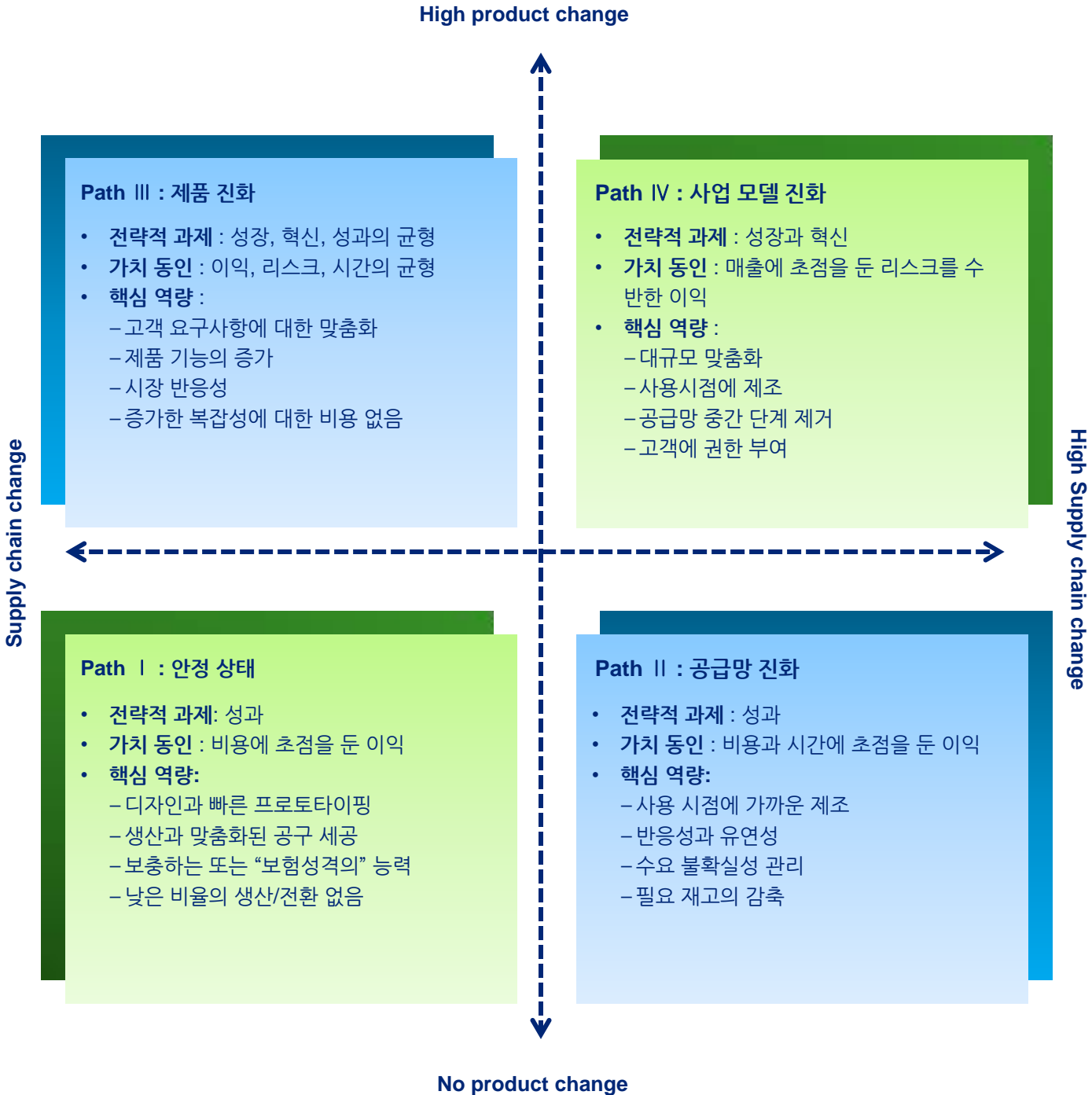
딜로이트에서는 이러한 전략적 명제와 가치 기준을 가진 기업이 비즈니스 전반에 3D 프린팅 기술을 적용하는 Framework으로 다음의 네 가지 Path를 제시하고 있다.

- Path I : 현재의 공급망이나 제품을 급격히 변경할 예정은 없으나 기존 공급망 내에서 현재 제품의 가치 전달방식 개선을 위해 AM 기술에 대한 관심 유지
- Path II : 제공하는 제품의 공급망의 변환을 가능하게 하는 잠재적 수단으로 AM 이 제공하는 규모의 경제를 활용
- Path III : 제공하는 제품의 새로운 수준의 성과 및 혁신 달성을 위해 AM 기술이 제공하는 범위의 경제를 활용
- Path IV : 신규 비즈니스 모델을 추구하는 과정에서 공급망과 제품을 모두 변경

*15. 한 기업이 2종 이상의 제품을 함께 생산할 경우, 각 제품을 다른 기업이 각각 생산할 때보다 평균비용이 적게 드는 현상

*16. GE 항공기에서는 과거의 방식에 따르면 20개의 작은 부품을 용접을 하여 만들어야 하는 차세대 비행기 엔진의 연료분사 노즐을 하나의 부품으로 만들 수 있었다.

[그림1] 적층 제조 경로 및 가치 이해를 위한 프레임 워크



Path I: 유연한 디자인 과정으로 시장 도달 시간을 단축 시키며 제품 품질 향상 및 원가 절감을 가능하게 한다

Path II: 공급망에서 최종소비자에게 가깝게 위치하게 함으로써 외부 생산과 재고보유 필요성을 줄여준다

Path III: 의료용 제품 영역에서부터 개인적인 니즈를 반영한 제품까지 제조가 가능하다

Path IV: 제품과 제품 전달 경로에 소비자를 참여시키는 방식은 기존과는 다른 공급망 또는 배송을 필요로 할 수도 있다

각각의 Path는 다음과 같다.

Path I: 안정(Stasis) – 적층제조 출발점

3D 프린팅의 통한 성과를 향상의 기본적인 동인은 디자인 과정을 유연하게 하게하고 가속화시킬 수 있다는 점에 있다. 이런 특성을 활용하여 시장에 도달하는데 걸리는 시간을 줄이고 제품 품질을 향상시키며, 원가를 낮출 수 있다. 예를 들어 보석 디자이너는 조립을 위한 지지대(jig)를 만드는데 3D 프린팅을 사용함으로써 제조 시간을 줄일 수 있다.

일반적으로 Path I과 관련된 노력은 원가절감이나 비즈니스 사이클을 줄임으로써 수익성을 향상시키는 방식으로 가치를 창출한다.

Path II: 공급망 진화(Supply Chain Evolution) – 성과와 성장을 추구하는 적층 제조

공급망을 재정의하는 적층 제조기술의 주요 특성은 서비스 현장의 활동과 수선 등을 위하여 장기간 보유해야 하는 재고("long tail" inventory)에 영향을 미친다는 점이다. 리드타임이 길 때 수요의 불확실성에 신속하게 대응하기 위하여 재고를 보유하는데, 3D 기술은 외부에서의 생산과 재고보유 필요성을 줄여주고, 제품 생산에 걸리는 시간과 부품을 줄여준다. 아울러 3D기술을 보유한 기업은 공급망에서 최종 소비에 좀 더 가깝게 위치할 수 있으며, 안전재고나 운전자본에 대한 요구가 낮아지는 가볍고도 효율적인 공급망을 구성할 수 있다. 미군에서는 3D기술을 이용하여 현장에서 의료 및 수술도구를 맞춤형 제작 공급하는 것을 시연한 바 있다.

기업들이 경쟁자들 보다 더 빨리, 더 값 싸게 그리고 정확히 전달하는 것이 중요한 경쟁요소라는 것을 인식하고 있다는 점에서 중요한 성장 동인이 되는 경로일 수 있다.

Path III: 제품의 진화(Product Evolution) – 제품혁신을 추구하는 적층제조

3D 프린팅 기술로 다른 방법으로는 제조할 수 없는 제품 형상을 만들 수 있으며, 다양한 재료를 쓸 수 있고, 센서와 같은 것들을 내장시킬 수 있다. 3D 프린팅으로 인한 범위의 경제의 혜택은 과거에는 경제적으로 불가능했던 시장을 창출하거나 시장규모를 확대시킬 수도 있다. GE가 약20개의 부품을 결합된 차세대 제트엔진 연료노즐을 하나로 구성하여 제작하거나, 신발제조업자들이 개개인의 생체특성에 맞추어 신발을 제작하는 하는 것은 전통적 제조시절에는 가능하지 않았던 일이다. 3D 프린팅 기술은 치과용 임플란트나 보청기와 같은 의료용 제품의 영역에서 개인적인 니즈를 반영하는 제품 까지 만들 수 있게 한다.

Path IV : 공급망 진화와 제품 진화의 조합 – 비즈니스 모델의 혁신을 추구하는 적층제조

이 경로는 3D 프린팅 기술을 이용하여 제품과 제품을 전달하는 경로를 동시에 또는 순차적으로 변경시키는 경로이다. 시몬스사(Symmons Industries)는 문고리와 캐비닛의 손잡이 같은 부분의 디자인에 고객을 직접 참여시키는 경로를 만들었다. 이러한 경로는 제 3의 경로의 특징인 제품의 혁신과정을 거치는데, 혁신제품은, 환자에 특화된 보철제품이 치과에서 바로 제작되는 예와 같이 기존과는 다른 공급망이나 배송을 필요로 하는 경우도 있다. 이런 경향은, 개인적 특성에 맞게 스파이크를 제조해주는 경우와 같이, 중간경로가 중요하지 않고, 제조자와 최종소비자사이의 협력이 디지털 기술 등에 의하여 뒷받침되는 부문에서는 특히 두드러 질 수 있다.

IV. 산업별 영향의 분석

가트너는 “3D 프린팅이 소비재 및 제조 산업에 가장 큰 영향을 미치며 건설, 교육, 에너지, 정부, 의약품, 군, 소비, 통신, 교통 및 유틸리티 산업에는 중간 정도의 영향을, 은행 및 금융 보험 산업에는 미미한 영향을 미칠 것”이라 한 바 있다.

이하에서는 앞서 소개한 딜로이트 Framework을 적용하여 우리나라가 경쟁력을 가지고 있는 것으로 인식되는 공구산업과 자동차산업에 3D 프린팅이 미치는 영향을 간단히 살펴보자.

(1) 공구산업

공구산업에 3D 기술이 미치는 영향은 앞의 그림 1 에 있는 어느 영역이라도 해당될 수 있겠지만, 제품이 다른 용도로 쓰이거나, 공급망에 영향을 줄 가능성이 상대적으로 낮을 것이므로, 대부분은 Path I의 영역에 해당될 것이다. 제품이 3D기술로 만들어 졌다고 하여 기존 방식 하에서 제조된 제품과 현저히 다를 가능성은 낮을 것이지만 ① 리드타임 감소 ② 원가 절감 ③ 기능성의 제고 ④ 맞춤형 제작 용이성 측면에서 공구 산업에 영향을 줄 수 있다.

① 리드타임 감소 : 공구제조에 필요한 리드타임을 40%~90% 줄일 수 있다¹⁷⁾. 3D를 이용한 제조방식은 노동력을 덜 필요로 하고 가공공정을 줄여주며, 디지털 디자인 파일의 활용은 설계도 해석 절차를 없앴으로써 설계를 생산공정에 쉽게 적용할 수 있게 해준다.

② 원가 절감 : 가공과정에서 재료의 낭비를 줄여주고, 생산 수율을 높여주며, 인력투입을 감소시켜 줌으로써 원가 절감에 기여할 수 있다.

③ 기능성의 제고 : 과거에는 실현할 수 없었던 디자인의 공구를, 불량률 적게 하면서 빠른 생산이 가능하도록 할 수 있다. 그리고, 공구를 보다 쉽게 개선할 수 있도록 해 준다는 장점도 있다.

④ 맞춤형 제작 이상의 낮은 원가, 짧아진 리드타임, 그리고 향상된 기능성은 사용자 맞춤형 공구제품을 지원할 수 있게 된다. 사용자 맞춤형의 장점은 의료용 기계 및 건강관련 제품에 특히 유용하다.

(2) 자동차산업

자동차 산업에서 3D 기술을 이용하면, 과거 전통방식 하에서는 불가능하였던 중공구조(Hollow structure)를 이용한 와이어링 (Wiring)이나, 격자구조(Lattice structure)를 이용한 경량화, 복잡한 기하구조의 적용을 통하여 기능성을 향상시킬 수 있다. 3D 기술은 보다 빠르고 안전하며 가볍고 효율적인 미래차를 생산하는데 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

최종부품을 만드는데 필요한 공작도구의 필요성을 없앴으로써 리드타임을 줄일 수 있고, 부스러기(Scrap)없이 필요한 만큼의 재료만을 사용함으로써 원가를 낮추며, 3D 기술로 소재가 경량화되어 취급비용을 줄이는 동시에, 요청에 따라 직접 현장에서 만들 수 있어 재고비용이 줄어들 것이다.

딜로이트의 분석틀에 대입하면 이는 Path I의 영역에 해당된다.

- 1) 손쉬운 제품 디자인이 가능해짐에 따라 새로운 제품개발이 용이해 진다
- 2) 신속한 프로토타이핑으로 본 제품 개발전 테스트를 통해 품질을 개선할 수 있다
- 3) 공작용 기구를 상황에 맞게 제작하여 취급비용을 줄일 수 있다.
- 4) 제품 디자인에서 공작용 기구 비용을 줄일 수 있다.

^{*17.} Joe Hiemenz, *3D printing jigs, fixtures and other manufacturing tools*, Stratasys, Inc., © 2014 Deloitte & Touche
<http://www.stratasys.com/~media/Main/Secure/White%20Papers/Rebranded/SYSWP3DPrintingJigsFixtures0313.pdf>, accessed November, 27 2013.

3D 프린팅은 리드타임 감소, 원가 절감, 기능성 제고, 맞춤형 제작의 용이성 측면에서 공구산업에 영향을 줄 수 있다

자동차 산업에서 3D 프린팅은 가볍고 효율적인 미래 자동차 생산에 중요한 역할을 할 것으로 예상되며, 리드타임 감소 및 원가 절감 등을 가능하게 할 것이다

실제로 BMW는 상황에 맞게 제작된 공작 기구를 이용해 관련 비용의 58%를 줄이고, 프로젝트 소요기간을 92% 줄였다고 한다. Ford 역시 3D기술을 이용하여 프로토타입을 제작하고 공작용 기계작업을 생략할 수 있도록 함으로써 수백만 달러를 줄였다고 한다.

Path II에 해당하는 예로는 부품의 재고를 줄일 수 있다는 것과, 현장 제조를 통한 정비와 수리의 해결이 있다.

배송시간 및 부품의 조달능력은 자동차 산업에서 중요한 경쟁요소이다. 3D 기술을 이용하면 요청 즉시 생산이 가능하므로 재고 유지비용 등을 줄일 수 있다. 또한 높은 정밀도의 성형이 가능한 기술인 LMD(Laser Metal Deposition)를 활용하면 제품 복잡도가 중·하 수준인 부품은 현장에서 수리가 가능하다. LMD는 부품의 수명을 연장시키거나, 교체를 불필요하게 해 비용절감이 가능하다.

Path III의 예로는 속이 꽉 찬 구조대신 격자구조의 부품을 활용하여 경량화된 복잡한 디자인의 제품을 생산할 수 있도록 하는 것과 부품의 단순화를 통하여 조립과 생산비용을 줄이는 것 등이 있다. Delphi는 복잡한 형상의 금속 제품 생산이 용이한 것으로 알려진 SLM(Selective Laser Melting) 방식으로 알루미늄 디젤펌프를 생산했는데, 이 방식으로 디젤펌프의 부품 수를 줄이고 조립공정을 없애서 하나의 통일된 부품(single piece)으로 만들었을 뿐 아니라 생산비용을 크게 줄였다. 또한 하나의 부품으로 생산된 펌프는 누출 현상도 줄어들었다.

고객맞춤형 대응과 시장대응속도 향상 및 공급망 단축과 OEM업체의 향상된 가치 기여를 가능하게 하는 Path IV 영역도 있다. 레이싱 팀인 Joe Gibbs Racing은 3D 기술을 이용하여 덕트 아웃렛(duct outlet)을 만듦으로써 디자인과 기계 가공시간을 33일에서 단지 3일로 줄였다. Ford는 2012년에 1,250개 이상의 부품 공급업체 등과 거래를 했는데, 2013년 10월 이 숫자를 40%정도까지 줄이겠다고 발표했다.

2002년 기준으로는 자동차 산업에서 OEM업체가 전체 부가가치의 35%를 차지하고 부품공급업자가 부가가치의 나머지 부분을 차지하는 것으로 나오는데, 다른 외부 변화가 없다면 OEM업체가 차지하는 비중은 2015년까지 23%로 떨어질 것으로 예측된다. OEM업체는 3D 프린팅을 이용하여 파트너십을 구축하고 내부역량을 강화함으로써 이러한 트렌드에 대항할 수 있을 것이다. 과거와는 다르게 다양한 재료(소재)를 활용할 수 있게 되고, 제품 품질의 향상과 후공정을 줄일 수 있는 3D 기술이 발전 되면서, 자동차 산업에 적용된 것이다.

3D 프린팅 산업이 미치는 영향에 대하여는 여러 가지 예측이 있으나, 기업경영에 미치는 영향뿐 아니라 사회문화적 영향도 고려해 볼 필요가 있을 것이다

VI. 결어

3D 프린팅 산업은 이를 통하여 제조업의 경쟁력을 다시 회복하려는 오바마정부의 노력 등이 알려지며, 최근 상당한 주목을 받는 산업이 되었다. 3D 프린팅 산업은 제조업 뿐 아니라 삶의 방식에 혁명적인 영향을 끼칠 것이라는 예측에서부터, 대량 생산에 적용하는 데는 한계가 있을 것이므로 프로토타입제작 위주로 활용될 것이라는 예측까지 다양한 범위의 예측이 있다.

현재 3D 프린팅 산업에 대한 관심이 일시적으로 높아져 거품이 끼어 있을 가능성도 있으나, 낙관론자와 제한적 활용론자 중 어느 쪽 예측이 실현될지는 시간이 지나면서 윤곽이 잡힐 것이다.

전문가들은 일반적으로 3D 프린팅이 기존 제조 방식을 완벽하게 대체할 수 없다는 점에 대하여는 공감하지만 3D로 생산할 수 있는 제품과 그렇지 않은 제품이 공존할 것으로 생각한다.

하지만 일각에서는 현재의 3D 프린팅 산업이 가진 한계를 뛰어넘는 4D 프린팅을 이야기¹⁸⁾ 하는 상황이고 3D 기술을 부문적으로나마 활용을 하면서 효과를 보고 있고, 더욱 활용범위를 넓히려는 시도들이 활발하다는 점을 감안하면, 기업경영 뿐 아니라 미래사회의 예측에 있어서도 3D 프린팅 산업이 미칠 수 있는 영향은 클 것으로 판단된다.

군사적 목적에서 도입된 인터넷이 자원의 분산이라는 최초의 기대역할을 넘어서 정보의 급속한 전달기능, 네트워크형 산업의 발전, 나아가 체제붕괴의 도구로서의 역할까지 하고 있다는 점은, 3D 산업의 영향에 대한 분석에도 시사하는 바가 있다고 보인다.

*18 <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2013&no=1001508>

[참고문헌]

“3D opportunity in the automotive industry”, 2014, Deloitte University Press

“3D opportunity in medical technology”, 2014, Deloitte University Press

“3D opportunity in tooling”, 2014, Deloitte University Press

“The 3D opportunity primer”, 2013, Deloitte University Press

“3D opportunity; additive manufacturing paths to performance, innovation, and growth”, 2014, Deloitte Review

“글로벌 3D 프린팅산업 및 정책동향”, IT R&D 정책동향(2013-01), 정보통신산업진흥원

“산업부-미래부. 3D 프린팅 성장 잠재력 키운다”, 2014.2.24. 산업통산자원부 보도자료

“제조업 공정혁신의 기폭제 3D 프린팅 산업”, 산업창조화시리즈 2014-244, 2014.2, 산업연구원

“글로벌 3D 프린터 산업기술 동향분석”, 기계기술정책 No. 71. 2013.09, 한국기계연구원

“3D 프린팅 제조혁명에 대한 한국 금속산업의 대응전략”, KIET PD issue report vol. 13-6, 한국산업기술평가관리원

Deloitte.