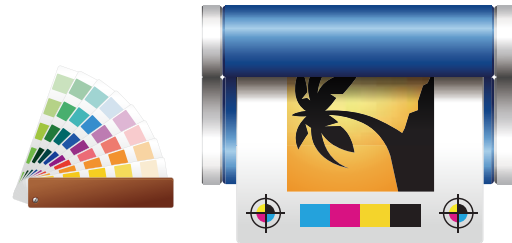




3D 프린팅 기술 현황 ②

+ 김완두 한국기계연구원 영년직연구원



머릿말

작년에 이어 올해도 3D 프린터에 대한 관심은 지속될 것으로 예상되고 있다. 3D 프린팅 기술을 이용한 새로운 응용 사례가 연일 언론에 보도되고 있으며, 세계적인 시장 조사 기관인 가트너는 2014년 IT 트렌드를 주도할 10대 기술에 3D 프린팅을 포함시키고 있다. 또한, 3D 프린팅에 관한 대표적인 원천 특허들이 만료됨에 따라 또, 한차례의 3D 프린팅 기술의 확산이 기대되고 있다. 2009년부터 주요 원천 특허가 만료되기 시작한 FDM 방식은 오픈소스 기술(관련 기술을 공개하여 누구나 활용할 수 있는 기술)로 제작된 영국의 RepRap과 미국의 Makerbot이 선보인 바 있으며, 우리나라에서도 2013년에 세계에서 3번째로 윌리봇(Willibot)이 출시되어 한나절 만에 자신만의 3D 프린터를 만들 수 있게 되어, 3D 프린터의 대중화와 개인 맞춤형 제품 개발에 더욱 큰 관심을 끌게 되었다. 올해는 SLS(Selective Laser Sintering)와 DMLS(Direct Metal Laser Sintering) 공정에 대한 특허가 만료됨에 따라 3D 프린팅 기술 발전의 새로운 전기를 맞게 되었다.

지난해 말 과학기술이 국민 생활에 끼치는 영향을 사전에 예측하고 대비하는 『기술영향평가』가 3D 프린팅 기술에 대해 발표하여 세간의 관심을 끌었다. 3D 프린팅에 대한 기술영향평가 결과는 정책 입안자와 연구자는 물론이고 일반인에게도 공개되어 향후 전개될 3D 프린팅 기술 사회를 예측해 볼 수 있게 되었다.

이번 글에서는 3D 프린팅 기술의 부상 배경을 가트너(Gartner)의 보고서와 빌러사의 자료를 바탕으로 분석하고, 글로벌 산업 동향을 전망하고자 한다. 또한, 세계 각국과 국내의 연구개발 동향과 최근 급격하게 관심이 높아지고 있는 의료 분야의 응용 사례를 소개하고자 한다.

Top 10 Strategic Technology Trends for 2014



그림 1. 2014년 10대 전략기술(가트너)

3D 프린팅 시장 전망

시장조사 전문 업체인 가트너는 지난 10월 올랜도에서 개최된 '가트너 심포지엄/IT 엑스포 2013' 행사에서 2014년 주목할 10대 전략기술을 발표하였으며, 3D 프린팅 기술을 새로이 포함시켰다.

가트너는 매년 기술별 성숙도와 시장에서의 기대, 사업성 등을 종합평가하여 생산성 단계(Plateau of Productivity)에 도달하기까지 남은 기간을 표현하는 미래유망기술 하이퍼주기(Hyper Cycle for Emerging Technologies)를 발표하여, 2007년부터 3D 프린팅을 미래유망기술로 선정하였다. 2007년 기술 출현기(Technology Trigger)에 위치한 3D 프린팅은 2013년에는 개인용의 경우 기술기대 정점기(Peak of Inflated Expectation), 산업용의 경우 계몽기(Slope of Enlightenment)에 도달하게 되었다. 한편, 바이오 의료 분야에 응용되는 3D 바이오프린팅은 기술 출현기에 해당되어 향후 5~10년 후에 정점기에 도달할 것으로 예상되고 있으며, 연관 기술인 3D 스캐너 기술은 바이오프린팅에 조금 앞서 나가고 있다.

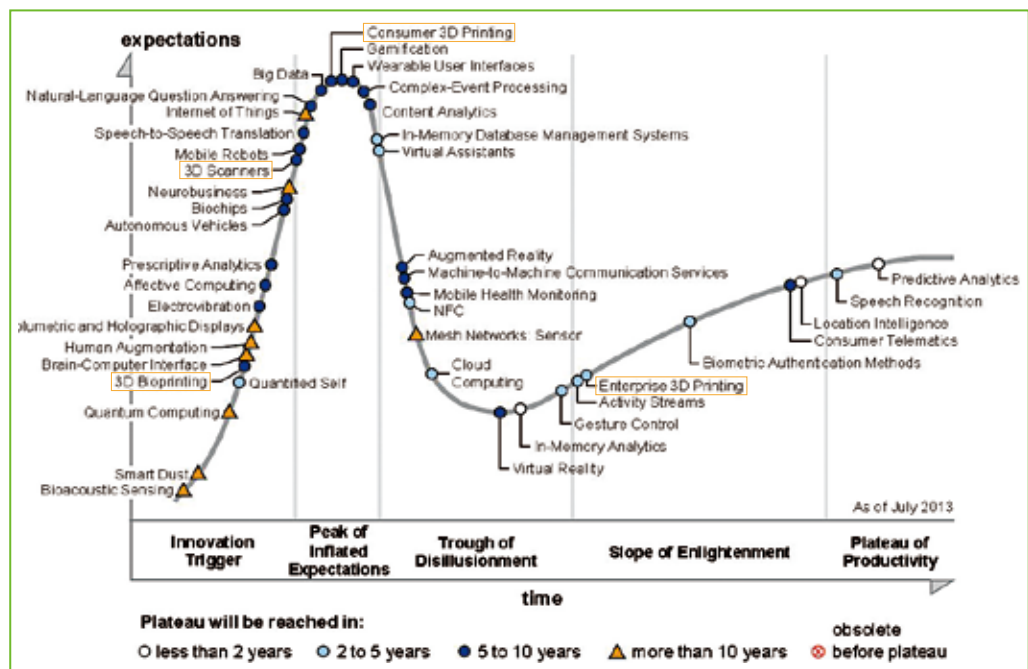


그림 2. 가트너의 미래유망기술 하이퍼사이클

2013년 Wohlers Associates의 보고서에 따르면 3D 프린팅 제조와 서비스의 글로벌 시장 규모는 2011년 17억 불에서 2012년 22억 불로 증가하였으며, 2021년에는 108억 불에 달할 것으로 전망하고 있다. 한편, KT의 'ICT와 3D 프린팅에 의한 제3차 산업혁명' 보고서에 따르면, 3D 프린팅 기술로 제작된 생산물의 가치는 72억 불에 이르러 3D 프린팅 제조 및 서비스시장 규모인 61억 불을 크게 상회할 것으로 예상되고 있다.

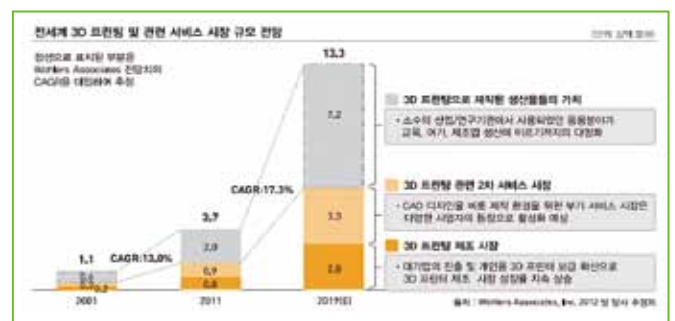


그림 3. 3D 프린팅 제조, 관련 서비스 시장 및 생산물의 가치 전망
(*) ICT와 3D 프린팅에 의한 제3차 산업혁명'이보경 외 (KT 경제경영연구소)

[그림 4]는 3D 프린터의 산업과 용도별 점유율, 그리고 국가별 누적 점유율을 보여준다.

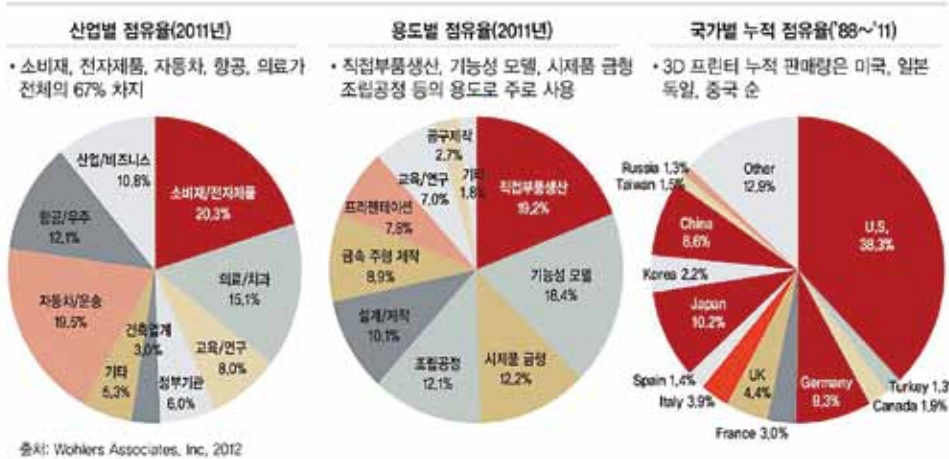


그림 4. 3D 프린터의 산업별, 용도별 및 국가별 누적 점유율

각국의 3D 프린팅 연구개발 동향

(1) 미국

3D 프린팅 기술의 가장 선진국인 미국에서는 국가제조업혁신네트워크(NNMI : National Network Manufacturing Innovation) 구축의 일환으로 국가적첨가공혁신연구소(National Additive Manufacturing Innovation Institute)를 2012년 8월에 오하이오주 영스타운 대학에 설립하여, 3D 프린팅 분야 연구개발을 총괄하고 제조업의 경쟁력 제고에 주력하고 있다. 미국의 DOC, NSF, NASA의 주요 기관과 기업, 대학, 커뮤니티, 비영리 기관 등 79개 기관이 참여하여 3D 프린팅 기술 로드맵 작성, 발전 전략 및 투자 계획 수립 등 산업기술개발 전략을 수립하고 다양한 제조 분야에서의 원가 절감, 에너지/소재 절감과 맞춤 생산 등을 통해 제조혁신을 이룰 것을 기대하고 있다.



그림 5. 오바마대통령의 2013년 연두교서 연설



그림 6. 미국 적층가공연구소 로고

(2) 유럽

유럽에서는 2012년 10월에 첨단기술 육성을 통해 2020년까지 국내총생산 내 제조업 비중을 20%까지 늘리는 프로젝트에 3D 프린팅을 중점과제로 내세우고 있으며, 표준화 준비 및 미래 제조 기술 확보 차원으로 제7차 연구기술개발을 위한 공동프로그램

인 FP7에서 지원하고 있다. 2010년 영국에서는 노팅엄 대학과 셰필드 대학에 3D 프린팅 연구조직을 설립하였으며, 2011년 사우샘프턴 대학에서는 3D 프린터로 제작한 무인항공기의 시험 비행에 성공하였다. 2013년 6월에는 기술전략위원회와 연구위원회 공동으로 3D 프린팅 기술 분야 18개 연구개발 프로젝트에 840만 파운드를 지원할 계획을 발표하였다.

독일의 프라운호퍼 IGB 연구소에서는 2011년 3D 프린팅기술로 인공혈관을 만드는 연구 성과를 발표하였으며, ILT 연구소에서는 SLM 방식에 대한 기술력을 축적하고 있다.

(3) 중국

중국은 2012년 10월에 3D 프린터 기술의 산업화와 시장화를 추진하고 국제교류를 가속화하기 위해 베이징에 '3D 프린터 기술 산업 연맹'을 설립하였으며, 연맹에는 중국 내 주요 3D 프린터 관련 교육기관, 협회, 기업 등 10개 정도의 회원사가 참여하고 있다. 이 연맹은 세계 최초의 3D 산업 연맹으로 산관학 협력을 가속화하고 산업표준을 조속히 제정하는 데 중요한 역할을 할 것으로 전망되고 있다.

또한, 중국 과학기술부는 '국가 기술발전 연구계획 및 2014년 국가과학기술 제조영역 프로젝트' 지침에 3D 프린터를 처음으로 포함시켰으며, 약 72억 원 규모의 4개 연구과제(대형 항공우주 부품의 레이저 용융 시스템의 개발 및 적용 등)를 착수하였다. 공업정보화부에서는 3D 프린터 산업 육성을 위한 표준 수립, 규제 정비 및 기술 혁신 세제 혜택 등의 전략 방안을 수립 중에 있으며, 지방 정부를 중심으로 3D 프린터 산업단지나 R&D 센터를 구축하고 있다.

(4) 일본

국가의 산업 경쟁력 향상을 위한 정부 차원의 투자 계획을 발표하고, 정부 주도의 산학연 공동연구 프로젝트를 지원하고 있다. 특히, AIST와 نيسان자동차 등이 참여하는 금형이나 목형을 대신하는 모래 주형이 가능한 3D 프린터 개발 과제를 출범하여 2017년도 까지 적층 시간이 기존 제품에 비해 1/10, 가격은 2000만 엔 이하의 3D 프린터를 개발하여 건설기계 및 선박 디젤 엔진의 실린더 헤드 및 자동차 실린더를 제작하고자 30억 엔의 연구비를 투자하고 있다.

(5) 국내의 현황

국내에서도 3D 프린팅에 관심이 높아지는 가운데 지난해 산업통상자원부에서는 '3D 프린팅 산업 발전 전략 포럼'이 개최되어 제도분과, 기술분과, 산업응용 및 사업화 분과가 구성되어 산업 기반 조성 및 활성화 방안을 수립하고자 계획하고 있다.

미래창조과학부에서는 '3D 프린팅의 활용기술'을 미래 신기술 및 기술적·경제적·사회적 영향과 파급효과가 큰 기술로 선정하여, 경제·사회·문화·윤리·환경·과학기술 등에 미치는 영향을 사전에 평가하고 그 결과를 정책에 반영하도록 하였다. [표 1]은 각 분야에 대한 기술영향평가 결과의 요약을 보여준다.

국내의 산업용 3D 프린터 시장의 규모는 2012년 약 300억 원으로 추정되고 있으나, 대부분 해외 선도기업의 수입 제품에 의존하고 있는 실정이다. 개인용 3D 프린터도 해외 기업인 Stratassys의 자회사인 메이커봇과 3D Systems가 인수한 Cubify 제품이 초기 시장을 주도하고 있다. 디지털 현상기를 제작하던 캐리마는 DLP 방식의 3D 프린터로 시장에 진입하고 있으며, 오픈소스 기반의 개인용 3D 프린터인 '윌리봇'과 '에디슨' 등이 저렴한 가격으로 출시되어 개인 맞춤형 제품 제작에 앞장서고 있다. 또한, 인스텍에서는 고출력 레이저빔을 이용하여 금속 분말을 녹여 적층하는 DMT(Laser-aided Direct Metal Tooling)의 원천기술을 독자적으로 개발하는데 성공하여 국내의 여러 회사 및 연구소 등에 장비를 납품하고 있다.

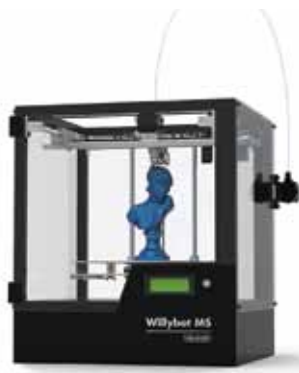
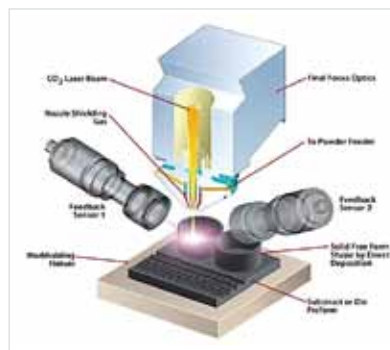
그림 7. 국내 최초 오픈소스
3D 프린터-윌리봇그림 8. 국산 데스크탑형
3D 프린터-에디슨

그림 9. DMT 방식 원리

분야	기술영향 평가 결과 요약 내용
경제	- 고부가가치 제조업의 활성화와 기존 대량생산 체제의 변동 - IT와 3차원 프린팅과의 접목으로 신산업 창출
윤리	- 창작 및 복제 과정에서의 지식재산권과 출력물에 대한 책임 3차원 디지털 파일의 불법 유통과 허가받지 않은 제품의 제작
사회	- 환자 맞춤형의 혁신적 의료 서비스 및 관련 법적·윤리적 문제 - 아이디어를 실현하는 교육 과정에서의 창의성 함양
문화	- 창의적인 콘텐츠 산업의 발전 및 3차원 디지털 디자인의 가치 증가 - On-demand 제조시장 활성화와 프로슈머(producer+consumer) 확산
환경	- 제조 및 유통 방식 변화에 따른 자원 및 에너지 절약 효과 - 소재, 기기, 공정 과정에서의 환경 및 인체 안전성 문제
과학기술	3차원 프린팅 기술의 대중화를 위한 연구개발과 정부의 지원 정책 - 다양한 관련 기술 분야와 융합으로 새로운 가치 창출



그림 10. DMT로 제작된 샘플

표 1. 3차원 프린팅 활용 기술영향 평가 결과 요약

3D 프린팅 기술의 의료 분야 적용 사례

3D 프린팅 기술은 개인 맞춤형 제품 제작이 가능해 환자 맞춤형 의료 서비스에 광범위하게 활용 범위가 확대되어 가고 있는 상황이다. 의료분야에서 3D 프린팅이 활용되는 이유는 크게 두 가지다. 우선 사람의 몸 구조가 개인마다 각기 다르기 때문에 환자 개개인 몸에 꼭 맞는 치로나 기구를 제작하는데 3D 프린팅이 큰 역할을 담당하고 있다. 또한 자기공명영상장치(MRI)나 컴퓨터단층촬영(CT) 등 의료분야에서의 3D 기술 도입이 증가하면서 이에 따른 환자의 디지털 데이터를 활용한 신체 모형이나 의료용 장비를 제작하는 사례가 늘고 있는 것이다.

3D 프린팅 기술의 의료 분야에 적용 사례는 기존의 산업용 3D 프린팅 기술을 의료분야에 적용하는 기술과 3D 바이오프린팅 기술을 이용하여 인공조직이나 인공장기를 제작하는 기술로 구분할 수 있다. 현재 보청기, 치아, 의족 등 의료분야에서 개인맞춤형 제품이 필요한 영역에서 3D 프린팅 기술이 많이 적용되고 있다. 덴마크의 보청기 회사인 Widex는 개인마다 다른 귀 모양을 3D 스캐너로 촬영해 정확하게 맞춤형된 컷본을 제작해 생산하고 있으며, 임플란트나 보철기기를 제작할 때도 이미 보급되어 있는 3차원 CT, 치과용 3D 스캐너 등과 연계해 개인 골격에 맞는 제품을 만드는데도 적용되고 있다.

2002년 미국 캘리포니아주립대 의대에서는 3D 프린터를 활용해 삼쌍둥이의 붙어 있는 신체 부분을 MRI로 촬영한 후 모형을 제작하여 두 아이의 내장과 뼈가 다치지 않도록 분리하는 예행연습을 실시하여 위험한 수술을 빠르고 안전하게 성공적으로 마친 사례가 있었다. 지난해 5월 삼성서울병원에서 국내에서는 처음으로 부비동암 수술에 3D 프린터를 활용해 주목을 받았다. 부비동암을 앓고 있는 환자의 수술에 앞서 환자의 CT 영상 데이터로부터 환자의 수술 부위 골격을 3D 모형으로 제작해 얼굴 골격 절제 범위와 뼈의 두께, 절제 방향의 중요 구조물을 실시간으로 확인하여 성공적으로 수술을 마쳤다.



그림 11. 부비동암 환자의 3D 두개골 모형



그림 12. 미국 심장혈관혁신연구소의 윌리엄스 박사



그림 13. Organovo사의 3D 바이오프린터



그림 14. 한국기계연구원의 3D 바이오 프린터

2013년 11월 미국 켄터키주 루이스빌 대학의 심장혈관혁신연구소(Cardiovascular Innovation Institute)의 스튜어트 윌리엄스 박사는 10년 이내에 3D 프린팅 기술로 이식용 바이오 인공심장(Bio-artificial Heart)을 개발할 것이라고 발표하였다. 연구팀은 3D 프린팅 기술로 지방 줄기세포를 인쇄하여 세포들이 스스로 성장하고 결합을 유도하는 방식으로 인공심장을 만드는 연구를 수행하고 있으며, 이미 관상동맥과 작은 혈관 일부를 개발하는 데 성공한 것으로 알려져 있다. 한편, 미국의 3D 바이오프린터 벤처기업인 오가노보 사에서는 올해 내에 3D 프린터로 만든 간 조직을 시장에 내놓아 장기 이식과 신약 개발의 이정표를 세우겠다고 발표하였다. 영국의 리버풀 대학에서도 3차원 이미지 처리기술과 피부 모델링 기술을 이용하여 실제 피부색과 피부 결을 가진 한 단계 진보된 인공피부를 만드는 데 성공하여 의료 분야의 혁신을 가져올 것이라고 밝혔다.

국내의 포항공대와 한국기계연구원에서는 조직 재생을 위한 3차원 스캐폴드 제작 연구를 수행하고 있으며, 향후 인공 조직 및 장기 개발을 위한 3차원 세포 프린팅에 대한 기초연구를 수행 중에 있다.

맺음말

최근 큰 이슈가 되고 있는 3D 프린팅 기술에 대한 개념과 방식에 의한 기술의 특징, 활용 사례, 글로벌 시장동향과 국내의 연구개발 동향 등을 두 차례에 걸쳐 살펴보았다. 일반적으로 3D 프린팅으로 알려져 있는 용어는 공식적인 기술 용어로서는 적층제조(Additive Manufacturing)이 정확한 표현이며, 작년에 이어 올해도 3D 프린팅 기술에 대한 관심은 더욱 커질 것으로 예상되고, 관련 기술 개발도 더욱 활성화될 것으로 기대된다.

3D 프린터는 2000년대 후반 이후 전 세계적으로 미래유망기술로 주목받기 시작하였으며, 시제품 제작비용 절감, 다품종 소량 생산에 큰 장점을 가지고 있다. 미국과 유럽 등이 중심이 되어 3D 프린팅 기술개발을 주도하고 있으며, 우리나라는 기술개발 및 정책 수립 초기 단계로서 대외 경쟁력 확보를 위해서는 국가 차원에서의 체계적이고 종합적인 기술개발 전략 및 정책 수립이 선행되어야 하겠다.

3D 프린팅 기술이 긍정적인 측면을 많이 가지고 있는 반면에 아직 조형 속도, 표면 해상도, 조형물의 강도, 가공재료 한계, 컴퓨터 복잡성 등에서 극복해야 할 기술적 한계를 가지고 있으며 S/W 불법 복제, 총기류 제작 등 사회적인 문제를 방지하기 위한 대책이 수립에 대해서도 기술개발과 더불어 큰 관심을 기울여야 하겠다. 