국내 3D 프린팅 산업 활성화 방안

김 하 진
KISTI ReSEAT 프로그램
전문연구위원

Ⅰ. 서 론

'3D 프린팅' 혹은 '적층 제조(Additive Management)' 기술은 30년의 역사를 갖고 있는 CAD 기술 표현기법으로 발전하여 왔다. 최근 해마다 연말이면 Gartner 그룹이 가까운 장래의 이머징(emerging) 기술을 'Top 10 Strategic Technologies'로 발표하고 있는데 2013년에는 10개중 'Future Disruption Technologies'로 '3D 프린팅'과 '스마트 기기'를 올렸고 2014년 에는 상위 세 번째로 '3D 프린팅'을 올려 2년 연속으로 이머징 기술로 지정함으로 '3D 프린팅' 기술관련 산업이 가까운 장래의 혁신산업의 핵심의 하나로 예측되고 있다. 특히 2012년경 부터 미국을 중심으로 '3D 프린팅 기술'은 차세대 생산기술 중 하나로 주목받기 시작하면서 '또 하나의 산업혁명 가능성' 혹은 '혁신적 제조 기술'이라는 표현으로 관심과 대응이 폭발적으로 확산되고 있다. 2012년 'Economist'지에서는 '제4차 산업혁명'을 촉발시킬 수 있는 기술로 '3D 프린팅'을 소개 했으며 2013년 미국의 오바마 대통령은 거의 모든 것의 생산 방식을 바꿀 잠재력을 가진 기술로 '3D 프린팅'을 언급한 바 있다. 하지만 '3D 프린팅'기술은 아직 걸음마 단계이고 미지의 영역이기 때문에 그 만큼 기술요인과 위험요인이 공존하고 있다. 따라서 꾸준한 투자와 기술 연구개발을 서둘러야만 우리가 이 분야에서의 기술선진국과의 격차를 좁히고 막대한 경제적 파급효과를 거둘 수 있을 것이다.

특히 국내의 산업계에서 3D 프린팅 산업에 참여하면 금방 '대박'이 터지는 것으로 과신하여 그 기본기술에 대한 기본적 이해 없이 뛰어들고 있다. '3D융합산업협회' 자료에 따르면 2015년 초에 국내에서 3D 프린팅 산업에 종사하는 중소 · 중견 기업체가 38개로 집계하고 있는데 이들 중에 3D 프린팅의 핵심기술을 얼마나 이해하고 있는지 의문이다. 3D 프린팅 기술의 요체는 "CAD 모델에서 요구하는 3D 객체(제

품)를 구현 · 제조하는 것이다"이다. 따라서 이 요체를 이해해야 함은 가장 긴요하고 중요한 핵심으로 사료된다. 여러 난제(재료 개발, 프린터 개발, 등)가 우리 앞에 있지만 이 문제를 해결하는 기본적 논리 체계를 다루는 최선의 방법의 하나로 최근에 제정되어 활성화 되고 있는 3D 프린팅 기술의 '룰'인 국제표준 ISO/ASTM 52915[1]와 ISO/ASTM 52921[2]을 소상히 살핌으로 표준의 필요성을 인지케 하고 나아가 국내 3D 프린팅 산업종사자로 하여금 표준화 활동에 활발히 참여함으로 국제표준을 국내표준으로 제작하는 사업에도 동참케 하고 국제 표준규격을 적극적으로 이해하는 마인드를 갖게 함으로 국 · 내외 경쟁력 제고에 크게 기여하는 한 방책으로 확신한다.

이 목적을 달성하기 위하여 최근까지의 3D 프린팅 기술의 개요와 특징을 살피고 분석하며 그 동향을 살피고 새롭게 제정된 전술한 두 국제표준을 가능한 범위에서 그 내용을 분석하여 이해에 도움이 되게 하는 것을 권장하고 이것을 토대로 국내 3D 프린팅 산업종사자들이 국제표준에 순응하여 사업에 참여케 함으로 국제화를 선점하는 활성화 전략을 구상하는 새로운 방향을 모색하고 결론으로 활성화 방향을 제언한다.

3D 프린팅 기술의 정의는 "CAD 모델에서 요구하는 3D 객체(제품)를 구현 · 제작하는 것이다". 즉 3D 프린팅 제작의 핵심 스트림 라인은 CAD 소프트웨어와 스캐너를 바탕으로 3D CAD 모델로 데이터를 변환하고 이 데이터를 수정하여 CAD에서 사용하여온 STL(Stereeo Lithography) 파일로 얻고, 절삭(slicing)과 인쇄(printing) 소프트웨어로 조정하고, 하드웨어인 3D 프린터에 재료(filament: 플라스틱, 고무, 금속, 세라믹 등)를 장착하여 목표하는 제품을 적층 제작하는 3D 프린팅 과정을 거쳐 만족스러운 3D 목표제품을 획득하는 것이다.

Ⅱ. 3D 프린팅 기술의 개요, 특징과 활용 분야

2.1. 3D 프린팅 기술의 정의와 개요

3D 프린팅 기술의 정의는 전술한 바와 같이 "CAD 모델에서 요구하는 3D 객체(제품)를 구현 · 제작하는 것이다". 즉 3D 프린팅 제작의 핵심 스트림 라인은 CAD 소프트웨어와 스캐너를 바탕으로 3D CAD 모델로 데이터를 변환하고 이 데이터를 수정하여 CAD에서 사용하여온 STL(Stereeo Lithography) 파일로 얻고, 절삭(slicing)과 인쇄(printing) 소프트웨어로 조정하고, 하드웨어인 3D 프린터에 재료(filament: 플라스틱, 고무, 금속, 세라믹 등)를 장착하여 목표하는 제품을 제작하는 3D 프린팅 과정을 거쳐 만족스러운 3D 목표제품을 획득하는 것이다. 이와 같이 객체의 형상대로 얇은 층을 반복 쌓아가기 때문에 적층가공(Additive Manufacturing) 기술이라고도 한다. 3D 프린팅 기술의 출현으로 전통적인 수치제어 기기와 밀링 기기를 사용하는 'Molding(금형)시대'에서 3D 프린터를 사용하는 'Printing(조형)시대'로 바뀌어 '제4차 산업혁명'이 도래했다고도 한다[3]. 3D 프린팅 기술의 시작은 약 30년 전에 RepRap(Replicating Rapid Prototyper)라는 오픈소스 하드웨어 프로젝트를 통한 3D 프린터를 출시함으로 대중화에 성공하게 되었다[4].

3D 프린터로 조형한 출력 제품을 얻기 위해서는 모델링, 절삭, 프린팅 그리고 가공 후처리의 4과정을 통하여 제품을 완성 출시한다. 보다 자세한 설명은 다음과 같다.

① 모델링 : 3D 데이터 획득과정으로 3D CAD, 3D 스캐너, 의료용 MRI와 CT 데이터를 활용하여 2D 데이터를 3D 데이터로 변환한다. 이때 3D CAD 프로그램을 사용하고 STL 파일을 생성한다.

② 절삭 : 얇게 절삭하여 프린팅 가능한 데이터로 변환하는 과정으로 프린터에 따른 자체 프로그램과 공개 소스를 활용한다. 각 프린터의 방식 마다 다른 프로그램을 사용한다.

③ 프린팅 : 각 방식의 프린터를 활용하여 조형하는 과정이다. 이때 출력 제품의 용도를 고려하여 최적의 프린터를 선택한다.

④ 가공 후처리 : 조형을 거친 대부분의 출력물은 후 가공을 필요로 한다. 버팀대 제거, 표면 손질, 불순물 제거 등이다.

2.2. 3D프린팅 기술의 특징

3D 프린팅 기술은 프린팅 방식에 매우 종속적이다. 따라서 현재 사용하고 있는 3D 프린터의 특징적 사양의 이해는 매우 중요하다. 다음과 같이 방식의 특징 7가지를 소개한다.

① SLA(Stereo Lithography Apparatus: 광조형)방식의 특징은 고가의 대형장비이다. 넓은 조형 플랫폼을 갖추고 레이저를 사용하여 매우 정확하게 조형하며 매끄러운 표면을 조형하지만 속도가 느리다.

② SLS(Selective Laser Sintering: 선택적 레이저 소결)방식의 특징은 SLA와 달리 이산화탄소 방식의 강한 레이저를 분사하고 금속분말재료까지 소결(燒結: sintering)할 수 있다. 넓은 조형 플랫폼을 갖추고 있지만 가격이 가장 비싸고 조형속도가 가장 느리다.

③ FDM(Fused Deposition Modeling: 용융 용착 모델링)방식의 특징은 대부분 넓게 채택하는 형식으로 저렴한 교육용 제품제작에 사용 되고 플라스틱 재료를 사용하고 재료강도가 가장 높다. 고체 필라멘트를 사용하면 고온이 발생하여 재료의 수축이 발생한다.

④ DMT(Direct Metal Tool: 직접 철 도구)방식의 특징은 고출력 레이저빔을 이용하여 금속 분말을 녹여 조형하는 방식이다. 산업용 합금분말을 사용하여 제품을 제작하고 금형의 재생 및 보수를 하고 리모델링한다. 이 유형은 고가의 특수 금속 제품을 제작하는데 적합하다. 부위별, 기능별로 여러 다른 합금을 사용할 수 있고 내부구조를 갖는 금속제품에 사용한다.

⑤ LOM(Laminated Object Manufacturing: 성층 객체 제조)방식의 특징은 종이, 플라스틱, 금속합판 등 다양한 재료를 연속적으로 접착할 수 있고 고출력 레이저 빔을 이용하여 재료를 절삭한다. 후처리 과정이 필요 없고 화학반응이 필요 없어 친 환경적이다. 재료의 소모가 많고 제품이 단단하지 않다.

⑥ MJM(Multi-Jet Modeling: 중복 분사 모델링)방식의 특징은 매끄러운 표면을 출력할 수 있고 조용하여 사무환경에 적합하다. 재료 소모율이 높고 물 분사를 이용하여 후처리 한다.

⑦ DLP(Digital Light Projection: 디지털 라이트 투사)방식의 특징은 액체재료를 자외선으로 굳혀 매끄럽고 정교한 조형이 가능하고 소음 발생이 가장 작고 별도의 부재료가 필요 없다. 횡단면 조형 방식으로 작업속도가 균일하다.

이와 같은 특징적 사양을 바탕으로 가격, 조형속도, 정밀도, 제품품질을 정한다. 유지보수 측면으로 볼 때 조형장비로서는 DLP방식이 상당부분의 문제점을 해결하고 있다고 하겠다.

2.3. 기술의 구성내용

3D 프린팅 기술은 모델링 소프트웨어기술, 프린터 장비 구축 하드웨어기술, 소재 개발기술로 구성된다. 보다 자세히 살피면 다음과 같다.

① 모델링 소프트웨어 기술은 3차원 모델링기술로 3D 스캐너 기술이다. 제작 대상객체를 정밀하게 모델링하는 기술로 생산성, 정밀성을 제고하는데 필수적인 업체고유의 소프트웨어 기술이다.

② 프린터 장비 구축은 하드웨어의 분사를 통한 조형기술(미세 노즐 가공기술과 고해상도 조형을 위한 미세 분사기술), 에너지 광학기술(적정출력의 에너지원 기술과 분사 빔의 미세 조절기술), 위치 제어기술(정밀 형상구현을 위한 정밀 위치 제어기술과 생산성 제고를 위한 고속 제어기술)로 구성한다.

③ 소재 개발기술은 적정 용해 및 경화 제어기술, 정밀성을 위한 소재의 미세화 기술 및 소재의 다양화 기술이다.

2.4. 기술의 활용분야

3D 프린팅 기술은 향후 상상을 초월하는 다양한 분야에서 활용이 가능할 것이다. 현재의 3D 프린팅 기술로 조형이 가능한 분야는 아래와 같다.

① 인공치아, 인공관절 등의 신체부위 제각 의료분야
② 보석류 가공분야
③ 캐릭터 및 형상제작 등 디자인 분야
④ 건축 모형제작 분야
⑤ 의류, 신발 등 패션견본 제작 분야

⑥ 완구, 스포츠 용품 모형제작 분야
⑦ 자동차의 차체 페널과 계기판 등의 시제품 제작 분야
⑧ 가전제품 원형 제작 분야 등

Ⅲ. 3D 프린팅 산업의 시장동향과 이슈

3.1. 3D 프린팅 산업의 세계시장규모

3D 프린터의 세계시장은 2017년 까지 매년 52% 성장할 것으로 예측한다. 2017년에는 40만대 프린터 판매에 55억$로 예상하고 있다. 이것은 2015년의 약 두 배로 성장함을 말한다. 의료 및 생산 · 조립용으로 급속히 성장할 DLP유형의 프린터는 판매금액에서 2014년에 1억 3900만$이던 것이 2017년에는 5억 3500만$로 크게 성장할 것으로 예상하고 있다. 세계 시장점유율은 'Stratasys'가 54.7%, '3D Systems'가 18.0%, 'Envision Tec'가 11.2%로 3대 외국회사가 83.9%를 차지하고 있다.

3.2. 3D 프린팅 산업의 국내시장현황

국내의 3D 프린터 시장 매출액은 2014년에 445억원으로 추정하는데 역시 외국계 3대회사(3D Systems, Strarasys, Evison Tec)가 국내시장의 64%를 점유하고 있다. 우리나라의 대표적 회사('캐리마', '로킷')는 합하여 13.5%를 점유하고 있다. 이 현상은 향후 개선되어야 한다. 국내의 이 분야 산업체는 중소기업으로 영세를 면치 못하고 소형의 3D 프린터를 조립하여 판매하거나 외국의 유수 3D 프린터를 수입하여 판매 공급하기 위하여 사용법 교육에 열을 올리고 있다.

3D 프린팅 산업의 이슈는
·급격한 기술 발전에 따른 산업의 활성화 모색
·환경변화에 대처하는 산업의 경쟁력 확보
·저작권 침해, 유해제품 제조 및 기술악용에 대한 대책강구 이다.

3.3. 3D 프린팅 산업의 이슈

3D 프린팅 산업은 결코 짧지 않는 역사를 갖고 있으나 최근에 갑자기 제품의 입체금형 보다 3D 프린팅의 특수한 경제성을 인식하고 기본적인 바탕이론을 이해하지 못하고 전 세계적으로 급성장하고 있다. 우리나라에서도 예외가 아니다. 따라서 수많은 이슈가 야기되고 있다. 산업과 기술의 이슈를 요약하면 다음과 같다.

① 3D 프린팅 산업의 이슈:
- ●급격한 기술 발전에 따른 산업의 활성화 모색
- ●환경변화에 대처하는 산업의 경쟁력 확보
- ●저작권 침해, 유해제품 제조 및 기술악용에 대한 대책강구

② 3D 프린팅 기술의 이슈:.
- ●조형에서의 느린 속도 개선
- ●재료의 다양성 확대와 사용가능 프린터의 개발
- ●대형제품 제작이 가능한 소형 프린터의 개발
- ●보다 높은 정밀도의 프린터의 개발
- ●응용분야 확대에 상응하는 조형기술의 심화

Ⅳ. 3D 프린팅 산업관련 국제표준의 탄생

3D 프린팅 기술의 표준화 연구는 3D 프린팅 기술의 생명주기에 비추어 볼 때 지금이 최적기라 할 수 있다. 이에 따라 기술 선진 각국은 관련된 표준을 선점하여 자국 및 영내의 산업을 보호와 육성하기 위하여 노력을 경주하고 있다. 대표적으로 3D 프린팅 관련 표준화활동의 주도는 미국의 NIST를 중심으로 하는 컨소시엄, 중국의 '공업화정보부'의 산업연맹, 일본의 AIST을 중심으로 하는 표준 R&D 그룹, EC가 2012-2014년에 주도한 SASAM(the Support Action Standardization on AM) 프로젝트 등이다[5].

국제표준의 대상설정을 위하여 ISO/TC 261(Additive Manufacturing)과 ASTM(원래는 American Society for Testing and Materials 였으나 지금은 ASTM International로 확대 12,000여 개의 표준을 제정한 바 있음) F42는 표준화의 대상이 되는 계층을 3개 레벨(General, Category, Specialized Standards)로 분류하고 이에 대한 구조에 합의안을 도출했다. 이 3개의 레벨과 함께 하부계층의 표준을 세분(raw Material, process/equipment, finished parts)하여 표준대상을

도출하였다. 이 목적은 표준간의 구조화를 통해 불필요한 중복과 표준간의 상충을 막는데 있다.

이 3D 프린팅 관련 표준화 선도기관은 ISO/TC 261이며 이 기관에 다양한 기관들이 함께 참여하고 있다. 특히 ASTM F42, 독일의 VDI, 프랑스 AFNOR, 스페인 AENOR이 협조적이다. EC의 SASAM의 경우 주요 3D 프린팅 관련 업체가 포함되어 있으며 활동도 매우 활발하다. 3D 프린팅관련 재료에 관련하여 ISO/TC 61(Plastic), ISO/TC 119(Powder Metallurgy), 레이저 가공에 대해서는 ISO/TC 172(Electro-Optical System)이 관련되고 있다. 입력되는 CAD 데이터의 표준에 대해서는 ISO/TC 184가 주요 표준을 결정하고 있으며 다양한 CAD 데이터를 입출력 혹은 가시화 파일 포맷으로 결정하여 사용하고 있다. 의료에 관련해서는 DICOM과 ISO/TC 106(Dentistry) 그리고 IEEE P3333.2 등이 연관되어있다.

새로운 3D 모델링 알고리즘 개발과 소재개발기술은 우리가 시급이 해결해야 할 과제이다. 이 과제의 해결은 제품제작 기술의 '룰'인 국제표준을 소상히 이해하고 그것을 수용하는 제품을 제작하여야 국제적으로 통용 되는 우수한 3D 프린터를 제작할 수 있고 사용자도 새로운 알고리즘을 구상하여 우수한 3D 프린팅 소프트웨어를 개발할 수 있게 되어 이 분야 선진산업국이 되는 지름길이 틀림없다.

최근에 국내의 3D 프린팅 국제표준화에 동참하는 전문가 위원회로 '3D 융합산업협회'를 중심으로 모임을 갖고 활동하고 있다. 국내의 3D 프린팅 관련 업체 종사자는 2014년에 제정된 두 국제표준을 필수적으로 이해해야 한다고 생각하여 이를 허용 하는 범위 내에서 기본 내용을 개괄적으로 소개한 것은 저자의 보고서[6]를 참고하기 바란다. 자세한 내용은 참고문헌에 소개한 두 국제 표준규격의 원본을 소상히 살펴야한다.

Ⅴ. 국내 3D 프린팅 산업 활설화 전략과 새로운 모색

5.1. 3D 프린팅 산업 활성화 전략

일본은 세계 최고의 기술을 갖고 있어서 한때 세계시장을 석권하였으나 국제 표준규격을 무시하는 자만으로 최고의 일본 제품이 지금은 거의 사라졌다. 국제표준규격을 수용한 제품이 아니었기 때문이다. 새로운 우수한 기술을 보다 빨리 많은 사람이 누릴 수 있도록 스스로 정해야하는 '룰'인 표준을 만들고 따라야 한다는 의식이 당시 일본에는 희박하였다. 그러나 라인강의 기적이라는 독일 경제에 성장률에 끼친 영향에 대한 보고서에 따르면 자본 48.5%를 이어 표준 27.3%로 표준기여의 중요성을 지적한 바 있다. 지금도 국제 표준규격을 수용한 독일 제품은 여러 분야 국제시장에서 높이 평가되고 있다. 국제 표준화가 이루어지지 않는 기술혁신은 기술 고도화와 시장규모 확대에는 한계에 부닥치게 됨은 재론의 여지가 없다. 또한 WTO 규제에 따른 장벽은 날로 높아간다. 따라서 오늘의 산업에서 국제표준의 이해는 산업 활성화를 위한 한 전략이라 하겠다. 위 일본과 독일의 경우를 거울삼아 우리나라의 3D 프린팅 산업의 활성화 전략을 우선적으로 국제 표준규격을 이해하고 순응하여 그 방향에 따라 전략을 수립해야 할 것이다.

5.2. 3D 프린팅 산업의 새로운 모색

후발 주자인 우리나라는 CAD 기술을 기반으로 이룩한 기술선진국 산업과 경쟁력을 갖추려면 특단의 전략과 방안이 긴요하다. 이 글에서는 특단의 방안을 국제표준의 이해와 그 것의 적용에서 찾고 나아가 우리의 새로운 기술을 바탕으로 이 분야 새로운 국내 표준은 물론 국제 표준규격 제작 참여에 애써야한다고 주장한다. 이를 위해서는 2013년에 제정된 3D 프린팅 분야의 본격적인 국제표준의 효시요 표본인 두 국제표준의 요체를 이해해야 한다. 새 표준규격을 충족시키는 새로운 3D 프린팅 제품제작으로 이 분야의 선진국으로 도약할 수 있게 될 것이다.

Ⅵ. 결론과 제언

3D 프린팅의 제작과정 순서는 3D 모델링, 절삭, 프린팅 그리고 끝손질인 후 가공처리이다. 이 과정을 위한 기

술은 모델링 기법, 프린터장비 제작 기술 그리고 필라멘트에 필요한 소재개발 기술이다. 우리나라의 현 상황은 이와 같은 기술은 초보단계로 우리 고유기술은 아직은 없다. 국내의 이 분야 상황은 소형 3D 프린터를 제작 판매하거나 중대형 프린터를 수입하여 판매하거고 수입한 프린터를 이용하여 객체 제품을 주문 제작하여 공급하고 있으며 많은 업체가 3D 프린터를 판매하기 위하여 사용자를 위한 교육이 주업인 업체가 주종을 이루고 있다. 가장 중요한 새로운 3D 모델링 알고리즘 개발과 새로운 소재 개발기술 등은 우리가 시급이 해결해야 할 과제이다. 이와 같은 상황에서 우리는 객체 제품제작 기술의 '룰'인 국제표준을 소상히 이해하고 그것을 수용하는 제품을 제작하여야 국제적으로 통용 되는 우수한 3D 프린터를 제작할 수 있고 사용자도 새로운 알고리즘을 구상하여 우수한 3D 프린팅 소프트웨어를 개발할 수 있게 되어 이 분야에서의 선진산업국이 되는 지름길이 틀림없다. 그리고 우리가 개발한 고유 기술을 바탕으로 새로운 국제 표준제작을 위한 NP(신규제안)을 많이 제안하여 국제표준화에 적극적으로 기여해야한다.

수입한 프린터를 이용하는 사업보다는 한국형 프린터를 개발해야하고 보다 원활한 프린터 사용에 필요한 소프트웨어의 활용 및 새로운 개발 그리고 새로운 소재개발에 최선을 다해야 한다. 이를 위한 첩경은 우리의 상황을 살피고 이 분야 기술에서 현재의 '를'인 두 국제 표준규격의 존재를 인지하고 국내 3D 컴퓨팅 산업 당사자가 소상히 살펴 이해해야 하고 우리 기술을 국제표준화 하여 이 표준에 맞는 기술로 제품을 만들어야 선진국 반열에 집입할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] ISO/ASTM 52915, "Standard specification for additive manufacturing file format(AMF), Version 1.1", First edition, 2013. 6. 1.

[2] ISO/ASTM 52921. "Stamdard terminology for additive manufacturing – Coordinate system and test methodologies", First edition, 2013. 6. 1.

[3] 박세환, "3D 프린팅 기술동향", KISTI, 2013. 9.

[4] 고산, " 3D Printer & 3rd Industrial Revolution", 2015. 4.

[5] 이환용, "3D Pringting & additive Manufacturing 관련 표준화 동향 요약", 경북대학교 3DC, 2014. 5.

[6] 김하진, "3D 프린팅 산업 활성화 방안", KISTI, 2015. 9.

김 하 진

- 1962년 3월 서울대학교 문리과대학 수학과 (이학사)
- 1978년 6월 (불) Grenoble 1 대학교 응용수학과 (DEA)
- 1980년 6월 (불) Saint-Etienne 대학교 응용수학과 (이학박사)
- 1974년 3월~2004년 8월 아주대학교 교수
- 1984년 9월~1985년 8월 (불) INRIA 초청교수
- 1998년 9월~1999년 2월 (미) USC 방문교수
- 전, ISO/IEC JTC 1/SC 24 (Computer Graphics, Image Processing & Environmental Representation), 국제의장
- ~현재 아주대학교 정보통신대학 명예교수
- ~현재 한국정보과학회 명예회장
- ~현재 한국컴퓨터그래픽스학회 명예회장
- ~현재 한국공학한림원 원로회원
- ~현재 한국과학기술정보연구원 ReSEAT 프로그램 전문연구위원

〈관심분야〉
컴퓨터 그래픽스, 수치해석