

# 의료 서비스를 위한 3D 프린팅 기술 적용 사례

우성희, 콧지연, 흥성원

한국교통대학교

## 3D Printing Application Cases for Medical Service

Sung-hee Woo, Ji-yeon Kwak, Sung-won Hong

Korea National University of Transportation

E-mail : shwoo@ut.ac.kr, ghd8085@naver.com, wldus4022@naver.com

### 요 약

3D 프린터란 3차원으로 특정 물건을 찍어내는 프린터로, 입체적으로 만들어진 설계도만 있으면 종이에 인쇄하듯 3차원 공간 안에 실제 사물을 만들어 낼 수 있는 기기다. 최근 3D 프린팅 기술은 의학 분야에서 다양하게 활용되고 있으며, 생체 의학적 응용은 지금까지 가장 중요한 연구 주제 중 하나로 주목 받아왔다. 3D 프린팅 기술은 의료 뿐 아니라 자동차, 항공, 선박 등 제조업 전반에 혁신적인 변화를 일으키고 있다. 현재 3D 프린터의 의료산업 적용 분야는 가상 시뮬레이션, 맞춤형의료 보형물 제작, 의료 인력 교육 실습 등이다. 따라서 본 연구에서는 의료서비스를 위한 3D 프린팅 기술과 적용사례를 비교 분석하였다.

### ABSTRACT

3D printing technology is instrument that can create real objects in three-dimensional space, as printed on paper, if the three-dimensional designs are made. 3D printing technology has been recently used in various field of medicine, and also biomedical application of three dimensional printing technology remains one of the most important research topics until now. 3D printing technology is causing a revolutionary change in the overall automotive manufacturing, aerospace, marine, medical and so on. The medical industry applications of current 3D printer are a virtual simulation, custom medical implants manufactured, practice of medical personnel. In this study, we analyzed 3D printing technology and application cases for medical services.

### 키워드

Medical 3D printing, medical field, bio-printing.

### 1. 서 론

3D 프린팅 산업의 잠재력은 이미 인정되어 정부, 학계, 산업분야 모두 3D 프린팅산업이 기존산업의 패러다임을 변화시켜, 새로운 시장과 일자리를 창출할 것이라고 내다보고 있다. 2012년 22억 달러였던 세계 3D프린팅 산업 시장이 오는 2021년이 되면 108억 달러로 고속 성장 할 것이란 전망이 대표적인 예다. 최근 3D 프린팅 기술이 본격적으로 의료에 접목되어 보건의료 분야에서도 대대적인 변화를 이끌고 있다. 2014년 2월 발표된 보건산업진흥원의 “3D 프린팅 기술이 바꿀 보건산업의 미래”에서는 현재 3D프린터의 의료 산업 적용분야는 가상 시뮬레이션을 통한 수술 성공률

제고, 맞춤형 의료 보형물 제작, 의료 인력의 교육실습이며 향후 발전 방향은 바이오 프린팅, 의약 프린팅 등으로 보고 있다[1]. 이처럼 제 3의 산업혁명이라고 부를 만큼 획기적인 제조방법인 3D 프린팅 기술과 의료서비스 부분의 융합은 그 유용성과 잠재력을 높이 평가되고 있다. 하지만 정부의 정책이 따라가지 못하다는 비판이 있다.

본 연구에서는 3D 프린팅 기술을 몇 가지 분류기준을 두어 비교하였고 의료서비스를 위한 국내외 3D 프린팅 기술 적용사례를 비교 분석하였다.

## II. 3D 프린팅 기술

3D 프린팅이란 구체적으로 말하자면 어떠한 사물을 여러 방향에서 스캔하여 얻은 3차원 데이터를 가지고 입체적인 설계를 그려 종이에 인쇄하듯 3차원 공간 안에 실제 사물을 인쇄하는 기술을 의미한다. 3D프린팅 산업의 중심지인 미국은 3D 프린팅 산업에 10억 달러를 투자하고 있다. 독일은 프라운호퍼 연구소를 설립하여 최근 국제 생명공학 전시회를 통해 세계최초 3D 프린터로 만든 인공혈관을 공개하였다. 또한 영국은 초·중등 교육과정으로 '디자인과 개발'이라는 과목을 추가하였고 일본은 3D 프린팅 기술에 필요한 소재부문에 집중투자 하고 있다. 국내에서도 3D 프린팅 분야의 관심이 높아지고 투자가 점점 늘어나고 있다.

기존방식이 금형을 이용하여 주조 등으로 부품을 생산하고 이를 조립하여 완성품을 제작한다면 3D 프린팅 제조방식은 원료를 한 층씩 적층하여 조립공정 없이 최종 완성품 제작한다. 이것은 다품종 소량생산에 유리하고 복잡한 형상의 제품제작 용이, 1개 장비로 다양한 제품 생산하고 시제품의 제작비용 및 시간 절감될 수 있다. 하지만 일반제품 제조시간은 오래 걸리고 표면의 정밀도가 다소 떨어진다는 단점이 있다. 재료의 종류와 적층하는 방식에 따라 다양한 기술유형이 존재하며, 적층방식에 따라 구분하면 다음 표 1과 같이 압출형, 광조형, 소결형, 고에너지형, 층층형 등이 있다[2].

표 1. 3D프린팅 기술 분류

적층방식	기술 원리	기술명	재료
압출형 (Extrusion)	가열된 노즐을 통해 재료가 압출되어 나오면서 경화된 층을 쌓는 방식	FDM	수지, 금속
분사형 (Jetting)	액체 원료를 고압으로 분출시키는 방식	Polyjet	수지
광조형 (Light Polymerized)	액체 재료가 원하는 형상에 맞게 조사된 빛에 의해 부분적으로 경화되는 방식	SLA DLP	수지
소결형 (Sintering)	편평하게 깔린 재료에 부분적인 용융이 일어날 정도로 가열하여 경화시키는 방식	SLS	수지, 금속, 세라믹
고에너지형 (Directed Energy Deposition)	레이저 등의 고출력 에너지를 통해 재료의 분사와 동시에 재료를 완전히 녹여서 결합시키는 방식	DMT DMD	금속
층층형 (Laminated)	필름형태의 재료를 한 장씩 놓고 모양대로 잘라 낸 후 접착제 등을 통해 쌓아가는 방식	LOM	수지필름, 종이

다음 표 2는 재료 형태에 따른 3D프린팅 기술로 활용되는 소재는 수지, 금속, 종이, 목재, 식재료 등 매우 다양하며 액체, 파우더, 고체 등 사용하는 재료의 형태에 따라 조형성, 견고함 등의 특성이 상이하하다[3].

표 2. 재료 형태에 따른 3D프린팅 기술

형태	재료 종류	특성	기술 사례
액체	액체 형태의 수지	뛰어난 표면과 미세형상 구현이 가능하나 내구성이 다소 떨어짐	3D systems(美)의 SLA
분말	수지, 모래, 금속 성분의 가루	다양한 재료의 선택이 가능 하며 높은 정밀도, 견고함 등의 장점을 보유	3D systems(美)의 SLS EOS(獨)의 SLS
고체	와이어, 필라멘트 형태의 수지	낮은 제조단가, 내습성 등의 장점을 보유하였으나 정밀성 면에서 다소 떨어짐	Stratasys(美)의 FDM
	얇은 성질을 가진 패킷	매끄러운 표면, 신속성, 정밀성, 다양한 복합재료 사용 등의 장점을 보유	Stratasys(美)의 Polyjet
	얇은 플라스틱, 종이 필름 형태의 재료	재료비가 매우 저렴하고 대형 제품의 제작이 가능하나 내구성이 떨어짐	Helisys(美)의 LOM

주요 소재로는 다음 표 3과 같이 수지와 금속이 사용되고 있으며, 수지를 활용한 3D프린팅은 기술적 완성단계로 주로 저가형(가정용)에 적용되고 있고, 금속의 경우 기술개발 초기단계로 고가형의 산업용 프린터에 주로 사용되고 있다.

표 3. 3D프린팅 소재의 적용

소재	종류	적용 제품	비고
수지	폴리스티렌, 나일론, ABS 등	패션, 완구, 시제품	기술개발 완성단계
금속	티타늄, 알루미늄, 코발트, 철 등	금형, 기계부품, 의료	기술개발 초기단계
기타	종이, 목재, 식재료, 고무 등	건축, 음식	-

다음 표 4는 3D프린팅의 핵심 요소기술로 모델링, 프린팅, 후처리, 소재 등의 분야로 나누어 본 것이다[4].

표 4. 3D프린팅 분야에 따른 요소기술

분야	요소 기술	
모델링(소프트웨어)	3D디자인 변환, 3D 스캐닝, 3D디자인 SW 등	
프린팅	분사·인쇄기술	미세노즐, 미세분사기술 등
	에너지원	에너지원(열, 레이저, 전자빔 등)출력 및 조절기술
	위치·제어기술	정밀 위치제어, 고속제어 기술 등
후처리	착색, 연마, 표면재로증착 기술 등	
소재	적정용점 및 경화 제어기술 등	

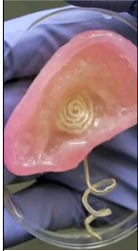

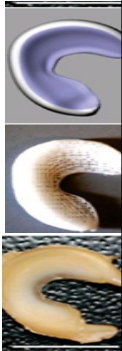
모델링 공정은 CAD 등의 컴퓨터 그래픽 설계 프로그램을 이용해 물체의 모양을 3차원으로 구성하는 단계로, 물체를 스캔하거나 디자인하여 데이터로 변환하는 기술이 필요하다. 프린팅 공정은 디지털화된 파일을 불러들여 무수히 많은 얇은 층으로 데이터를 분석하고 조형을 하는 단계로, 해상도 및 제조시간 등을 개선시키기 위해 필요한 기술이다. 후처리 공정은 표면의 불순물을 제거하거나 매끄럽게 하는 과정으로 코팅, 페인팅 과정을 거쳐 결과물로 완성되며, 최근 프린터에 후처리 공정을 일체화시킨 기술이 개발되고 있다. 소재 분야는 프린팅 공정에서 사용되는 기술의

방식과 수요산업에서 필요로 하는 제품에 맞추어 개발이 필요하며, 고부가가치를 창출하는 합금, 바이오 소재 위주로 연구가 되고 있다.

### III. 의료분야의 3D프린팅 기술 적용 사례

3D 프린팅 기술이 의료 분야에 적용된 사례로 몇 가지를 보면 다음 표와 같다. 치과 교정 장치, 성형, 의족등 많은 곳에서 활용[5][6]되고 있다.

표 5. 3D 프린팅 적용사례

명칭	사진	기능
인간의 귀		프린스턴 대학 연구원들은 3D 프린트된 귀는 음파를 증폭해 수신하고, 왼쪽과 오른쪽 귀가 한 쌍으로 동작해 스테레오 음악도 들을 수 있다. 생체 조직과 기능적인 전기 부품을 3D 프린팅을 통해 합침으로써 인간 장기보다도 더 잘 작동하는 장기를 만들어낸 접근법.
부목		미시간 대학의 CS 모트 소아 병원 외과 의사들은 CT스캔과 CAD 소프트웨어를 활용해서 유아의 기도 3D 모델을 만들고 기관지에 맞는 맞춤형 부목을 설계. 이 부목은 파우더 재료가 레이저를 통해 가열되는 3D 기술인 선별적 레이저 소결 기술로 만들어짐.
무릎 반월상연골		콜럼비아 대학 의료 센터는 FDM으로 알려진 3D 프린팅 모델을 활용해 무릎 반월상연골을 만들. 뼈를 보호하는 연골층인 이것은 운동 중 부상으로 손상을 받거나 무릎 수술 과정에서 상실되는 경우가 종종 있다. 이때, 성장호르몬을 주입시켜 자체적으로 재성장을 유도하는 방식.
이식		토론토대학은 MaRS 이노베이션 (MaRS Innovations)와 협력해 모

용프린터		낭과 땀샘을 가진 이식 피부를 프린트할 수 있는 3D 프린터를 만들. 이 프린트는 환자의 성숙 세포와 기타 생체물질을 초소형 기기에 주입시켜 몇 개의 채널을 통해 사출함.
칩위의 생체		하버드 와이즈 연구소와 웨이크 포레스트 재생 의학 연구소는 3D 프린팅을 활용하여 칩 위의 생체를 연구하고, 2인간 세포를 사출해서 심장, 간, 폐, 혈액세포 등의 기능을 따라 하는 소형 장기를 생성함.
3D 두개골		네덜란드 위트레흐트 대학 의료 센터의 외과의사들은 이 3D 프린트된 두개골을 활용해 평균보다 3배 두개골이 두꺼운 여성 환자를 살림.
치의학		사람마다 치아의 모양이나 구강구조가 저마다 다르기 때문에, 치아 보철물이나, 임플란트 뿐만 아니라 인공 턱뼈를 제작할 때에 이 3D 프린터가 효과적으로 활용, 치의학에서 이야기하는 ‘크라운’이나 ‘브릿지’ 라는 치아보철물을 제작하기 위해서 3D 프린터가 활용된다고 함
의족		팔이나 다리를 잃은 환자들이 착용하는 의족이나 의수의 커버를 맞춤형으로 제작하는데도 사용됨

이외에도 대동맥 질환수술, 두개골 성형수술, 잘못된 성형수술로 인한 턱뼈 복원, 부비동암 수술에 적용등의 시뮬레이션 및 수술 임플란트 제작 그리고 실습용 카데바 출력, 모형용 이용한 수술 실습등의 의료 인력실습에도 적용될 수 있다. 앞으로 3D프린팅 기술은 바이오 잉크, 인공 혈관, 인공 간, 개인 맞춤형 의약품 프린팅등의 다양한 분야에서도 활용 될 것으로 기대된다[7].

#### IV. 결 론

3D 프린터는 제 3의 산업혁명이라고도 불리며 가장 많이 활용되는 3대 분야로 의료분야를 명시하고 있다. 향후 3D 프린팅 기술과 의료분야의 융합은 의료비용 절감, 개인 맞춤형 의료제품의 상용화, 인공장기 등 의료계에 큰 변화를 가져오게 될 것이다. 또한, 3D 프린팅 기술의 생체조직 공학적 응용은 공정과 소재의 지속적인 개발과 함께 체내적용의 무해성검증이 계속적으로 이루어져, 활용사례를 늘려 나갈 것으로 기대되며 약물방출 및 전기적 기능성을 추가함에 따라 단순 조직치환을 넘어서는 활용이 이루어짐이 예상된다. 하지만 이러한 기대가 단지 기대로 끝나지 않도록 정부의 적극적인 정책과 빠른 대응을 필요로 한다.

#### 참고문헌

- [1] 이승재, 3D 프린팅 기술이 바꿀 보건 사업의 미래, 한국보건산업진흥원, 2014.
- [2] 한국산업은행 기술 평가부.
- [3] KB금융지주경영연구소(2013).
- [4] “3D프린팅 산업 발전전략”, 미래창조과학부 및 산업통상자원부(2014), .
- [5] 스마트소재(Smart Material) 응용 4D 프린팅 해외 기술동향 및 관련 스마트소재 기술 요소 동향, 산업정책분석원, 2014.
- [6] Lucas Merian, “의료분야에서의 3D 프린터 활용 7가지 사례”, Computer world, 2015.
- [7] “의료산업에서 3D프린터 활용과 전망” 정보통신기술진흥원 2014. 11. 26.