

의료분야에서 3D 프린팅 기술의 융합

글 : 임수연 (syilm@stepi.re.kr)
과학기술정책연구원 연구원

3D 프린터는 3차원 설계도를 바탕으로 프린터 종류에 따라 다양한 소재를 이용하여 입체적인 물체를 만들어 낼 수 있는 기기이다. 3D 프린터의 등장은 설계비용, 제작시간, 노력 등을 대폭 줄이며 대형 제조설비 없이 창의적인 제품제작이 가능하여 제품생산의 민주화¹⁾라 불리기도 한다. 현재 국내·외에서 3D 프린터 제작기술을 이용하여, 무인 항공기, 주택, 자동차, 음식, 화장품 등 다양한 분야에서 제품생산이 시도되고, 판매되고 있다. 또한 제조업 분야를 넘어 치과치료, 피부이식, 맞춤형 보청기 등 의료분야에서 이미 적용되고 있다. 국내에서 대표적인 치료사례로 코가 없는 몽골 어린이의 인공 콧구멍과 기도를 만드는 수술에 3D 프린터를 이용하여 실리콘으로 제작된 인공기관을 이식한 성공 사례도 있다.²⁾ 본 고에서는 현재 국내 의료보조기, 보철기를

포함한 의료분야에 3D 프린팅 기술이 적용되는 몇 가지 사례를 소개하고자 한다.

3D 프린팅 기술 스타트업체의 전자외수 제작

3D 프린팅 기술 스타트업 만드로(Mand.ro.)를 창업한 이상호 대표는 온라인 커뮤니티에서 알게 된 두 손을 잃은 친구에게 3D 프린팅 기술을 이용하여 전자외수 제작을 시작하게 되었다. 3D 프린팅 기술을 이용하여 전자외수 외골격을 출력하고, 신체 신호를 감지하는 센서와 이를 제어하는 초소형 컴퓨터 아두이노³⁾를 연결해 전자외수를 완성하였다.

이를 계기로 현재는 개인별 자동 맞춤형 제작 기술을 확보하고자 하는 장기적인 목표를 세우고, 오픈소스 전자외수 제작 플랫폼을 기반으로 저비용으로 전자외수를 제작하여 필요한 장애인들에게는 부담

1) 이동훈(2013. 6. 18), 「장난감부터 살상무기까지... 3D 프린터가 쓰아올린 미래 혁명」, 『파퓰러사이언스』
<http://popsci.hankooki.com/Article/ArticleView.php?UID=10117452>

2) 이승재(2014), 「3D 프린팅 기술이 바꿀 보건산업의 미래」, 한국보건산업진흥원

3) 아두이노(Arduino)는 오픈소스를 기반으로 단일 마이크로 컨트롤러로 완성된 보드와 관련 개발 도구 및 환경을 말한다.
(한국 위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%95%84%EB%91%90%EC%9D%B4%EB%85%B8>)

금을 감소시키고, 관련 업계 및 연구기관과 개발협력을 통해 연구개발을 하고자 중장기 계획을 갖고 있다.⁴⁾

비영리 단체 FunMove의 전자의수 확산⁵⁾

부산의 비영리단체 FunMove는 김근배 반송센텀의 원 원장을 중심으로 3D 프린터와 전자의수 제작에 관심 있는 사람들로 조직되었다. 현재 FunMove 그룹에서는 개선된 버전의 전자의수를 만들고 있으며, 3D 프린터로 의수를 출력하고, 아두이노 회로를 부착한 서보모터를 이용하며, 사용자가 팔뚝에 힘을 쥐서 압력센서를 눌리면 손가락이 작동하는 방식이

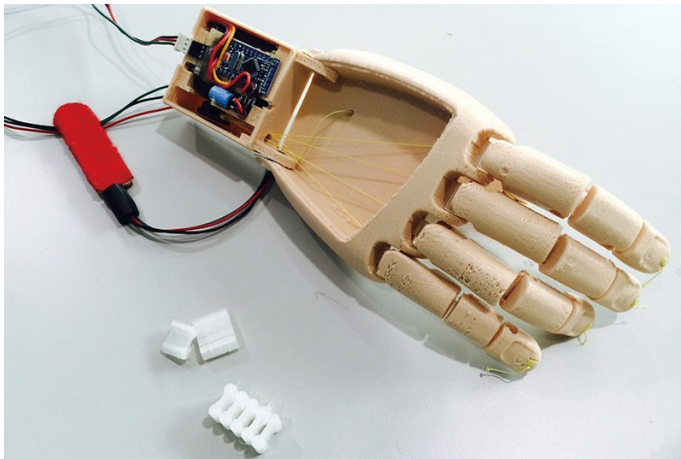
다. 이들의 목표는 처음으로 전자의수를 만들어 환자에게 제공하면, 그 환자가 또 다른 전자의수를 제작해 도움을 주는 형식으로 발전하도록 하자는 것이 목표이며, 환자와 환자를 잇는 네트워크에서 확산의 가능성을 찾고 있다.⁶⁾

기존 전자의수는 수백만원에서 4천만원 정도까지 가격에 해당하지만 3D 프린팅기술을 이용하여 제작된 전자의수는 수십만원 가격으로도 제작이 가능하며 또한 빠르고 개인맞춤형으로 제작이 가능하여 절단 장애인에게 좀 더 널리 보급될 수 있을 것으로 기대된다.

로봇연구자들의 외골격 로봇(exo-skeleton robot)

로봇연구자들과 의공학 연구자들이 함께 근력보조기에 대한 연구가 활발하다. 잃어버린 팔, 다리 기능을 대신하는 의족, 의수 개발에서 최근에는 사람의 신경과 연결해 움직일 수 있는 착용형(wearable) 인공 팔, 다리로 개발되고 있다. 즉, 인간의 생체신호⁷⁾를 측정하여 근력을 계산한 후 다양한 보조 장치에 전달하여 움직이게 된다. 로봇 기술을 적용한 인공 팔 다리는 영화 아이언맨에 서처럼 입는 로봇, 즉 외골격로봇(exo-

그림 1 : 압력센서(빨간색 부품), 3D 프린터로 출력한 의수, 서보모터와 아두이노 회로



자료: <http://www.bloter.net/archives/228707>

4) 만드로(Mand.ro) 이상호 대표(2015. 7. 1), 「3D 프린터로 새 삶을 출력하다.」, 『제 3회 3D 프린팅 유저 컨퍼런스』, 3D PROTOKOR 2015 운영위원회

5) FunMove 페이스북: <https://www.facebook.com/pages/FunMove/1598095983736681?fref=photo>

6) 오원석(2015. 5. 26), 「전자의수, 3D프린터로 맘껏 뽑아 쓰세요」, 『블로터』 <http://www.bloter.net/archives/228707>

7) 생체신호는 인간의 동작을 의도, 발생하는 부분(뇌, 운동신경, 근육 등)에서 측정할 수 있는 전기신호에 해당한다.

그림 2 : Exoskeleton by 3D printing



구조부 : 3D printing, ball bearing

자료: 바이오닉스포럼 2015

skeleton robot)으로 군사적 목적으로도 개발되기도 한다.⁸⁾ 그러나 이러한 새로운 기술은 근력이 약한 고령자들을 돕거나 사고 등으로 인한 보행이상자들을 돕는데 기여하고 있다. KAIST 김정교수는 외골격(exo-skeleton)구조물의 한 부분을 3D 프린팅 기술로 제작한 연구개발 결과로 실제 착용하여 사용하는 내용을 발표하였다.⁹⁾ 빠른 속도로 고령화되고 있는 국내에서는 3D 프린팅 기술을 이용하여 맞춤형으로 제작, 보급되면 좀 더 많은 사람이 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

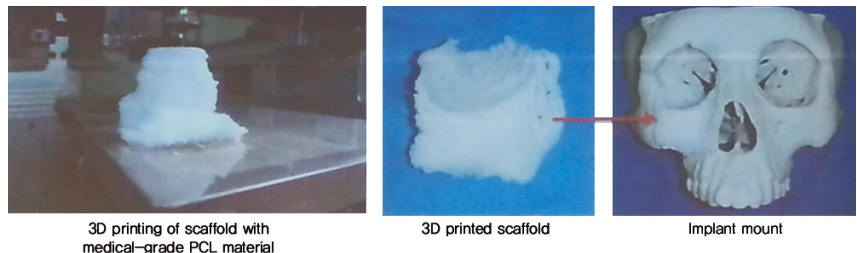
3D 프린팅 생분해성 소재

실제로 환자에게 임상적용이 가능한 형태의 체내에서 생분해되는 제품에 대한 연구결과가 최근 발

표¹⁰⁾되었다. 자체 제작한 3D 프린팅 시스템과 의료기기생산을 위한 GMP¹¹⁾허가와 함께 제품은 국내 식약처로부터 허가를 받은 상태이다. 원재료는 PCL¹²⁾이라는 물질로 체내에 들어왔을 때 내부구조에 따라 달라지기는 하지만 통상적으로 2년 정도 체내에 머무르다가 분해된다. 이는 국내 최초로 3D프린터로 만들어진 생분해 가능한 의료기기에 해당한다. 현재 임상적용을 진행하고 있으며, 안구주변 결손발생시 결손부분을 재건해 줄 수 있는 부분, 환자맞춤형으로 결손부분을 재건하는 부분, 골 조직 재생 시 메워주는 부분, 코 연조직 재생 등에 적용하고 있다.

또한, PCL은 상당히 안정적이긴 하나, 기능적으로는 완벽한 재료는 아니라서 뼈를 유도해 주는 능력이 좋은 재료, 강도를 유지하기 위한 재료를 PCL에 첨가하여 연구개발이 진행 중이다.

그림 3 : 환자의 CT를 참고하여 재건이 필요한 부분을 3D 프린터로 환자맞춤형으로 제작 한 후 실제 환자의 skull 모형을 만들어 끼워서 제작이 잘 되었는지 확인하는 과정



자료: 바이오닉스 2015

8) 김정 KAIST 기계공학과 교수(2015. 1. 20), 「현실로 다가온 인체 착용형 로봇, [한국판 新 600만불 사나이③], 장애인 돕는 인공 팔다리, 『동아사이언스』
 9) 김정 교수(2015. 7. 2), 「웨어러블 메카트로닉스의 현재와 미래, 『바이오닉스 포럼 2015』, 보건복지부, 바이오닉스조직위원회
 10) 윤원수 교수(2015. 7. 2), 「3D 프린팅 기술을 이용한 생분해성 의료재료 개발과 임상 적용, 『바이오닉스 포럼 2015』, 보건복지부, 바이오닉스조직위원회
 11) GMP(Good Manufacturing Practice): 의료기기 국내의 제조업자 및 임상시험용 의료기기를 제조하고자 하는 자에 대한 의료기기 적합성평가를 시행함(자료: 식품의약품안전처 <http://www.mfds.go.kr/medicaldevice/index.do?nMenuCode=4>)
 12) PCL(Polycaprolactone)은 생분해성 합성 고분자의 한 종류

혈관조직이 분포된 뼈조직¹³⁾

또한, 최근에는 포스텍 기계공학과 조동우 교수, 카톨릭대 성바오로병원 치과 이상화 교수, 한국산업기술평가관리청 기계공학과 심진형 교수 공동 연구팀은 3D 프린팅 기술을 이용하여 혈관 조직이 안쪽에 고루 분포된 뼈조직을 출력하는 기술을 개발하였다. 연구팀은 3D 프린터 재료로 발치한 치아 끝의 연조직인 치수를 사용하였으며, 치수에 들어 있는 줄기세포는 혈관이나 뼈 조직 양쪽으로 재생이 가능하다. 출력된 뼈 조직을 실험쥐 등에 이식하여 잘 자라는 것을 확인했다고 한다.

의료 4D 프린팅 협약

3D 프린팅 기술에 시간이 지남에 따라 스스로 모양이 변환하는 물건을 제작하는 개념을 뜻하는 4D 프린팅은 특정 외부조건 하에 변하는 소재를 사용함으로써 자가조립(Self-assembly)이나 자가변형(Self-transformation)이 가능하게 된다. 미국 존스홉킨스대학에서는 암치료에 4D 프린팅 기술 적용하여, 몸속에서 스스로 조립되어 암세포 하나를 집어낼 수 있는 장치를 개발하기도 했다. 국내에서는 분당서울대학교병원과 정보통신산업진흥원이 의료 4D 프린팅 기술확보 및 산업화를 위한 상호협력에 관한 업무협약을 체결하였고(2015년 7월), 의료분야 4D 프린팅 분야에서 기술개발, 임상시험, 실증 테스트까지 구체적인 협력을 할 예정이다.¹⁴⁾

환자 맞춤형 의료 혁신

의료분야에서의 3D 프린팅의 적용은 개인맞춤 의료가 가능하며, 또한 이전에는 불가능했던 치료도 가능하게 되는 혁신이 일어나고 있다. 이러한 혁신은 위의 적용사례에서 보듯이 3D 프린팅 스타트업 업체, 기계공학자, 로봇공학자, 의료진, 환자 등 관련된 사람들이 모여 이 기술이 누구에게 왜 필요한가에서 출발하여 융합 연구 및 기술개발을 진행하고 있다. 의료분야 3D 프린팅 기술의 적용은 3D프린팅 산업계의 일방적인 연구개발 추진보다는 연구 개발자가 무엇보다도 환자마다 가지고 있는 어려움을 파악하여 이를 안전하게 해결해주는 목적으로 접근할 필요가 있다.

그림 4 : 의료, 보조기구에 대한 WHO 권고

BOX 2: ATTRIBUTES FOR MEDICAL AND ASSISTIVE DEVICES

- ◆ Acceptable
- ◆ Appropriate
- ◆ Affordable
- ◆ Available
- ◆ Accessible
- ◆ Adaptable
- ◆ Quality
- ◆ Safe
- ◆ Effective
- ◆ Sustainable

자료: WHO, "Summary Report, Consultation on Advancing Technological Innovation for Older Persons in Asia", 2013

13) 이근영(2015. 7. 22), 「젓가락 기술은 가라... 3D 프린터로 만든 '혈관 있는 뼈」, 『한겨레신문』

14) 정보통신산업진흥원 보도자료(2015. 7. 11), 「의료 4D 프린팅 산업은 우리가 선도한다」,

<http://www.nipa.kr/board/boardView.it?boardNo=102&contentNo=587&menuNo=31&gubn=&page=1>