3D프린팅 기술의 패션 산업에의 도입

김승현 · 최영림*

(주)쓰리디스튜디오모아, *대구대학교 패션디자인학과

3D Printing Technology in Fashion Industry

Seunghyun Kim, Young-lim Choi*

3D Studio MOA Inc., *Dept. of Fashion Design, Daegu University

1. 서 론

3D 프린팅은 연속적인 계층의 물질을 적층하여 3차원 물체를 만들어내는 제조 기술로서, 새로운 산업혁명이라는 일컬어질 정도로 각광받는 차세대 생산기술 중 하나이다. 3D 프린팅 기술은 대량 생산 체제에 익숙해져 있는 현 시점에서 개인 맞춤형 생산 시대를 열고, 제품 목업, 의료관련 등 다양한 사업 영역에서 차세대 제작 기술로 자리를 잡아가고 있다. 제조시장에 있어 새로운 패러다임의 제시 및 경제 구조 자체의 재편성이라는 큰 흐름을 3D프린팅이 만들어 가고 있다. 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 2013년 10대 유망기술 중 하나로 3D프린팅을 선정했으며, 현재 3D 프린팅은 제 3차 산업혁명을 가져올 기술 중 하나로 언급되고 있다.

3D프린팅은 미국의 오바마 대통령이 국정연설에서 거의 모든 제품의 생산 방식을 바꿀 수 있는 잠재력을 가진 기술로 3D 프린팅을 언급하면서 많은 이들에게 알려지게 되었다. 이는 단순한 개인적이거나 업체차원에서의 접근이 아니라 국가차원에서의 3D프린터에 대한 장기 계획을 볼 수 있는 것이다.

미국, EU, 중국 등 많은 국가가 3D 프린팅 관련 사업에 지속적이며 장기적인 플랜의 지원을 하고 있다. 미국의 경우 새로운 경쟁우위 확보를 위해 다양한 연구기관 설립 및 제조업 부활을 위한 다양한 접목을 시도하고 있으며 EU나 중국 등도 첨단 기술 육성이라는 그림아래 관련 표준을 마련 및 규제 정비, 세제혜택도 고려되고 있다.

대중에게도 3D프린팅은 새로운 기회의 장이 되고 있다. 3D프린터를 이용하여 자체 제작을 하고자 하는 일반인들이 급증하고 있으며 3D프린터의 기술 개발과 더불어 그 실현가능성은 더욱 높아지고 있다. 3D 프린팅은 개인 맞춤형 제품의 제조라는 측면이 가장 매력적인 부분이다. 정해진 제품을 대량 생산하는 저비용 생산 시스템은 개인 각각의 취향을 맞춰줄 수가 없다. 개인 맞춤형 제품의 제조는 소량 생산으로 인해 고비용 발생, 관리의 부적절성, 부품 수급의 불안정성 등이 단가 상승을 초래하지만, 3D 프린터를 활용하여 디지털화 된 제품 디자인만 정해지면 추가 비용이 거의 발생하지 않는다. 또한 추가적인 생산 설비나 숙련도가 높은 작업이 필요 없기에 상대적으로 저렴한 가격에 생산이 가능하다는 장점이 있다.

이런 개인 제작 시스템의 활성화는 시장에 빠르게 대응할 수 있다는 장점이 있다. 시장 트랜드와 니즈를 신속하게 파악하여 즉각적으로 제품을 출시하고, 지속적으로 시장 반응을 체크하며 제품에 빠르게 적용할 수 있다. 그 예로 아이폰 5가 출시되고 제일 먼저 케이스를 출시한 Cubify를 들 수 있다. Cubify는 3D 프린팅으로 디지털 파일 판매/제공 및 제품을 생산하는 온라인 마켓 플레이스 중 하나였다. 기존 2주 정도의

휴대폰 악세서리의 개발 및 상품 출시 시간이 Cubify에서는 단 하루 만에 휴대폰 케이스 디자인이 업데이트 되고 제품 또한 몇 일안에 받을 수 있게 되었다. 현재 많은 개인 및 업체가 이용하고 있는 Shapeways의 경우 개인의 디자인 디지털 소스를 활용한 제품들이 3D 프린팅으로 제작, 배송되고 있으며, 단순 제품 판매와 더불어 디지털 파일의 판매도 이루어지고 있다.

2. 이론적 배경

2.1 3D 프린터 정의

3D 프린터는 설계 데이터에 따라 액체・파우더 형태의 폴리머(수지), 금속 등의 재료를 가공・적층 방식(Layer-by-layer)으로 쌓아올려 입체물을 제조하는 장비로서 3차원 CAD에 따라 생산하려는 형상을 레이저와 파우더 재료를 활용하여 신속 조형하는 기술을 의미하는 RP(Rapid Prototyping)에서 유래하였다. 입체의 재료를 기계가공・레이저를 이용하여 자르거나 깎는 방식으로 입체물을 생산하는 절삭가공(Subtractive Manufacturing)과 반대되는 개념으로서 공식적인 기술용어는 적층 가공(Additive Manufacturing)이다. 3D 프린터는 적층 방식과 입체물 제조에 활용 가능한 재료에 따라 다양한 기술로 구분할 수 있다. 적층 방식은 압출, 잉크젯 방식의 분사, 광경화, 파우더 소결, 인발, 시트 접합 등으로 구분가능하며, 활용 가능 재료는 폴리머, 금속, 종이, 목재, 식재료 등 매우 다양하다.

2.2 3D 프린팅 방식에 따른 기술 분류

(1) FDM (Fused Deposition Modeling)

필라멘트 타입의 재료를 헤드를 통하여 분출시켜서 적층시키는 방식으로 헤드는 X, Y축으로 이동하고, 플레이트는 Z축으로 내려가면서 필라멘트를 적층시킨다. 미국 Stratasys사에서 최초로 개발되었고, 현재 개인용 3D 프린터에 가장 많이 사용되고 있으며 가장 보편적인 기술이라고 볼 수 있다. 높은 강도와 내열성을 가지고 있으나, 조형물의 표면이 비교적 거친 단점이 있다.

(2) PolyJet

광경화성 액상 재료를 헤드를 통하여 분출하고, UV램프로 분사된 재료를 경화시켜서 제작하는 방식으로, 주로 사용하는 액상 재료는 아크릴 계열의 재료이며, 가장 다양한 소재를 만들어 낼 수 있는 장점이 있다. 단일 재료로 경질의 재료와 연질의 재료가 있으며, 소재를 혼합하여 다양한 경도의 재료를 만들어낼 수 있으며 일반적으로 낮은 레이어로 적층을 하기에 표면 조도가 매우 좋은 장점이 있다. 최근에는 컬러가 지원되는 재질이 출시되어 다양한 색상 구현이 가능하여 적용 분야가 확대되고 있다.

(3) SLA (Stereo Lithography Apparatus)

액상 수지의 재료를 레이저를 사용하여 경화시키는 방식으로, 최초의 3D 프린팅기술이며, 전세계적으로 가장 많이 사용되었던 방식이다. 별도의 보조재료를 사용하지 않고 미세형상의 기둥이 보조역할을 하며, Sharp Edge의 형상 구현이 탁월하다. 고가의 장비와 레이저 유지 보수비의 이유로 최근에는 많이 보급이 되지 않고 있으며, 대형 장비 또는 특정 분야에서만 사용되고 있다. 주로 아크릴 또는 아크릴 계열의 재료가 사용되고 있으며, 이외에도 매우 다양한 소재가 출시되고 있으나, 광경화성 재료의 한계로 제한적으로 활용되고 있다.

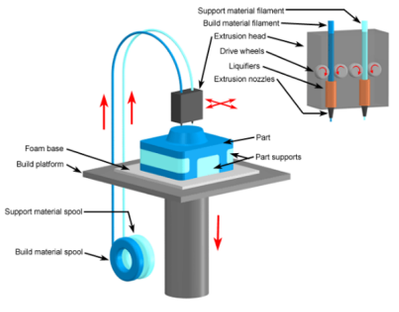

그림 1. FDM의 원리
(3devo, 2016)

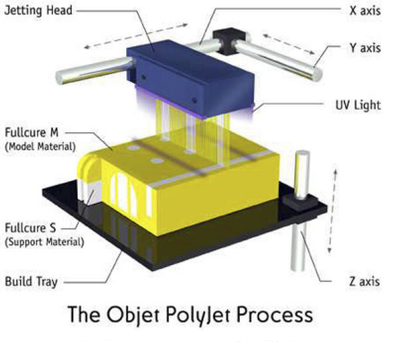

그림 2. PolyJet의 원리
(3DAddFab, 2016)

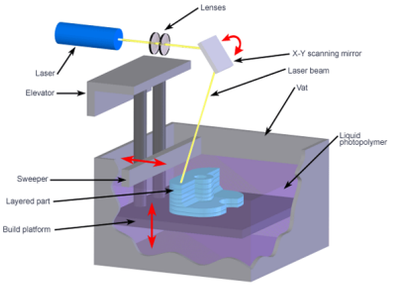

그림 3. SLA의 원리
(Rapid prototyping.NL, 2016)

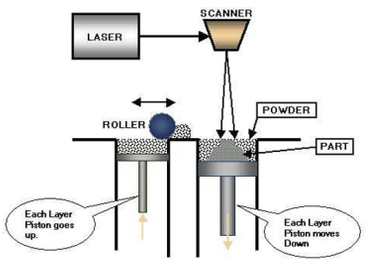

그림 4. SLS의 원리
(SLS, 2016)

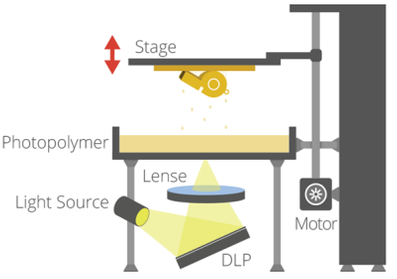

그림 5. DLP의 원리
(3D Printing Processes, 2016)

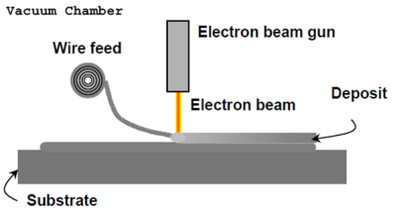

그림 6. EBF3의 원리
(Popular 3d printers, 2016)

(4) SLS (Selective Laser Sintering)

파우더 형태의 재료 위에 CO2 레이저를 주사하여 한 층씩 모델이 조형되는 방식이다. 파우더 재료를 리코팅 롤러가 평탄화한 뒤, 평탄화과정을 거친 파우더 위에 CO2 레이저를 주사하여 한층씩 제품이 제작되며 녹지 않은 파우더가 지지대 역할을 한다. 나일론을 주 소재로 사용하기에 강성이 강하거나 온도가 높은 특성이 있으며, 특히, 금속분말을 이용하여 사용하는 사례가 최근에 늘어나고 있는 추세이다. 제작 속도가 빠르고, 대량 생산이 가능하기에 다품종 소량 생산에 직접 적용이 가능하나, 예열 작업과 냉각 과정을 반드시 거쳐야 하는 단점이 있다.

(5) DLP (Digital Lighting Process)

액체상태의 광경화성에 조형하고자 하는 모양의 빛을 투사하여 수지를 층층이 경화시켜서 프린팅한다. FDM 방식에 비해 속도가 빠르며 미세형상을 조형할 수 있으며 조형 내부에 지지대 없는 프린팅이 가능하나, 피스가 커질수록 해상도가 떨어지면서 치수 정밀도가 떨어진다. Casting 재료를 주로 사용하기에 보석, 치과용 보조재에 많이 사용되고 있다.

(6) EBF3 (Electron Beam Free Form Fabrication)

와이어 형태의 원료에 전자빔을 조사하여 경화시켜서 적층하는 방식으로 무중력 공간에서도 3D 프린팅을 할 수 있도록 개발된 방식이다. NASA의 Langley Research Center에서 개발 주도하고 있으며 원료 사용에 있어 거의 100%의 효율성을, 가용전력에서는 95%의 효율성을 보인다.

(7) LOM (Laminated Object Manufacturing)

디자인한 모델의 단면의 모양대로 잘려진 점착성 종이, 플라스틱, 금속판 등을 접착제로 접합하여 조형하는 방식이다.

3. 패션 마켓에서의 3D 프린팅

3D 프린팅의 가장 큰 장점은 빠른 샘플 생산이다. 3D 프린팅 기술을 이용하면 빠르게 제품을 생산하고 적은 비용으로 재생산할 수 있어 3D 프린터는 소규모로 제품을 생산하는 디자이너들에게도 새로운 기회를 제공할 수 있다. 글로벌 패션 브랜드들은 아직 3D 프린팅에 적극적으로 관심을 기울이지는 않고 있지만, 3D 프린팅 기술과 산업은 빠르게 발전하고 있으며 직물의 물성을 표현하는 수준 역시 지속적으로 진화하고 있다.

3.1 구조 디자인의 개발 사례

(1) 부드러운 감촉의 테디베어

디즈니 리서치와 카네기 멜론 대학 휴먼 컴퓨터 인터렉션 연구소의 Scott Hudson교수는 새로운 타입의 3D 프린팅 기술을 개발하였다. 플라스틱과 같이 단단한 재료를 사용하는 기존 3D 프린트 방식과 섬유를 재료로 사용하여 펠트 원단 위에 원하는 형태를 만들어낸다는 점이 특징으로, 마치 3D 프린터와 재봉기를 조합한 듯한 효과를 재현하였다(Hudson, 2014). FFF 방식과 기본적으로 유사한 구조를 취하고 있지만, 플라스틱 대신 실을 공급하는 공급 장치가 부착되어 있고 프린터 헤드 부분에 장착된 바늘이 재봉기와 같이 작동하여 층과 층 사이의 실을 엮어주는 역할을 한다. 이를 통해 모자나 스카프, 심지어 테디베어 인형까지 만들어 낼 수 있으며, 소프트 로봇이라 불리우는 로봇을 만드는데 필요한 부품 제작에 매우 유용하게 사용할 수 있다.

그림 7. 3D 프린팅 테디베어(Hudson, 2014)

(2) 니트(체인) 조직

버지니아 테크(Virginia Tech)의 DREAMS Lab.은 3D 프린팅을 통하여 니팅 기법과 같은 유연한 섬유 구조를 연구하고 있다. 니트와 같이 유동적인 그물 형태의 구조를 설계하여 섬유 조직 사이의 간섭과 공극을 고려한 형상을 설계하고 있으며 이러한 시도는 의료, 섬유 및 패턴 산업 등 다양한 영역에서 활용될 수 있다.

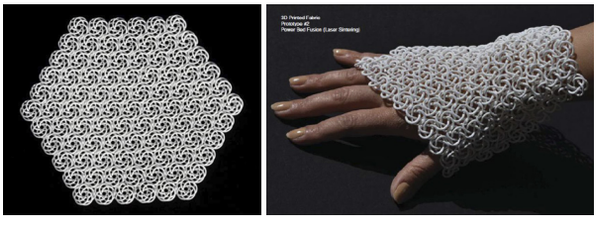

그림 8. DREAMS Lab의 니트 조직(Williams et al., 2014)

(3) 키네메틱스 드레스

키네메틱스 드레스(Kinematics Dress)는 입는 사람의 몸을 스캔해서 3D프린터로 출력해 만든 원피스이다. 이 제품은 MIT 출신이 설립한 디자인 스튜디오 너버스시스템(Nervous System)이 만든 것으로, 유기적인 패턴 부품을 3차원 인체 스캔 데이터에 맞추어 의상을 프린팅하였다. 텍스타일의 유기적인 구조로 인하여 인체의 동작에 따라 유동적으로 움직이는 의상을 완성하였다. 키네메틱스 드레스는 수천 개에 이르는 조각으로 구성되어 있으나 3D프린터로 출력하는 과정에서는 수천 개에 이르는 삼각형 패널들이 경첩과 같은 구조로 연결되어 구성되므로 조립 과정이 요구되지 않는다.

그림 9. 키네메틱스 드레스(MoMA Acquires First Kinematics Dress. 2014)

3.2 패션 디자인 개발 사례

(1) 액세서리

현재까지 3D 프린팅이 가장 활발하게 이용되고 있는 의류 관련 분야는 액세서리로, 3D 프린터로 만든 액세서리들이 해외 사이트에서 주로 판매되고 있다. 2013년 니먼 마커스(Neiman Marcus) 백화점은 온라인 샵에서 고객이 제품을 주문하면 제품을 프린트하여 배송하는 서비스를 제공하였다. 3D 프린팅 제품은 고객 주문 후 제작되기 때문에 재고 위험이 없는 장점이 있어 아마존을 포함한 다양한 온라인샵에서 시도되고 있다.

나이키는 2013년 3D 프린팅 기술을 이용하여 베이퍼 레이저 탤런(Vapor Laser Talon) 축구화 아웃솔(신발 밑창)을 생산했다. 각각의 스파이크에 따라 가속성, 지면접촉력, 측면이동성을 측정하여 최적의 운동화를 개발하였고 이를 3D 프린팅으로 생산하였다. 나이키는 이 기술 덕분에 기존 제품보다 훨씬 가벼운 축구화를 생산할 수 있었고 일반적인 축구화 생산 시간보다 훨씬 짧은 시간에 제품을 생산할 수 있었으며, 몇 달이 걸리는 디자인 업데이트 작업을 몇 시간 안에도 진행할 수 있었다.

남아프리카공화국 패션 디자이너 미카엘라 얀스

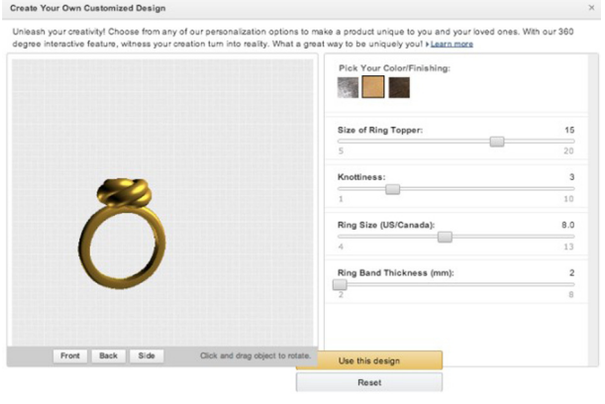

그림 10. 아마존 3D 프린팅 액세서리(Mau, 2014)

그림 11. 베이퍼 레이저 탤론 아웃솔(Nike news, 2013)

반 부렌은 3D 프린터를 활용하여 단단하고 유연한 컬러 및 투명 열가소성 수지 재료를 섞어서 용을 모티브로한 슈즈를 디자인하였다. 디자인 프로세스는 기존의 수작업에서 컴퓨터 코드로 대체되었다. 3D 프린터를 이용하여 단단한 재료와 유연한 재료를 하나로 결합하는 방법을 시도하였다. 구두, 팔찌, 코르셋 등을 개발하였다.

(2) 의상 디자인

아이리스 반 헤르펜(Iris Van Herpen)은 3D 프린팅 기술을 이용한 3D 드레스를 최초로 시도하였다. 파리 2015 S/S 패션쇼에서는 미국의 3D 프린팅 회사 3-D Systems과 협업한 드레스를 발표하였다. 이 얼음 조각으로 만든듯한 드레스는, 먼저 모델의 인체치수를 바탕으로 마네킹을 만들어 3D 스캔한 후, 3D 스캔 데이터를 기반으로 3D 모델링을 통하여 디자인되었다. 의상의 3D 프린팅에는 액체 상태의 감광성 수지(photopolymer)로 채워진 통에 자외선 빛을 쏘여서 감광성 수지를 한 겹씩 굳히면 원하는 형태를 얻는 DLP 방식이 사용되었다.

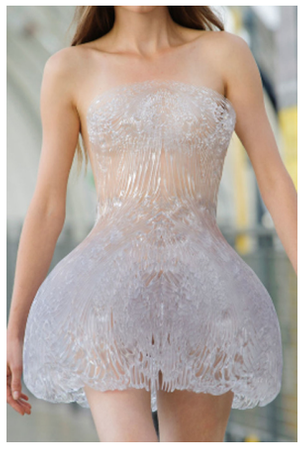

그림 12. 2015 S/S 아이리스 반 헤르펜(Mau, 2014)

그림 13. 2015 F/W 샤넬 꾸뛰르(Vogue, 2015)

2015 F/W 시즌 샤넬(Chanel) 꾸뛰르 패션쇼에서 칼 라거펠트(Karl Lagerfeld)는 SLS 3D 프린팅 기술로 제작한 재료를 사용한 트위드 수트를 선보였다. 3D 프린팅 기법을 이용하여 기본 수트를 제작한 후, 정교한 자수나 비즈 등을 이용하여 장식했다. 의상 전체를 3D 프린터로 제작하는 것이 아니라 3D 프린터로 출력한 부품을 의상에 곁들이고 재봉과정을 거쳐 완성하였다. 이렇게 만들어진 샤넬의 3D 프린팅 의상은 실제 원단과 3D 프린팅 소재의 경계를 구분하기 어려운 수준으로 구현되어 패션디자인 분야에 3D 프린팅 기술을 도입하는 새로운 기법을 제시하였다.

4. 결 론

최근 몇 년간 많은 이들이 3D 프린팅(3D Printing)의 가능성에 대해 꾸준히 언급해왔고, 3D 프린팅은 우리의 미래를 바꿀 획기적인 기술로 주목 받아왔다. 이제 3D 프린팅이 무엇이며, 이것이 어떻게 패션 산업에 이용될 수 있는지에 대하여 논의할 시점이다.

새로운 산업혁명이라고 하지만 아직까지 3D 프린팅이 기존의 생산공정을 대신할 것이라고 성급하게 결론짓기는 다소 무리가 있다. 매년 3D 프린팅 시장의 규모가 20% 이상 빠르게 성장하고 있으나, 전체 제조업이 차지하는 비중에 비하면 아직 비교할 수준은 아니다. 가장 걸림돌이 되는 부분은 역시 비용에 대한 부분이다. 3D프린팅이 비용 면에 있어 아직 고가라는 것은 성급히 제조 방식을 바꾸기에는 무리가 따른다.

또한 기술에서 오는 한계는 3D 프린팅이 넘어야 할 산이다. 아직 3D 프린팅 기술 자체가 초기 단계인 만큼 기술의 완성도 및 사용 재료의 개발, 생산 속도, 3D 프린팅 후처리 등 산재한 개발 관제가 많이 있다. 또한 3D프린팅 방식에 따라 장비의 가격 및 관리 문제,

소재의 제한적 사용, 적용되는 기술에 따라서 제품의 완성도, 강도, 정밀도 등에 현격한 차이라는 부분이 있다. 3D 프린팅이 산업에 있어 제대로 된 위치를 갖기 위해서는 기술 및 소재 개발 등이 이루어져야 하며 제도 및 규제를 정비하는 것도 중요하다. 디자인 도용 등의 불법적인 행위를 근절하고 3D프린팅의 불법적 사용(총기 제작 등)등을 제재하여야 할 것이다. 3D프린팅이 진정한 생산 기술 및 공정으로서의 제조업에 한 분야가 되기 위해서는 현재 보여주고 있는 새로운 가능성들을 실제와 연결시켜 제조업의 패러다임을 변화시켜야 할 것이며 그러한 환경 속에서 3D프린팅은 단순히 제조업의 변화가 아닌 인간의 삶의 변화에 큰 영향을 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

3D Printing Processes. 3D printing industry. Retrieved September 10, 2016, from https://3dprintingindustry.com

3DAddFab. Powered by Objet Polyjet Technology. 3D additive fabrication. Retrieved September 28, 2016, from http://www.3daddfab.com

Electron-beam freeform fabrication. Popular 3d printers. Retrieved September 28, 2016, from http://www.popular3dprinters.com

Fall 2015 Couture Chanel. (2015, July 7). Vogue. Retrieved September 2, 2016, from http://www.vogue.com

Hudson, S. E. (2014). Printing teddy bears: a technique for 3D printing of soft interactive objects. CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 459-468

Mau, D. (2014, July, 30). Hands on With Amazon's 3-D Printed Products Store. Retrieved August 2, 2016, from http://fashionista.com

Mau, D. (2014, October 4). How Iris van Herpen's Ice-like 3-D Printed Dress Was Created. Retrieved July 15, 2016, from http://fashionista.com

MoMA Acquires First Kinematics Dress. (2014, December 09). Nervous System blog. Retrieved August 10, 2016, from http://n-e-r-v-o-u-s.com

Nike debuts first-ever football cleat built using 3D printing technology. (2013, February 24). Nike news. Retrieved July 29, 2016, from http://news.nike.com

SLS(Selective Laser Sintering). Arptech Pty Ltd. Retrieved August 20, 2016, from http://www.arptech.com.au

Stereolithography (SLA-SMS) for 3D printing. Rapid prototyping. NL. Retrieved August 20, 2016, from http://en.rapidprototyping.nl

The FDM technology-One Step Closer To The Future. 3devo. Retrieved September 28, 2016, from http://3devo.eu

Williams, C., Kalantar, N., & Borhani, A. (2014). 3D Printing Flexible Textiles Structure. Virginia Tech.

김승현

한양대학교 기계공학과 학사
한양대학교 기계공학과 석사
세븐게이트 대표이사
현 (주)쓰리디스튜디오모아 대표이사
E-mail: dennis@3dstudiomoa.com

최영림

서울대학교 대학원 의류학과(생활과학박사)
현 대구대학교 패션디자인학과 교수
E-mail: orangebk@daegu.ac.kr