

현대 장신구의 3D 프린팅 기술 활용에 대한 연구

A study on the Utilization of 3D Printing Techniques in Contemporary Jewelry

주 저 자 : 조완희(Cho, Wan Hee)

단국대학교 예술대학 미술학부 강의전담조교수
wanycraft@gmail.com

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2022.4.430>

접수일자 2022. 11. 28. / 심사완료일자 2022. 12. 22. / 게재확정일자 2022. 12. 26.

Abstract

The rapid development of technology in modern society and the development of science and technology such as digital technology affect the fields of culture, industry, and art, creating new changes in various fields of life. These advances in advanced digital technology technologies have developed into a phenomenon of blurring and converging the boundaries of each genre of modern formative art within a diversified social change. In particular, 3D printing technology, which is drawing attention among digital technologies, deviates from the traditional format and influences the creation of expanded formative expressions and sophisticated and unique visual effects. This study analyzes the current status of 3D printing technology and commercialization, and studies the impact and applicability of digital technology on the contemporary jewelry area. In addition, 3D printing technologies are compared and analyzed to consider the use cases of contemporary jewelry design and working process divided into cases used in the design process, cases used directly in the production of works, and cases used for visualization of digital data. Through this, it is intended to overcome the technical limitations of contemporary Jewelry and present the possibility of expanded expression.

Keyword

Contemporary Jewelry(현대 장신구), 3D Printing Technique(3D 프린팅 기술), Digital Technique(디지털 기술)

요약

현대 사회의 빠른 기술의 발전과 디지털 테크놀로지와 같은 과학기술의 발달은 문화, 산업, 예술 분야까지 영향을 주어 삶의 다양한 분야의 새로운 변화를 만든다. 이러한 첨단 디지털 테크놀로지 기술의 진보는 다원화된 사회 변화 안에서 현대 조형 예술의 장르별 경계를 모호하게 하고 융복합하는 현상으로 발전해왔다. 특히 디지털 기술 중 주목 받고 있는 3D 프린팅 기술은 전통적인 형식에서 벗어나 확장된 조형 표현과 정교하고 독특한 시각적 효과를 연출하는 데 영향을 미친다. 본고는 3D 프린팅 기술에 대한 고찰과 상용화 현황을 분석하고, 디지털 기술의 특성이 현대 장신구 분야에 미치는 영향과 활용 가능성에 대해 연구한다. 또한 3D 프린팅 기술을 비교 분석하여 현대 장신구 디자인 및 제작 과정의 활용 사례를 디자인 과정에서 활용된 사례, 작품 제작에 직접적으로 활용된 사례, 디지털 데이터의 시각화로 활용된 사례로 나누어 고찰한다. 이를 통해 현대 장신구의 기술적 한계를 극복하고 확장된 표현 가능성을 제시하고자 한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 3D 프린팅 기술 및 특성에 대한 고찰

- 2-1. 3D 프린팅 기술의 배경 및 활용 가능성
- 2-2. 3D 프린팅 기술의 원리 및 과정에 따른 분류

3. 3D 프린팅 기술이 디자인 환경 변화에 미치는 영향

- 3-1. 3D 프린팅 기술 상용화 현황과 전망
- 3-2. 디자인 영역의 3D 프린팅 기술 활용에 의한 환경 변화

4. 현대 장신구의 활용된 3D 프린팅 기술 분석

- 4-1. 디자인 과정에 활용된 사례

- 4-2. 작품의 주재료 및 기법으로 활용된 사례
- 4-3. 디지털 데이터의 시각화 방법으로 활용된 사례

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

21세기 디지털시대의 변화는 현대 미술 분야의 기술적 발달과 새로운 제작 방식에 영향을 미치고 있다. 시대의 변화에 따라 작품의 제작 방식과 활용된 기술의 발달이 함께 발전해 왔다. 21세기에 들어서며 현대 사회의 빠른 기술의 발전과 디지털 테크놀로지와 같은 과학기술의 발달로 확장된 조형 표현과 정교하고 독특한 시각적 효과를 연출하는 데 긍정적인 영향을 주었다. 특히 4차 산업혁명 시대에는 인공지능(AI), 가상현실(VR), 증강현실(AR), 3D 프린트, 빅 데이터 등 4차 산업의 기술력들이 산업 분야뿐만 아니라 문화와 비즈니스, 생활의 패러다임을 새롭게 변화하는데 영향을 미치고 있다.¹⁾

작품 제작 과정이 작가의 손기술과 테크놀로지의 지속적인 관계라고 볼 때, 작가의 작품과 제작 과정도 그 시대의 디자인 문화와 기술의 발달을 반영하는 직간접적인 부산물이라고 볼 수 있다. 디지털 시대의 현대 미술은 기술의 진보로 새로운 시각적 조형 언어의 발전을 이끌어내고 기술적인 제작의 한계를 지속적으로 넓혀나가고 있다.

산업화, 정보화 시대라는 흐름을 타고 변화한 예술의 전반적인 분야, 특히 현대 장신구에서의 변화는 효과적인 아이디어 표현을 위해 다양한 제작 기법과 기술이 조화롭게 융합되어 발전하고 있다. 다채로운 재료의 물성을 이해하고 숙련된 도구와 디지털 기술의 활용으로 창의적이고 완성도 높은 작품을 제작한다. 4차 산업혁명 시대에 아날로그는 디지털화되고, 디자인 예술 문화나 가치도 끊임없이 변화하고 있다.²⁾ 이러한 변화는 현대 장신구뿐만 아니라 다양한 현대 미술 분야에서도 나타난다. 이러한 디지털 기술의 융합을 통한 독창적인 조형 표현과 재료, 형태, 제작의 기술적 한계를 극복하고 진보적인 예술적 표현의 발전을 돕는다.

1) Museum New. (2022.10.03.). URL: <https://museumnews.kr/220column1/>

2) 김정지, 공예 프로세스의 디지털 기술 적용과 문화적 의미, 한국디자인포럼, 2015, Vol.47, No.0, p.45.

5. 결론

참고문헌

특히 디지털 기법 중 주목받고 있는 3D 프린팅 기술은 평면적인 프린터에서 발전한 기술로서 3D 작업을 통해 제품을 디자인하여 3D 프린팅으로 입체적인 물건을 빠르고 정확하게 만들어 낼 수 있는 장점이 있다.³⁾ 이에 따라 산업 분야의 디자인 과정에서 모델링 제작에 많이 사용되었는데 현재는 그 활용 범위가 점차 확대되어 건축, 예술, 전자, 의료, 등 여러 방면에서 활발하게 사용되고 있다. 3D 프린팅 기술은 미국 제조업 부흥을 위한 10대 핵심 제조 기술 중 하나로 관심이 급증하고 있으며, 점차 3D 프린팅 기술의 보급이 일반화되면서 다양한 디자인, 현대 미술 분야에서도 활용의 필요성이 증대되고 있다.⁴⁾

본 연구에서는 3D 프린팅 기술에 대한 고찰과 상용화 현황을 분석하고, 디자인 분야의 디지털 기술의 활용으로 인한 환경 변화를 고찰한다. 또한 현대 장신구에 적용된 3D 프린팅 기술의 사례를 기존의 조형 과정에 활용된 기술과 비교 분석한다. 이를 통해 현대 장신구의 3D 프린팅 기술의 활용으로 확장된 표현 가능성을 고찰하고 현대 장신구의 조형 표현의 저변을 확대하는 것이 목적이다. 또한 3D 프린팅 기술이 적용된 현대 장신구의 특징을 비교 분석하여 보완된 발전 방향을 제시하는 데 의의가 있다.

1-2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 디지털 혁명이라는 커다란 패러다임 속에서 작가의 손기술과 디지털 기술이 융합된 새로운 작품의 결과물뿐만 아니라 디자인 진행 과정에서의 디지털 기술의 역할과 방향에 대해 알아본다.

특히 1980년대 이후, 현대 장신구는 기존의 실용성에 충실했던 장식적 기능에서 벗어나 탈물질적이고 탈형식적인 복합예술로 나아간다. 현대 장신구는 다양한 재료와 표현 기술의 활용으로 순수예술에 가까운 확장

3) 양진원, 3D 디지털 프린팅을 활용한 패션디자인 연구, 홍익대학교 석사학위논문, 2013, p.1.

4) 조재승, 3D 프린팅 기반의 디자인 · 제조 · 서비스 플랫폼 연구, 한국디지털디자인학연구, Vol.16, No.4, 2016, p.4.

된 개념으로 사용된다. 이는 작가의 생각을 표현하는 하나의 수단이며 소통의 매체이고 사회 문화적 기호로서 작용한다. 이러한 장신구 분야에서 3D 프린팅 기술의 활용은 수공예 작업의 한계를 벗어나 세밀한 형태 표현의 발전뿐만 아니라 복제성, 융합성, 실험성, 기능성 등을 활용한 새로운 기술과 조형 표현 결과에 많은 변화를 주고 있다.

본 연구의 범위는 3D 프린팅 기술을 접목하여 효과적인 표현을 연출하는 현대 장신구 분야로 한정한다. 특히 3D 프린팅 기술을 용이하게 활용하여 섬세하고 정교한 작업을 구체화한 작품의 사례를 기존의 수공예 작품과 비교 분석한다. 이들의 사례를 연구하기 위해 디지털 기술 중 대표적으로 활용되고 있는 3D 프린팅 기술의 개념과 역할을 이해하고, 상용화되는 3D 프린팅 종류와 방법에 대해 살펴본다. 이러한 3D 프린팅 기술이 전반적인 현대 미술에 영향을 미치는 시각적 효과와 작품 제작 과정에 활용되고 있는 현황에 대해 고찰한다. 이후 디지털 기술을 활용한 디자인 중에서 3D 프린터가 생산한 결과물을 제작 과정에 활용한 사례, 출력물을 장신구의 완성작품으로 직접적으로 사용한 사례와 디지털 정보를 활용하여 3D 프린터로 작품을 디자인한 사례를 들어 구체화한다. 이를 통해 현대 장신구 디자인에 있어 3D 프린팅의 상용화 현황과 앞으로의 작품 연구 과정에 3D 기술이 제시할 수 있는 새로운 발전 방향에 대하여 연구한다.

2. 3D 프린팅 기술 및 특성에 대한 고찰

2-1. 3D 프린팅 기술의 배경 및 활용 가능성

디지털 기술은 지난 19~20세기가 만들어 낸 새로운 형식의 관념적이고 과학적인 산물이라고 할 수 있다. 수학적인 이진법, 즉 바이너리로 세상의 사물을 보고자 하는 원리가 바탕에 놓여있기 때문이다.⁵⁾ 디지털 기술의 대표적인 사례로 정보 기술의 개발을 말할 수 있으며 컴퓨터 프로그램을 활용하여 제작한 다양한 콘텐츠와 영상 매체가 흔히 볼 수 있는 예시이다. 특히 공예 디자인 분야에서 가장 대표적으로 활용되고 있는 디지털 기술은 3D 프린팅 기술이라고 할 수 있다. 3D 프린터를 이용하여 제작한 결과물을 직접적으로 작품에 활용하기도 하고, 모델링이나 주조 모형으로 제작과정에서 다양하게 사용한다.

5) 장지수, 디지털 기술을 활용한 공예 사례 연구, 디자인융복합학회, Vol.15, No.6, 2016, p.274.

이러한 3D 프린팅 기술은 간단히 정의하면 3차원의 입체물을 만들어 내는 프린트 기술이다. 3D 프린팅 기술의 활용 범주가 광범위해지고 저렴한 보급형 프린터가 개발되면서 최근에 관심이 고조되고 있지만 3D 프린팅 기술은 1986년 미국의 찰스 홀(Charles W. Hull)이 설립한 3D Systems 회사에서 개발된 오래된 기술이다.⁶⁾ 미국 전 대통령 버락 오바마는 국정 연설에서 '3D 프린팅이 기존의 제작 방식에 혁명을 가져올 만큼의 잠재력이 있다.'(3D printing that has the potential to revolutionize the way we make almost everything.)고 언급한 바도 있다. 이렇듯 3D 프린터는 미국 제조업 부흥을 위한 10대 핵심 제조 기술 중 하나로 관심이 급증하고 있다.

특히 3D 프린팅 기술의 개발로 기존의 장인 생산하는 공예 작품 제작 과정의 단점을 보완하고 대량생산 과정과 혼합된 새로운 생산 방식이 생겨났다. 작품 제작 과정에서 3D 프린팅 기술을 활용함으로써 모델링에 소요되는 시간을 줄이고, 수작업으로 불가능하던 섬세하고 정밀한 형태의 작품 제작을 가능하게 하였다. 그뿐만 아니라 대량생산 과정과 흡사하게 기본 구조를 3D 출력물로 대신하고, 작가의 수공예 과정이 더해져 전통적인 형식과는 다르게 짧은 시간 안에 다량의 작품 제작을 가능하게 하기도 한다. 또한, 3D 프린터에 상용화되던 적용 소재가 플라스틱, 레진과 같은 합성수지에서 점차 금속, 목재, 고무 실리콘, 바이오 등 다양하게 확대되어 주물 모형제작뿐 아니라 3D 프린터를 통한 직접적인 작품 제작도 가능하다. 이러한 프린팅 기술의 발전은 현대 미술 분야뿐만 아니라 산업의 다양한 분야에서도 활용의 범주가 광범위해지고 있다.⁷⁾

2-2. 3D 프린팅 기술의 원리 및 과정에 따른 분류

3D 프린터는 3D 도면 데이터를 바탕으로 3차원 입체물을 인쇄하는 장치이다[그림 1]. 이는 일반적으로 흔히 사용하는 2D 프린터로 활자나 그림을 2차원 평면에 인쇄하는 것과 흡사하다. 3D 프린터로 출력된 입체 출력물은 이전에는 제품의 모델링 과정을 만들기 위한 용도로 개발되었으나 현재는 출력 방식과 출력물 소재의 범위가 확장되어 건축, 의료, 전자, 항공 등 다양한 방면에서 상용화 되어 사용된다.

6) 위경효, 주얼리 디자인 제작에 활용되는 3D 프린팅 기술 비교 연구, 조형디자인연구, Vol.14 No.1, 2014, p.140.

7) 정종완, 3D 프린팅 기술로 인한 디자인 연관 산업 활성화 방안 연구, 디자인지식저널 Vol.31, No.0, 2014, p.45.



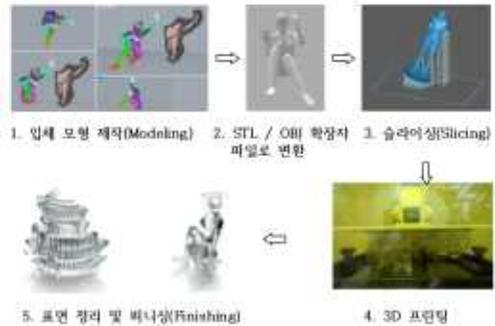
[그림 1] 3D 프린터 종류

특히 현대 장신구 분야에서의 3D 프린트 출력물의 사용은 모델링 제작, 주물 모형 제작 등의 과정에서뿐만 아니라 실제적인 현대 주얼리의 주재료로 사용되고 있다. 예를 들어 현대 장신구 작가 더그 부치(Doug Buccì)는 자신의 당뇨병을 관리하기 위한 포도당 모니터링 시스템(CGM) 데이터 자료를 컴퓨터로 전송하고, 수집된 그의 혈당 데이터를 소프트웨어와 공유하여 3D 프린터로 출력하여 작품을 만든다[그림 18]. 이처럼 현재 디지털 데이터를 활용하여 3D 프린팅 기술을 통해 조형 작업에 직접적으로 사용할 수 있는 디지털 플랫폼의 범주가 지속해서 개발되고 있다. 그뿐만 아니라 다양한 3D 데이터의 생산 요소들과 기능을 인터넷 플랫폼에서 공유하고 상호 연결되어 새로운 결과물을 제작할 수 있는 클라우드 생산의 새로운 형식도 생겨나고 있다.⁸⁾

3D 프린터를 활용하여 입체물을 제작하기 위해서는 [그림 2]와 같은 과정이 필요하다. 먼저 출력을 원하는 조형물의 디자인을 3D 모델링 프로그램을 이용하여 제작한다. 이때 주로 사용되는 프로그램은 라이노 3D(Rhinoceros 3D), 마야(Maya), 지브러쉬(ZBrush), 솔리드웍스(SolidWorks), 3Ds 맥스(3Ds Max), 틴커캐드(Tinkercad) 등이 있으며, 입체물의 디자인이 완성되면 확장자 파일로 STL 파일 또는 OBJ 파일을 사용하여 저장한다. 이렇게 만들어진 STL, OBJ 파일을 3D 프린터가 읽을 수 있는 언어인 'G 코드'로 슬라이싱(slicing, 변환)하여 3D 프린터가 인식할 수 있도록 돕는다. 3D 프린터에 인식된 데이터가 출력되면 서포트

8) 신지윤, 정도성, 3D프린팅 기술을 활용한 DIY 서비스 플랫폼 연구, 디지털디자인학연구, Vol.15, No.3, 2015, p.751.

(support, 지지대)를 제거하고 표면을 정리한다. 마지막으로 도색 및 후가공 과정을 거쳐 마무리하여 완성한다. 이때 사용하는 3D 프린터의 종류와 RP(Rapid Prototyping) 출력방식에 따라 용도가 다르게 사용된다.



[그림 2] 3D 프린팅 과정

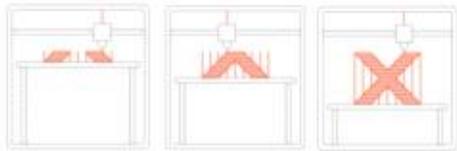
3D 프린트의 종류는 미국 시험재료학회(American Society for Testing and Materials, ASTM)에 의하면 RP의 적용방식과 출력방법에 따라 [표 1]와 같이 7가지로 구분할 수 있다.

[표 1] ASTM 기준의 3D 프린트 적용방식 분류

기술	적용 방식
FDM (Fused Deposition Modeling)	노즐을 통해 원료를 녹인 후 분사해서 만드는 방식
MJM (Multi Jet Modeling) / Polyjet	파우더를 분사해 선택적으로 붙이는 방식
SLA (Stereolithography) / DLP(Digital Light Processing)	UV나 광경화성 수지에 자외선이나 빛으로 원료를 경화시켜 만드는 방식
SLS (Selective Laser Sintering)	베드에 있는 파우더에 레이저나 열을 가해 파우더를 붙이는 방식
3DP (3D Printing)	액체상태의 연결 접착제를 파우더에 분사하여 붙이는 방식
EBF (Electron Beam Freeform Fabrication)	와이어 형태의 소재에 전자빔을 조사시켜 경화하는 방식
LOM (Laminated Object Manufacturing)	종이 시트 형태로 된 원료를 붙여 만드는 방식

이와 같은 여러 가지 생산 방식 중에서 디자인, 현대미술 분야에서 일반적으로 활용도가 높은 방식은 FDM, SLA, DLP, SLS 등을 들 수 있다.

FDM 방식은 [그림 3]과 같이 고체 기반의 재료에 열을 가하여 녹인 후 층층이 쌓아 올리는 방식으로 마치 도자기를 빚을 때 점토를 겹겹이 쌓아 올리는 방식과 유사하다. 이는 가장 대중화된 프린트 방식으로 장비 및 재료의 가격이 저렴하여 가정에서도 사용이 가능하다. 하지만 다른 프린팅 방식에 비해 정밀도가 낮고 표면이 거친 편이어서 후가공 처리에 어려움이 있으며 출력 속도가 매우 느린 편이다. 재료로는 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene), PLA(Poly Lactic Acid) 필라멘트를 주로 사용한다. 제품 디자인 모델링 과정에서 모형 제작에 주로 사용된다.



[그림 3] FDM 프린팅 과정

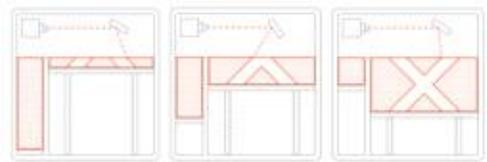
SLA(광조형) 또는 DLP(액체형) 3D 출력 방법은 광경화성 액상 수지를 레이저(SLA) 또는 빔프로젝터(DLP)로 응고시키는 방식이다[그림 4]. 한 번에 한 층씩 액체 수지와 자외선 레이저를 사용하여 출력물들의 층을 형성한다. 자외선 레이저에 노출되며 경화되는 방식이고 추적된 패턴이 경화되면 아래층이 결합하는 방식으로 반복적으로 운동한다. 자외선 레이저를 사용하기 때문에 속도가 빠르고 서포터를 빠르고 깔끔하게 제거할 수 있어 표면이 매끄러운 장점이 있다. 하지만 다른 장비와 재료에 비해 고가이기 때문에 모델링 단계에서는 자주 사용되지 않는다. 현대 장신구 분야에서 주재료로 직접적으로 작품에 사용되거나 다른 재료와 부분적으로 결합하여 작품으로 활용되고 있다.



[그림 4] SLA 프린팅 과정

마지막으로 SLS 방식은 [그림 5]와 같이 선택적 소결 레이저 방식으로 대량의 분말 형태의 플라스틱, 금속, 유리 덩어리를 레이저로 녹이고 응고시키며 층을 쌓아 형태를 제작한다. 경화 후 분말 덩어리를 털어내

고 남아있는 응고된 부분이 디자인한 형태의 조형물이 되는 방식이다. SLS 방식의 3D 프린터는 금속, 세라믹, 모래, 점토 등 광범위한 소재를 사용하고 있으며 출력 속도가 빠르다.⁹⁾ 특히 별도의 지지대가 필요 없어서 출력 후 후가공이 편리한 장점이 있다. 또한 정밀도가 높고, 출력 후 강도가 높아서 바로 작품이나 제품에 사용이 가능하다. 장비의 단점은 가격이 높아서 제품 생산에 활용도가 높지 않다. 현대 장신구 제작 과정에서도 주물 단계를 거치지 않고 금속으로 출력이 가능해서 SLS 방식의 3D 프린팅 출력 제품이 늘어나고 있다.



[그림 5] SLS 프린팅 과정

위와 같이 3D 프린터의 종류가 다양하고 사용되는 방식과 소재가 다르기 때문에 각각의 특성에 따라 적합한 출력 대상이 다르다. 현대 미술 작품 제작 과정에 있어 3D 프린터의 활용 범위에 따라 적합한 방식의 기계를 선택하고 계획적이고 유연한 제작 과정을 디자인한다. 또한 이를 통해 작업 속도를 효율적으로 높일 뿐만 아니라 세밀하고 정밀한 작업을 가능하게 하여 작품 제작 과정에 효과적으로 사용이 가능하다.

3. 3D 프린팅 기술이 디자인 환경 변화에 미치는 영향

3-1. 3D 프린팅 기술 상용화 현황과 전망

3D 프린팅은 초기에는 모델링 제작에 제한적으로 사용되었으나 현재는 조형 예술, 건축, 의료, 산업 분야까지 활용범위가 확대되고 있으며 3D 프린팅 기술도 빠르게 발전하고 있다. 최근에는 일반 가정에서도 3D 활용이 가능해지면서 일반화 가능성이 커지고 있다. 1980년대 3D 프린터 개발 이후 그동안 산업용 3D 프린터 가격이 고가이기 때문에 활성화에 어려움이 있었지만, 현재는 다양한 가격대의 저가 제품이 개발되면서

9) 고전상, 김명훈, 박찬, 신보성, 홍성무, 3D 프린팅 방식의 적층방향에 따른 시제품의 기계적 특성 비교에 관한 연구, 한국생산제조학회지, Vol.24, No.3, 2015, p.335.

보급이 확대되고 다양한 분야에서 활용되고 있기 때문이다.

산업 제품 디자인과 관계하는 공예의 경우 특히 현대 디지털 기술의 활용으로 수공예 제작 방식에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 이전에는 전통적인 방식의 수작업 기술의 희소성과 작업 과정에서 만들어지는 우연성, 그리고 작가의 시간과 감성이 담겨있는 가치만을 두어 작품으로서 높이 평가되었지만, 현대는 미학적 조형성을 표현하기 위해 재료적, 기법적 확장을 추구한다. 3D 프린팅 기술은 공예 디자인 작업의 기술적인 제약의 한계를 넓혀주고 작품 제작 시간을 효과적으로 줄여준다. 또한 손으로 구현할 수 없는 정교한 작업을 가능하게 하여 완성도 높은 결과물 제작을 돕고 있다.

이러한 디지털 기술의 발달은 전반적인 산업사회뿐만 아니라 인간의 삶에 광범위한 영향을 미치고 있다. 예를 들어 3D 프로그램을 활용하여 정교한 구체적인 디자인이 가능하게 되어 사람의 얼굴, 머리카락뿐만 아니라 피부까지도 실제처럼 구현해낸다. 이를 활용하여 의수, 의족, 치아, 보청기 등 맞춤형 제품 생산에서 3D 프린팅 기술이 경제성을 확보한다. 또한 속옷, 골절용 깁스, 헬멧 등과 같은 일상생활에 활용되는 다양한 개인용품 생산에 상용화되고 있다[그림 6-8].¹⁰⁾

그뿐만 아니라 3D 프린트의 대중화를 위해 데이터를 공유하는 클라우드 플랫폼이 등장하고 있으며, 다양한 소재, 데이터, 디자인 등의 정보를 상호보완적으로 공유한다. 이러한 슈어링 플랫폼을 기반으로 데이터 유통이 활발히 이루어지고 있으며, 디지털 콘텐츠 산업이 더불어 성장하고 있다.¹¹⁾



[그림 6] 개인 맞춤형 제품의 대중화 사례, 신발 밑창

10) 양진원, Op. cit., pp.20-27.

11) 신지훈, 정도성, Op.cit., p.751.



[그림 7] 3D 프린터로 제작한 골절용 깁스



[그림 8] 3D 프린터로 제작한 신체 맞춤형 헬멧

이처럼 3D 프린팅은 이제 모델링을 만드는 정도의 기능을 넘어 의료, 항공, 건축, 예술, 가구, 공예, 패션, 디자인 등 다양한 산업제품 제작의 많은 발전을 가져다주고 있다. 이러한 3D 프린팅 기술의 발전은 3D 프린팅 기술의 빠른 속도와 정교한 특성뿐만 아니라, 3D 디자인을 제작하는 과정이 함께 발전된 효과이다.

현재는 출력할 결과물을 3D 프로그램을 활용하여 하나하나 그리지 않아도 3D 스캐너를 통해 정확하게 3차원 복제가 가능하며, 디지털 네트워크의 발달로 3D 데이터 전송이 용이해져 다양한 3D 디자인 작업이 가능해졌다. 또한 네트워크 공유를 통해 소비자와 생산 주체가 연계하여 다양한 형태의 서비스가 창출되고 있다.

이렇듯 3D 프린터가 기술 개발에 따른 발전과 산업체에서만 사용할 수 있던 범위가 확대되어 다양한 분야의 발전과 대중화에 영향을 미치고 있다. 이는 3D 프린팅을 응용하는 분야의 다양화로 점차 증가할 것으로 예상된다.

3-2. 디자인 영역의 3D 프린팅 기술 활용에 의한 환경 변화

최근 3D 프린터 기술의 발전은 디자인 영역의 새로운 패러다임을 불러일으키고 있으며 신 표현주의의 맛

출형 디자인 트렌드가 주목받고 있는 시점에서 유용한 제작 수단으로 관심받고 있다. 과거에는 대량 제품을 생산 및 공급하기 위하여 단순화된 형태의 디자인을 추구하였다면, 현재는 이러한 기술적 한계에서 벗어나 제품 디자인을 소량 생산에 맞추어 개별 생산되는 새로운 방식의 디자인을 추구하고 있다. 또한 3D 프린팅 기술은 신소재 적용이 용이하고, 제품 제작 과정에서 기존의 복잡한 생산 라인과 조립 과정을 거치는 시스템과 구별되어 과정을 단순화할 수 있고, 필요할 때마다 출력이 가능하여 디자인 분야에서 혁신적인 제조 기술로 인식되고 있다. 그뿐만 아니라 3D 프린팅 기술은 제품 디자인 프로세스에서 모델링 가공에 소요되는 시간과 비용의 부담을 줄여주고, 개발 과정에서 디자인 수정이 용이하여 디자인 및 제품 제작 과정뿐만 아니라 디자이너의 환경, 새로운 트렌드의 발전 방향성을 모색하는 데 도움을 준다.¹²⁾

[표 2]와 같이 제품 디자인 제작 과정에서 3D 프린팅 기술은 전통 제조방식과 비교하여 다목적성, 편리성, 경제성 등의 장점이 있다. 기존의 대량생산 시스템은 경제적으로 효과적인 생산 방식이지만, 다양한 형태 개발이 필요한 디자인 영역에서 소량으로 필요한 시제품 또는 맞춤형 제품을 제작하기 위해서는 시간과 비용 측면에서 어려움이 있었다. 이러한 디자인 프로세스의 한계를 극복하고 다양한 디자인을 개발을 원활하게 할 수 있는데 3D 프린팅 기술은 많은 장점을 가지고 있다.

이러한 3D 프린팅 기술은 디자인 영역의 경계가 없어 다양한 분야에서 활용이 가능하고, 물리적 복제가 가능하며, 수작업으로는 구현이 불가능한 세밀한 형태 표현을 가능하게 한다. 또한 다양한 소재와 융합이 용이하고 3D 프린터의 종류와 방식에 따라 출력되는 소재가 다양하여 기능적으로도 많은 가능성이 전망된다. 그뿐만 아니라 출력 과정에서 버려지는 부산물이 적고, 다양한 디자인의 제품을 출력한다고 비용이 추가되지 않아 다품종 소량생산 디자인 과정에서 경제적으로 긍정적인 평가를 받고 있다.

[표 2] 3D 프린팅 기술의 특징

구분	특징
다목적성	<ul style="list-style-type: none"> 디자인 영역의 제한이 없다. 물리적으로 복제가 가능하다. 디테일한 형태의 제작이 용이하다.
편리성	<ul style="list-style-type: none"> 필요할 때마다 제작이 가능하다. 타재료와 혼합이 가능하다. 조립할 필요가 없다. 설치 및 후대가 가능하여 보급률이 높다.
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 버려지는 부산물이 적다. 다양한 종류의 제품을 출력한다고 비용이 더 추가되지 않는다. (다품종 소량생산에 용이하다.)

4. 현대 장신구의 활용된 3D 프린팅 기술 분석

현대 미술의 다양한 분야에서 다채로운 소재와 매체의 활용으로 표현의 범주가 넓어지고 자유롭고 예술적인 표현이 지향되며 다양한 주제나 개념, 감정의 표현이 확대되고 있다.¹³⁾ 현대 장신구도 자신을 꾸미는 소품의 개념이 아닌 착용을 통해 자아를 드러내고 소통의 주체가 되는 개념적 오브제로 의미한다. 장신구는 착용자와 물리적 교감을 가지는 사물로 다양한 의미와 상징적, 예술적 조형 표현을 위해 재료적, 기법적인 확장을 하고 있다. 이에 디지털 기술의 융합은 독특하고 정교한 작품 제작은 물론이고 조형적 호기심을 자극하는 가시적이고 심미적인 효과를 더해준다. 이는 새로운 기술이 만들어낸 발전적인 변화이며 현대 장신구의 확장된 개념 표현의 작업으로 활용 가능성을 보여주는 것이다.

본고는 3D 프린팅 기술을 활용하여 새로운 조형 표현의 가능성을 보여주고, 디지털 기술의 다양한 장식적 활용 방법을 제시하는 현대 장신구 작가의 사례를 고찰해 보고자 한다.

4-1. 디자인 과정에 활용된 사례

3D 프린팅 기술은 장신구 제작 과정에서 대부분 시

12) 김관배, 장중식, 정도성, 3D printer 발전에 따른 제품디자인의 기초 조형 요소 변화에 관한 연구, 산업디자인학연구, Vol.11, No.1, 2017, p.157.

13) 조완희, 시간과 공간의 관점으로 본 몸의 조형화 과정 연구, 홍익대학교 박사학위논문, 2022, p.56.

제품이나 주조과정에 활용된다. 3D 프린터 출력이 [그림 9]와 같이 금속으로 주물을 뜨기 위한 왁스 제작과정에 주로 활용되는데 이는 디테일한 조형 표현이 용이하고 디자인 및 제작 시간에 소요되는 시간과 경비를 줄일 수 있기 때문이다. 이때 출력된 주조용 RP를 활용하여 주형을 만들고 금속을 녹여 만들어 놓은 틀에 부어 가공하면 [그림 10]과 같은 결과물을 얻을 수 있다. 이러한 공정 과정은 기존의 왁스 카빙(wax carving) 과정을 통해 결과물을 도출할 때보다 정교한 결과물 제작을 가능하게 하여 현대 장신구 분야뿐만 아니라 산업 장신구 분야의 장신구 제작과정에서도 활용도가 높다[그림 11].



[그림 9] 주조용 3D 출력물 제작과정



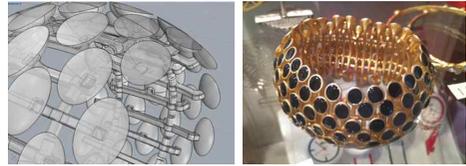
[그림 10] 주조용 출력물과 주조과정을 통해 제작된 금속



[그림 11] 산업 장신구에 3D 프린팅이 활용된 사례

아서 해시(Arthur Hash)는 3D 제작 기법과 전통 공예 기술을 결합한 현대 장신구, 산업 장신구, 인터랙티브 제품까지 작품의 스펙트럼이 넓은 현대 장신구 작가이다. 그는 3D 스캐닝, CNC 라우팅 등 다양한 기술을 융합하여 작품을 제작한다. 아서의 장신구 작품은 오랜 전통의 신체 장식에서 발견되는 우아함과 아름다움에 대한 연구와 장신구의 의미와 기능에 대한 현대

적 탐구에 대한 고찰의 결과이다.¹⁴⁾ [그림 12]와 같이 그의 장신구 작품에서 3D 프린팅 기술을 활용하여 정교하게 맞물려 돌아가는 키네틱(kinetic) 작업과 금속 공예 기법만으로는 디자인하기 어려운 형태를 3D 프린터로 출력한 다양한 형태의 작품을 볼 수 있다.



[그림 12] Arthur Hash, 반지

4-2. 작품의 주재료 및 기법으로 활용된 사례

3D 프린팅 기술은 장신구 제작 과정에 있어서 주조 과정에 사용되기도 하지만, 3D 출력물이 후가공 과정만 거쳐 완성물 자체로 장신구 작품이 되기도 한다. 특히 앞서 언급한 DLP 출력방식을 활용하여 레진과 같은 합성수지로 작품을 직접 제작하거나, [그림 13]과 같이 SLS 출력방식을 활용하여 금속, 세라믹, 유리 등으로 완제품을 직접 출력하기도 한다. 이러한 제작과정은 주조과정을 단축해 장신구 디자인 제작 과정을 단순화하고 주조 시 발생할 수 있는 형태 변형의 가능성을 줄여준다. 또한 기존의 주조과정을 거치지 않아 색감 표현이 가능하고 다양한 재료와 혼합을 통해 장신구로 활용하기도 한다.

14) Arthur Hash, (2022.10.03.). URL: www.arthurhash.com



[그림 13] SLS 방식으로 출력된 반지

현대 장신구 작가 에밀리 콕(Emily Cobb)은 3D 프린터를 활용하여 얻은 출력물을 완성 작품으로 직접 활용하는 작가 중 한 명이다[그림 14]. 그녀의 작품은 동물의 형상 특히 새의 형태를 추상적으로 재구성해 감정, 경험, 관계를 보여준다. 동물의 자라고 늙어가는 시간의 흐름에 따라 물리적으로 변형되는 모습을 마치 리본이 풀리는 것처럼 3D 프로그램을 사용하여 연출해 낸다. 에밀리는 특히 3D 프로그램의 대칭성, 복제성의 특성을 잘 활용하여 장신구 형태를 병치, 변형, 추상의 방법을 통해 시간의 흐름이 주는 매력을 구현한다. 이러한 예술적 표현에 있어 3D 프린팅 기술은 디테일한 동물의 형상을 제작하는 과정을 돕는다.



[그림 14] Emily Cobb, <No Egrets>, 목걸이

또 다른 현대 장신구 작가 조완희의 작업은 시공간의 관점에서 바라본 몸의 유기적인 움직임을 연구하고, 3D 프린팅 기술을 활용하여 감각과 지각의 유동적인 몸짓의 상호작용에 대한 연결 관계를 표현한다. 또한 몸의 움직임 표현을 작가의 공예적 손기술에 기반하고 미디어 매체의 활용과 3D 프린팅 기술의 융복합을 통해 확장된 예술 장신구의 조형 표현을 보여준다.¹⁵⁾ 조완희 작가는 다양한 시각적 표현 방법을 통해, 형태적, 물리적, 개념적 측면으로 조형성을 확대하고 새로운 표현 가능성을 제시한다.

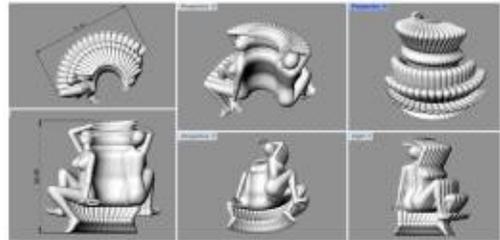
작가는 [그림 15]처럼 영상 제작을 통하여 대상의

15) 조완희, Op. cit., p.64.

움직임을 관찰하고, 대상이 자유롭게 움직이는 것을 기록한다. 또한 제한적인 프레임 속에서 반복되는 여러 움직임을 중첩하여 이중적인 형태 하나의 이미지로 구현한다. 이러한 다수의 동작이 중첩되고 반복적으로 혼용되어 몸의 움직임이 만들어낸 추상적이고 유기적인 형상은 [그림 16]처럼 3D 프로그램을 통하여 구체화한다. 3D 프로그램으로 섬세하고 정교하게 제작된 감각적인 몸의 움직임에 대한 표현은 앞서 언급한 DLP 방식의 3D 프린터를 통해 제작된다[그림 17]. 중첩과 반복, 변형과 왜곡을 통해 몸의 역동적인 움직임은 마치 환영을 보는 듯한 심미적인 효과를 연출하고, 감각적으로 변형된 매체의 활용을 통해 탈형식적인 조형적 표현의 방법을 보여준다.



[그림 15] 조완희, <In · Visible> 영상 촬영 과정



[그림 16] 조완희, <In · Visible>, 3D 프로그램을 통한 제작 과정



[그림 17] 조완희, <In · Visible> 시리즈 장신구

4-3. 디지털 데이터의 시각화 방법으로 활용된 사례

현대 장신구 작가 더그 부치(Doug Buccì)는 그의

개념적이고 예술적인 작품의 제작 과정에 3D 프린팅 기술을 활용하여 자유로운 표현방식의 범주를 넓혔다. [그림 18]의 작품 이미지는 3D 프린팅으로 제작된 Doug Buccì의 장신구 작품이다. 그는 당뇨병에 대한 경험을 자신의 독창적인 장신구 디자인을 위해 모티브로 사용하였다. 그의 <Mellitus> 디자인은 실제로 'Deabets Mellitus'에서 이름을 붙였다.¹⁶⁾ 그는 10년 동안 당뇨병을 관리하기 위해 인슐린 펌프를 사용해 왔다고 한다. 연속 포도당 모니터링 시스템(CGM)은 신체에 장착된 작은 송신기로 포도당 수치를 모니터링하고 펌프로 정보를 전송하는 것인데, 이 수치를 디지털화 시켜 [그림 18]과 같은 장신구를 제작하였다. CGM은 몸에 착용하기 때문에, 그는 모니터가 제공하는 정보를 기반으로 장신구 형태를 생성하는 아이디어를 얻었다고 한다. 그의 작품 <Melitus>는 3개월 동안 그의 혈당 데이터를 수집한 것으로 컴퓨터 소프트웨어와 공유하여 제공하고 3D 프린터로 출력해서 3D 모델을 만든다.

다소 형태와 과정이 생소하지만 디지털 네트워크를 활용하고 3D 프린팅 기술을 적용한 그의 작품은 신체의 상태에 따라 디자인된 독특하고 우연적인 형태의 작품이다. 그는 평생 당뇨병에 걸린 경험으로 촉발된 생물학적 시스템과 질병이 신체에 미치는 영향을 탐구한다. 그의 작품은 디지털 프로세스를 활용하여 작품을 제작한 독창적인 조형 표현의 확장된 가능성을 보여주는 사례라고 할 수 있다.



[그림 18] Doug Buccì, <Mellitus>

또한 [그림 19]와 같이 Nervous System에서 연구하는 식물의 잎이 성장할 때 나타나는 현상의 변화를 디지

16) Doug Buccì, (2022.10.03.). URL: www.dougbucci.com

털 데이터화하여 3D 프린팅으로 출력하는 방식의 플로라 폼(floraform)의 조형 작품도 있다. 이는 성장하는 잎의 생체 역학적 디자인 요소이며, 자연 발생적으로 나타나는 현상을 물리적 요소와 꽃잎의 성장 시 꽃잎과 꽃잎 간의 충돌 감지를 통한 시스템, 측지선 거리(geodesic distance)를 인식하여 자연스럽게 성장하는 형상과 다양한 꽃잎의 형태 유형을 조형 디자인으로 적용한 것이다.¹⁷⁾



[그림 19] <Florescence Ornata 2>, Floraform의 조형 작업

5. 결론

본 연구는 본 연구를 통해 살펴본 21세기 디지털시대의 변화는 현대 미술 분야의 기술적 발달과 새로운 제작 방식에 발전적인 영향을 미치고 있다고 생각된다. 시대의 변화에 따라 작품의 제작 방식과 활용된 기술의 발달이 함께 발전하며 새로운 가능성을 제시해왔다. 본 연구를 통해 3D 프로그램의 활용은 수공예 방식으로 제작할 수 없었던 장신구 형태의 제한적인 한계성에 해결점을 제시할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 현대 장신구 제작 과정에서 디자인과 모델링 제작에 드는 시간과 비용의 절약을 돕는 것을 볼 수 있었다. 기존의 전통적인 수공예 방법에서 디지털 기계의 활용은 디자인뿐만 아니라 조형 결과물에서도 차별화되고 미래 지향적인 개념적 예술 장신구 작품을 기대할 수 있다. 이를 통해 3D 프린팅 기술은 일반적인 산업계뿐만 아니라 현대 장신구의 예술적 조형 표현의 확장에 혁신적인 기술로서 기여한다고 할 수 있다.

본 연구에서 디지털 시대에 빠르게 발전하는 기술의 발달을 활용하여 새로운 방식의 조형 표현 특성과 3D 프린팅 기술을 접목한 현대 장신구 제작과정을 연구함

17) 김관배, 장중식, 정도성, Op. cit., p.158.

으로써 앞으로의 장신구 디자인의 지속적인 개발 가능성에 대해 고찰하였다. 3D 프린팅 기술은 제작 과정에서뿐만 아니라 출력물이 완성작품이 되기도 하고, 디지털 데이터를 시각화하여 장신구 조형 디자인 과정에 응용하기도 하는 것을 볼 수 있었다. 또한 디지털 플랫폼 개발로 이어져 3D 데이터를 웹사이트에서 공유하고 사용자가 원하는 디자인을 제작하는데 용이하게 개발되고 있다. 이는 새로운 소재 및 기술의 발전과 함께 새로운 형태의 서비스도 성장하고 있음을 나타낸다.

디지털 테크놀로지와 같은 과학기술의 발달은 문화, 산업, 예술 분야까지 영향을 주어 삶의 다양한 분야의 새로운 변화를 만든다. 본 연구를 통해 이러한 첨단 디지털 기술의 진보가 현대 장신구 분야에서도 활용되어 제작과정의 불필요한 시간을 줄이고, 기술적 한계를 극복하여 디테일한 조형 표현을 가능하게 한다는 점을 도출할 수 있었다. 이를 통해 본고는 신소재의 활용과 디지털 데이터의 시각화 과정을 통해 기존의 장신구 작품에서 볼 수 없었던 확장된 조형 표현의 새로운 가능성을 제시한다.

참고문헌

1. 고전상, 김명훈, 박찬, 신보성, 홍성무, 3D 프린팅 방식의 적응방향에 따른 시제품의 기계적 특성 비교에 관한 연구, 한국생산제조학회지, Vol.24, No.3, 2015.
2. 김관배, 장중식, 정도성, 3D printer 발전에 따른 제품디자인의 기초 조형 요소 변화에 관한 연구, 산업디자인학연구, Vol.11, No.1, 2017.
3. 김정지, 공예프로세스의 디지털 기술 적용과 문화적 의미, 한국디자인포럼, Vol.47, No.0, 2015.
4. 신지윤, 정도성, 3D프린팅 기술을 활용한 DIY 서비스 플랫폼 연구, 한국디지털디자인협회, Vol.15, No.3, 2015.
5. 위경호, 주얼리 디자인 제작에 활용되는 3D 프린팅 기술 비교 연구, 조형디자인연구, Vol.17, No.1, 2014.
6. 이종석, 3D 프린팅을 활용한 패션제품 개발 연구, 브랜드디자인학연구, Vol.13, No.1, 2015.
7. 장지수, 디지털 기술을 활용한 공예 사례 연구, 디자인융복합학회, Vol.15, No.6, 2016.
8. 정종완, 3D 프린팅 기술로 인한 디자인 연관 산업 활성화 방안 연구, 디자인지식저널, Vol.31, No.0, 2014.
9. 조재승, 3D 프린팅 기반의 디자인 · 제조 · 서비스 플랫폼 연구, 디지털디자인학연구, Vol.16, No.4, 2016.
10. 양진원, '3D 디지털 프린팅을 활용한 패션디자인 연구', 홍익대학교 석사학위논문, 2013.
11. 조완희, '시간과 공간의 관점으로 본 몸의 조형화 과정 연구', 홍익대학교 박사학위논문, 2022.
12. www.arthurhash.com
13. www.dougbucci.com
14. www.emily-cobb.com
15. www.museumnews.kr
16. www.3dinsider.com