

# 3D Printing 기술을 활용한 효과적인 Digital Craft Molds 제작 방법 연구

장지수<sup>1</sup>, 정진현<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사과정, <sup>2</sup>동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 교수

## A Study on How to Make Effective Digital Craft Molds Using 3D Printing Technology

Ji-Su Jang<sup>1</sup>, Jean-Hun Chung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doctor's course, Dept. of Multimedia, Graduate School of Digital Image and Contents, Dongguk University

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Multimedia, Graduate School of Digital Image and Contents, Dongguk University

요 약 4차 산업혁명과 디지털 혁명으로 인해 조형 예술이나 공예 분야에서도 제조 방식이나 구조 등에서 많은 변화를 보이고 있다. 이에 본 연구에서는 3D 프린터라는 디지털 기술을 효과적으로 활용한 이 시대에 맞는 새로운 작업 방법을 제시하고자 하였다. 본 연구를 위해 가장 먼저 3D 프린팅 기술에 대한 이론적인 배경을 이해하고, 3D 프린팅 기술의 활용 사례에 대한 선행 연구를 정리하였다. 이를 토대로 3D 프린터를 활용하여 세 가지 방식의 크래프트 몰드를 제작하였다. 연구 결과, 3D 프린팅 기술을 활용한 크래프트 몰드의 두께 혹은 겹침 여부에 따라 각각 나타나는 특성이 있었다. 첫째, 크래프트 몰드 두께의 경우, 얇을수록 강도가 약했지만 몰드 안의 내용물을 꺼내기 수월하다는 장점이 있었다. 하지만 밀도가 크고 무거운 성질의 재료를 담기에는 두께가 두꺼운 크래프트 몰드가 안정적이라 판단하였다. 둘째, 크래프트 몰드의 겹침 여부의 경우, 두 겹으로 겹친 몰드를 사용한 결과 얇은 두께와 두꺼운 두께의 몰드의 장점을 모두 갖추었다. 하지만, 꺼내놓은 내용물의 표면이 매끄럽지 않아 후가공이 필요하다는 단점이 있었다. 추후 연구에서는 3D 프린터에 사용하는 필라멘트의 소재에 관해서도 다루었으면 한다.

주제어 : 3D 프린터, 디지털 조형, 디지털 크래프트, 크래프트 몰드, 제작 방법

Abstract Due to the 4th Industrial Revolution and the Digital Revolution, many changes are being made in the manufacturing method and structure in the field of plastic arts and crafts. Therefore, in this study, we tried to present a new work method suitable for this era by effectively utilizing the digital technology called 3D printer. For this study, first of all, the theoretical background of 3D printing technology was understood, and prior studies on the use cases of 3D printing technology were summarized. Based on this, three types of craft molds were produced using a 3D printer. As a result of the study, there were characteristics that appear respectively depending on the thickness or overlapping of the craft molds using 3D printing technology. First, in the case of the thickness of the craft molds, the thinner the strength, the weaker the strength, but there was an advantage in that it was easier to take out the contents of the molds. However, it was determined that the thick craft molds was stable to contain the dense and heavy material. Second, in the case of overlapping of craft molds, the advantages of both thin and thick molds were obtained as a result of using a double-layered molds. However, there was a disadvantage that the surface of the contents taken out was not smooth, so that post-processing was necessary. In future research, I hope to deal with the material of the filament used in 3D printers.

Key Words : 3D Printer, Digital Modeling, Digital Craft, Craft Molds, Making Method

\*Corresponding Author : Jean-Hun Chung(evengates@gmail.com)

Received June 10, 2021

Revised June 25, 2021

Accepted September 20, 2021

Published September 28 2021

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

4차 산업혁명과 디지털 혁명은 인간과 기계의 잠재력을 최대한으로 성장시키는 엄청난 기술 혁신에 기반을 두며, 사회의 변화 속도를 점차 빠르게 하였다. 다양한 분야에서 제조 방식이나 구조 등에서도 많은 변화가 나타나고 있는데, 이러한 흐름은 조형 예술이나 공예 분야에서도 비슷한 양상을 띠고 있다[1].

산업 제품의 일부분인 공예의 경우, 전통적으로 작가의 노동 시간과 인내력, 작가의 수작업 기술과 희소성, 유연성과 실패의 위험 등의 많은 요소가 수공예 작품에 가치를 두어 평가받는다. 오늘날의 우리는 디지털 시대에 살고 있으므로, 디지털 기기와 도구의 사용은 공예가의 전통적인 수공예 제작 방식에 영향을 끼칠 수 있다. 또한, 기술적인 제약의 한계를 넓혀 나감과 동시에 작품의 다품종 소량생산이 가능하여 소요 시간 및 비용 등 여러 부분에서 경쟁력을 높일 수 있다는 긍정적인 가능성이 있다[2].

아날로그 방식의 작업물인 공예 작품을 제작하는 데 있어, 디지털 기술의 장점과 더불어 완성도가 높고 작품성도 있는 결과물을 만든다면, 공예 작품의 질 향상과 효과적인 유통이 가능할 것이라 본다. 이에 본 연구에서는 3D 프린터라는 디지털 기술을 효과적으로 활용한 크래프트 몰드 제작에 관해 연구함으로써, 이 시대에 맞는 효율적인 작업 방법을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구를 위해 가장 먼저 3D 프린팅 기술의 개념과 유형 및 과정, 전망 등 이론적인 배경을 이해한다. 그리고 3D 프린팅 기술의 활용 사례에 관한 선행 연구를 정리한다. 활용 사례의 경우, 3D 프린팅 기술을 사용한 공예용 몰드에 대해 분석한다. 이를 토대로 3D 프린터를 활용하여 크래프트 몰드를 제작하고, 여러 방법 중 더욱 효과적인 방안을 제안한다.

## 2. 3D 프린팅 기술

### 2.1 3D 프린팅 기술의 개념

3D 프린팅 기술은 1987년 3D Systems사에 의해 개

발된 기술이다. 핵심 기술의 특허와 기술적 한계 등의 문제가 있어, 그동안 관련 기술이 특정 산업 분야에만 한정적으로 사용됐다. 하지만 그 특허권이 해제되어 빠른 속도로 여러 시장에 진출하였다[3].

3D 프린터는 2D 프린터가 종이 위에 그림이나 글자를 인쇄하듯이, 입력한 3D 도면을 바탕으로 3차원의 입체 형태를 만들어내는 기기로, 원래는 기업에서 새로운 물건을 제품화하기 전에 먼저 시제품을 만들기 위한 용도로 개발되었다. 초기 단계에서는 플라스틱 소재에만 제한되었지만, 점차 발전하여 금속, 목재, 나일론 등 여러 소재로 범위가 확대되었다[4].

### 2.2 3D 프린팅 기술의 유형 및 과정

3D 프린터의 출력 방식으로는 가장 대표적으로 네 가지가 있다. 적층방식(FDM), 분말소결(SLS), 액체수지(SLA, DLP) 등이 있는데, 국내에서 가장 많이 유통되거나 사용되고 있는 출력 방식은 적층방식이다. 이는 필라멘트를 가는 실처럼 뽑아 한 줄씩 차례로 쌓아 올려 제품을 출력해내는 기술이다.

3D 프린팅의 공정은 일반적으로 모델링과 프린팅, 그리고 후가공으로 구성된다. 세분화하면 3D 도면 설계, STL 혹은 AMF로의 변환, 3D 프린터로의 파일 전송, 3D 프린터 기기설정, 인쇄, 부산물 제거와 정리, 후가공, 적용 등 8단계로 나타낼 수 있다[5].

모델링 과정에서는 3D 컴퓨터 그래픽 설계 소프트웨어를 이용하여, 프린팅하고자 하는 물체의 모양을 3차원으로 구성한다.

프린팅 단계에서 파일을 3D 프린터에 입력하여 불러들이면, 3D 모델의 가로 방향을 수많은 얇은 막으로 쪼개어 데이터를 분석하며, 원하는 소재를 세팅한 후 3D 조형을 시작한다.

물체가 완성되면 주변에 붙어 있는 찌꺼기나 부산물을 제거하고, 플라스틱의 경우에는 완전히 단단해질 때까지 굳게 하는 과정을 거친다. 경화 과정이 끝나면 표면을 청소하거나 매끄럽게 만드는 작업 또는 칠이나 코팅 과정을 거쳐 최종 결과물이 나온다[6].

### 2.3 3D 프린팅 재료의 종류와 특징

3D 프린팅에 사용되는 재료, 즉 필라멘트의 종류와 각각의 장단점은 다음 표와 같다.

Table 1. Advantages and disadvantages of filament types [7]

| Kinds    | Advantages   | Disadvantages  |
|----------|--|--|
| PLA      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Almost no shrinkage.</li> <li>- Excellent Adhesion.</li> <li>- Less bubble generation.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Affected by moisture.</li> <li>- Post processing is difficult.</li> </ul> |
| ABS      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Various color.</li> <li>- Excellent adhesion.</li> <li>- Less bubble generation.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- There is shrinkage.</li> <li>- Ventilation is required.</li> </ul>        |
| PVA      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Well soluble in water.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficult to store.</li> </ul>  |
| WOOD     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- The color, texture and scent of wood.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficult to print with small nozzles.</li> </ul>                         |
| FLEXIBLE | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Good elasticity and flexibility.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Printing at high speed may fail.</li> </ul>                               |

### 2.4 3D 프린팅 기술의 전망

3D 프린팅 기술이 미래 산업에서의 새 성장 동력으로 여겨지면서, 전 세계에서는 3D와 관련된 기술 및 시장의 확대 정책을 펼치고 있다. 특히 미국, 유럽, 일본, 그리고 중국 등이 앞선 정책으로 시장을 선도하고 있다. 한국도 세계의 현황과 비슷한 모습을 보이는데, 대학과 연구 기관 등을 중심으로 산업 현장의 시제품 제작 및 개인의 아이디어 구현을 지원하고 있으며, 공예와 관련된 학과에서도 활발하게 연구와 함께 학생들의 교육을 통해 더욱 발전할 것이다[8].

### 2.5 3D 프린팅 기술을 활용한 몰드 제작 사례

영국 출신의 제이드 크롬프톤(Jade Crompton)은 3D 프린터를 이용하여 작업하는 도예가이다. 3D 모델링 프로그램을 이용하여 제작하고자 하는 작품의 원형과 주형을 디자인하고, 3D 프린터로 출력하여 캐스팅하는 과

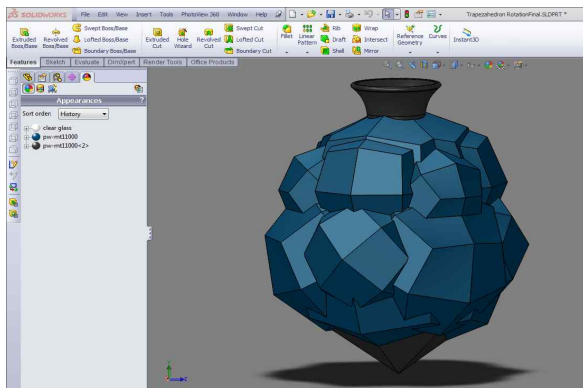


Fig. 1. Jade Crompton, Computer 3D Prototype Modelling [10]

정을 거친다. 크롬프톤의 모델링 작업에서 특히 주의 깊게 봐야 할 것은 단순히 작품 원형을 모델링하는 것이 아니라, 원형의 주형을 모델링하여 기존의 석고를 만드는 과정을 단순하게 한 점이다[9].

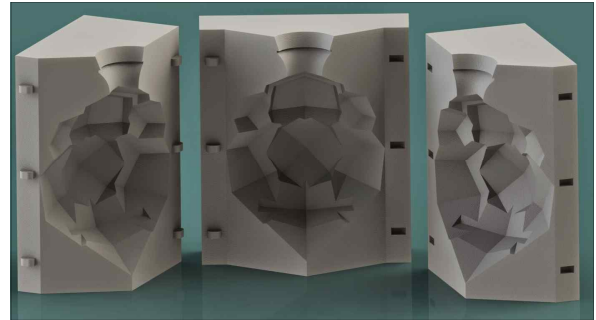


Fig. 2. Jade Crompton, Computer 3D Prototype Molds Modelling [11]

## 3. 3D 프린팅을 위한 제작 도구

### 3.1 3D 모델링 소프트웨어

가장 많이 쓰이는 3D 모델링 소프트웨어는 오토데스크사(Autodesk)의 퓨전 360(Fusion 360), 맥닐사(McNee)의 라이노(Rhino) 등이 있다[12]. 초보자를 위한 픽솔로직사(Pixologic)의 지브러시(ZBrush), 오토데스크사(Autodesk)의 틱커캐드(TinkerCAD) 등도 있다. 본 연구에서는 지브러시와 틱커캐드 중 몰드 제작 연구에 맞는 소프트웨어를 선택하여 연구하고자 한다.

#### 3.1.1 지브러시(ZBrush)

지브러시는 마야, 맥스 등 다른 3D 프로그램에서는 불가능한 10억여 개의 폴리곤을 사용할 수 있다. 지브러시가 가지고 있는 픽셀 기술 때문에 이것이 가능한 것이다. 픽셀은 화면 위의 모든 물체에 관하여 조명과 색, 재료와 깊이에 대한 정보를 모두 기억한다. 각각의 픽셀은 픽셀과 같이 X와 Y의 위치 및 컬러 값에 대한 기본적인 정보를 포함하여, 깊이 또는 Z의 위치, 방향, 재료에 대한 정보도 모두 담고 있다. 지브러시와 다른 일반적인 모형 제작 프로그램들의 주된 차이점은 조형 작업에 더욱 유사하다는 것이다. 소조 작업과 강한 유사관계에 있어서, 작업자가 마치 손으로 점토를 만지는 것과 같은 독특한 작업 방식을 제공한다[13].

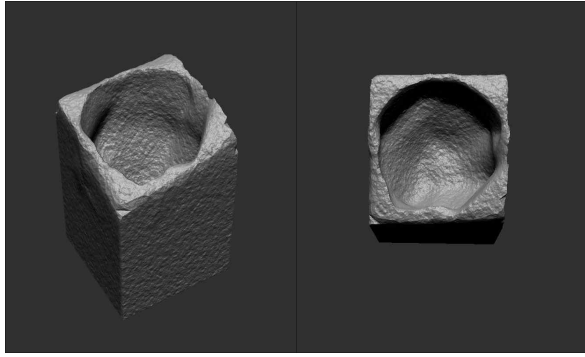


Fig. 3. Working with ZBrush

### 3.1.2 틱커캐드(TinkerCAD)

틱커캐드는 웹 기반의 무료 3D 모델링 툴로, 파이어폭스(Firefox)와 구글 크롬(Chrome) 등에서 바로 사용하기에 적합한 소프트웨어이다. 기본 모형의 블록으로 사용되는 육면체, 구 등의 도형으로 구성되어 있다. 여기에 단순한 도형을 더하거나 제거하여 만들 수도 있고, 본인이 원하는 도형을 만들 수도 있다. 이렇게 제작된 여러 개의 도형은 그룹을 짓거나 세분화하여 작업할 수도 있다. 2D로 된 이미지를 3D로 편집할 수도 있다. 3D 프린터로 만들기 위해서 STL 파일 포맷으로 변환해야 하며, 이렇게 만든 3D 모델링 파일은 클라우드 상에 저장된다. 가장 큰 장점은 인터넷이 가능한 곳 어디에서든지 접속하여 편집할 수 있다는 것과 작동 방식이 쉽다는 것이다[14].

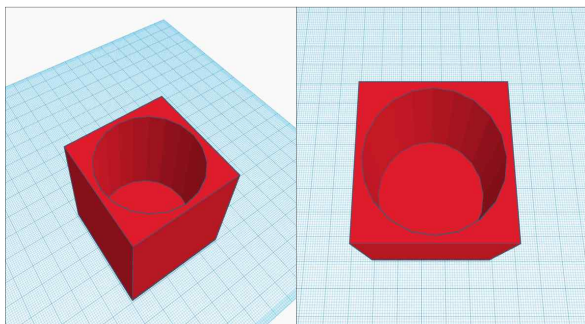


Fig. 4. Working with TinkerCAD

### 3.1.3 소결

지브러시와 틱커캐드 프로그램을 이용하여 크래프트 몰드를 제작한 결과, 지브러시는 질감과 손맛이 잘 드러나도록 점토 등의 재료를 이용하는 순수 공예의 크래프

트 몰드 제작에 용이하며, 틱커캐드는 정확도와 섬세함이 중요시되고 다소 단단한 소재를 이용하는 크래프트 몰드 제작에 잘 활용할 수 있을 것으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 단순한 형태의 양산을 목적으로 하는 크래프트에 사용할 몰드를 제작하기 위해, 틱커캐드를 이용하여 3D 모델링을 하였다.

## 3.2 3D 프린터

본 연구에서 크리얼리티사(creality)의 엔더 3 프로(Ender-3-pro) 3D 프린터를 사용하였다. 엔더 3 프로 3D 프린터는 넓은 Y축, 마운트 및 브랜드 전원 공급 장치를 갖춘 가정용 3D프린터로, 가성비가 좋아서 입문자 또는 초보자에게 적합하다[15].

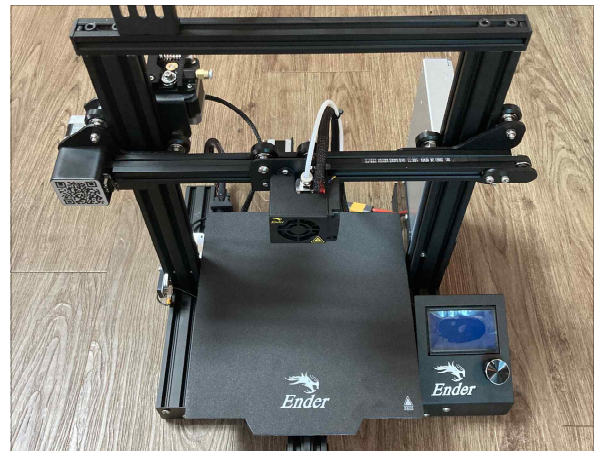


Fig. 5. Ender-3-pro 3D Printer

## 4. 3D 프린팅 기술을 활용한 디지털 크래프트 몰드 제작 연구

### 4.1 제작 방법

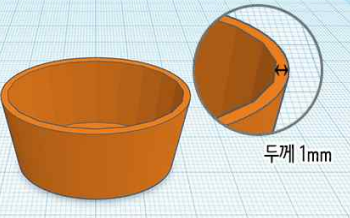
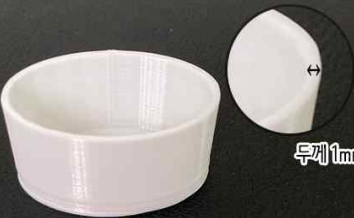

효과적인 제작 방법에 관한 연구를 위하여 두께 1mm, 2mm의 몰드와 두께 1mm의 2겹 몰드, 총 세 가지의 방식으로 3D 모델링 및 3D 프린팅을 하였고, 이 결과물로 크래프트 작업을 하였다. 이때 사용한 재료는 소이 왁스로, 친환경 캔들 제작 시 많이 이용하는 소재이다.

### 4.2 제작 과정



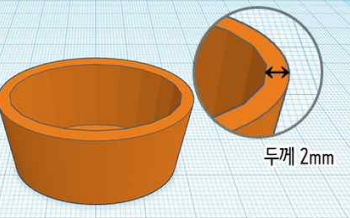


### 4.2.1 두께 1mm 몰드 제작

Table 2. Molds with a thickness of 1mm

|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p>두께 1mm</p> |  <p>두께 1mm</p> |  <p>몰드 속 재료를 빼내기 어렵지 않았지만, 모양이 약간 변형되었음.</p> |
| 3D Modeling   | 3D Printing   | Craft Works   |

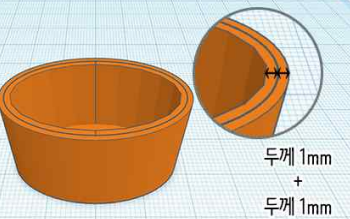


### 4.2.2 두께 2mm 몰드 제작

Table 3. Molds with a thickness of 2mm

|  |  |  |
|--|--|--|
|  <p>두께 2mm</p> |  <p>두께 2mm</p> |  <p>몰드 속 재료를 빼내기가 어려웠으며, 몰드의 변형도 거의 없었음.</p> |
| 3D Modeling  | 3D Printing  | Craft Works  |

### 4.2.3 두께 1mm의 2겹 몰드 제작

Table 4. 2-ply molds with a thickness of 1mm

|  |  |  |
|--|--|--|
|  <p>두께 1mm + 두께 1mm</p> |  <p>두께 1mm + 두께 1mm</p> |  <p>몰드 속 재료를 빼내기 어렵지 않았지만, 외부에 상처가 생겼음.</p> |
| 3D Modeling  | 3D Printing  | Craft Works  |

## 4.3 소결

두께 1mm의 몰드는 얇은 만큼 외부 압력에 의한 손상이 심할 것이라 예상됐지만, 이러한 이유로 내부 재료를 빼내기에 수월했다. 두께 2mm의 몰드는 외부 압력에 의한 변화가 거의 없었지만, 속 재료를 꺼내기 쉽지 않았다. 두께 1mm의 2겹 몰드는 두께 1mm의 몰드처럼 속 재료를 쉽게 빼낼 수 있다는 점과 두께 2mm의 몰드에서 느껴진 단단함 등 각각의 장점을 모두 갖췄으나, 표면에 후가공이 필요하다고 판단됐다.

## 5. 결론

본 연구에서는 디지털 시대를 지나고 있는 흐름에 따라, 아날로그 방식의 작업 과정을 거쳐 완성되는 공예 분야에서 디지털 기술을 활용할 수 있는 새로운 방식의 작업 방식을 제시하고자 하였다. 이를 위해 공예용 몰드를 모델링하고 3D 프린팅하여 결과물을 만들어내는 과정을 거쳤다. 이를 통해 가장 효과적인 크래프트 제작 방법을 찾아내고자 하였다.

본 논문은 디지털 시대라는 흐름에 따라, 아날로그 작업 방식의 작업 공정을 거쳐 완성하는 공예 분야에서 디지털 기술을 활용할 수 있도록 효율적인 작업 방식을 제안하는 데 목적을 둔다. 이를 위해 공예용 몰드를 모델링하고 3D 프린팅하여 결과물을 만들어내는 과정을 거쳤다. 이를 통해 가장 효과적인 크래프트 제작 방법을 찾아내고자 하였다.

연구를 위해 툰커카드와 엔더 3 프로 3D 프린터를 사용하였다. 소프트웨어와 하드웨어 모두 초보자에게 적당한 것으로 선택하였는데, 이는 아날로그에 익숙한 공예가의 디지털 작업을 독려하고 디지털 기술에 대한 장벽을 허물기 위함이다.

제작 연구에 있어 세 가지의 몰드 제작 후, 장단점을 비교·분석하였다. 그 결과 3D 프린팅 기술을 활용한 크래프트 몰드의 두께 혹은 겹침 여부에 따라 각각 나타나는 특성이 있었다. 첫째, 얇은 두께의 몰드는 보편적으로 사용하는 데 가장 무리가 없었다. 둘째, 두꺼운 두께의 몰드는 3D 프린팅 시 유연하고 신축성이 있는 필라멘트를 사용하면 더 효과적일 것이다. 셋째, 두 겹 이상의 몰드는 캔들 공예와 같이 표면이 매끄러워야 하는 분야 외에 시멘트 공예나 도자 공예 등 후가공이 가능한 작업을 할 때에 적절하게 활용할 수 있다.

본 논문의 제작 연구에서는 가장 일반적으로 사용하는 PLA 필라멘트를 사용했다. 추후 연구에서는 3D 프린터용 필라멘트에 관한 연구를 하여 다양한 크래프트 제작 방법 및 기술에 대해서도 다루었으면 한다.

## REFERENCES

- [1] S. C. Shin & K. Nah. (2018). A Study on the Technology Convergence for the Meaning and Value of Modern Crafts in the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Basic Design & Art*, 19(4), 233.
- [2] J. J. Kim. (2015). Cultural Meanings of Digital Technology Application in Craft. *Journal Korea Society of Visual Design Forum*, 47(47), 45-46.
- [3] J. H. Choi & W. S. Kim. (2019). A case study of ceramic design that combines 3D printing technology. *The Society of Digital Policy & Management*, 17(4), 310.
- [4] J. J. Jang. (2016). Case studies of crafts using digital technology. *Society of Design Convergence*, 15(6), 275.
- [5] <http://www.civilreporter.co.kr/news/articleView.html?idxno=9305>
- [6] S. G. Kim & H. R. Kim. (2018). The Recent Tendency of Fashion Textiles by 3D Printing. *THE KOREAN*

*SOCIETY OF CLOTHING INDUSTRY*, 20(2), 118.

- [7] H. J. Park. (2017). A study on the effectiveness of instructional technology using a 3D printer for students' spatial visualization capability. Ewha Womans University, 9.
- [8] Y. S. Lee. (2017). 3D printing role in the craft industry and future job. *Journal of Basic Design & Art*, 18(6), 435-436.
- [9] C. H. Bang. (2020). A Study on the dialectical convergence between craft and technology. *Journal of Basic Design & Art*, 21(5), 220-221.
- [10] <https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2015/01/qa-jade-cromptons-new-approach-to-3d-printing.html>
- [11] <http://jadecromptonceramics.blogspot.com/2014/11/3d-printing-mould-for-mould.html>
- [12] C. H. Bang. (2021). A Study on the Case of 'Plaster Mold Casting' using 3D Printer. *Korea Convergence Society*, 12(3), 144.
- [13] D. G. Jeong. (2020). A Study on Sculpture Method Using ZBrush. Pusan National University, 15.
- [14] H. J. Park. (2017). A study on the effectiveness of instructional technology using a 3D printer for students' spatial visualization capability. Dankook University, 25.
- [15] <https://www.creality.com/ko/goods-detail/ender-3-pro-3d-printer>

장 지 수 (Ji-Su Jang)

[정회원]



- 2003년 2월 : 계원예술대학교 디자인계열 멀티미디어과(예술전문학사)
- 2004년 8월 : 경희사이버대학교 멀티미디어디자인학과(예술학사)
- 2006년 8월 : 동국대학교 대학원 멀티미디어협동과정(문학석사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 동국대학교 영산대학원 멀티미디어학과 박사과정
- 관심분야 : Digital Crafts, Contents Design, 3D Printing 등.
- E-Mail : jjshot@hanmail.net

정 진 현 (Jean-Hun Chung)

[정회원]



- 1992년 2월 : 홍익대학교 미술대학 시각디자인학과(BFA)
- 1999년 11월 : 미국 Academy of Art University Computer Arts (MFA)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 영산대학원 멀티미디어학과 교수
- 관심분야 : VR, Contents Design, 입체영상, Computer Animation, Visual Effects 등.
- E-Mail : evengates@gmail.com