

3D CAD를 이용한 전통금속공예기법 교보재 제작 연구

최산¹, 도은옥¹, 황유위¹, 양유지¹, 박승철^{2*}

¹공주대학교 예술대학 일반대학원 박사과정,
²공주대학교 예술대학 조형디자인학부 주얼리 전공 교수

A Study on Fabrication of Traditional Metal Craft Techniques Using 3D CAD

San Choi¹, Eun-Ok Do¹, You-wei, Huang¹, You-Zhi, Liang¹, Seung-Chul Park^{2*}

¹Ph.D. Candidate, General graduate school, College of Arts, Kongju National University

²Professor, MAJOR IN JEWELRY, College of Arts, Kongju National University

요약 제4차 산업혁명이 대두되며 다양한 산업들의 기술들이 융·복합 되거나 클라우드 컴퓨팅, 모바일, 빅데이터 등의 기술로 인해 인류의 삶이 물질적이나 정신적으로 크게 변화하고 있다. 다양한 기술과 이에 맞는 새로운 직업의 탄생은 전통금속공예기술에 대한 교육과 직업에 있어 대중의 외면을 가져오고 있다. 이런 변화에 있어 공예교육 또한 현 시대에 맞는 교육방식을 찾고 연구하며, 교육 현장에 적용해 대중의 관심과 부흥을 일으켜야 한다. 이를 위해 새로운 소재 혹은 기술이 도입된 타 산업의 교육현장 사례를 조사하고 전통금속공예기법 교육에 활용하고자 한다. 또한 3D프린팅 기술의 다양한 사례와 특징을 조사하고 시간과 공간, 자원의 제약이 많은 공예기법 교육에 활용하여 전통금속공예기법 교육에 새로운 변화를 주고자 한다.

주제어 : 귀금속 공예, 교보재, 고속조형, 4차산업혁명, 상감기법, 3D 프린터

Abstract The Fourth Industrial Revolution has emerged, and technologies of various industries are being converged, compounded, or clouded computing, mobile, or big data. The emergence of a variety of skills and new jobs to match them is bringing the public out of the education and occupation of traditional metal crafts. In this change, craft education should find and study the education method suitable for the present times, and apply it to the educational field to raise public interest and revival. To this end, we will investigate the cases of education in other industries where new materials or technologies have been introduced, and use them in education of traditional metal craft techniques. In addition, we will investigate various cases and features of 3D printing technology and use it for education in craft techniques that have limited time, space and resources.

Key Words : Precious Metal Craft, Kyobo Materials, High Speed Molding, 4th Industrial Revolution, Inlay Technique, 3D Printer

1. 서론

1.1 연구배경

제4차 산업혁명이 대두되고 있는 현 시점에 공예교육 또한 변화가 있어야 한다. 모든 제조업의 근간이 되는 뿌리 산업은 인간의 생계유지 또는 그 근간의 발전을 목적으로 하는 생산적 활동이다. 제1차 산업혁명 이후로 제4

*Corresponding Author : Seung-Chul Park(scpark@kongju.ac.kr)

Received January 15, 2020

Accepted March 20, 2020

Revised March 2, 2020

Published March 28, 2020

차 산업혁명에 이르기까지 인류는 수많은 도전과 실패, 성공을 이뤘었고, 이로 인해 문화, 사회, 경제 부문에 있어 긍정적인 또는 부정적인 큰 변화를 가져왔다.

세계 근대화는 인류의 발전을 야기 했지만 반대급부로 공예교육의 쇠퇴를 가져왔다. 1인 전승 또는 도제제도를 통한 수공업적 기능의 후계자 양성이 이에 해당하는데, 전기의 보급으로 인한 공산품의 대량생산과 쉽고도 광범위한 커뮤니케이션의 등장은 도제교육에 있어 크나큰 치명타가 되었다. 대량생산으로 인한 공산품의 저가격화 경쟁과 다양한 직업군의 등장으로 인한 도제교육 기피현상이 이에 해당한다. 타 학문과 다르게 공예는 이에 관한 이론과 실재를 연구 및 습득 하는데 있어 필요한 재능과 소요시간, 물질적 자원이 적지 않게 필요한 것이 사실이다. 결실을 맺기까지의 공예에 관한 사회적 인정은 이를 따라가지 못하고 있는 것이 현실이며 이러한 사실이 공예를 기피하는 주된 이유 중 하나이다.

4차 산업혁명시대를 변화시키는 주요 기술들은 인공지능, 사물인터넷, 빅 데이터, 로봇 기술, 3D 프린팅인데 [1] 주된 다양한 기술 중 근사용으로 개발된 3D 프린팅 기술은 2014년 3D시스템스(3D systems)와 스트라타시스(Stratasys)의 특허기간 만료를 시점으로 다양한 보급형 3D 프린터가 등장하기 시작하였다[2]. 이로 인해 각 산업계는 제품 연구 개발에 많은 자원을 절약할 수 있게 되었다. 3D 프린팅에 사용되는 다양한 조형 기술과 소재의 개발, 클라우드 컴퓨팅, 모바일, 빅데이터 기술과의 융합은 대기업을 떠나 소규모 기업 그리고 일반 가정에게 까지 이르고 있다.

또한 3D 프린팅 기술의 활용은 공예 교육에 있어 중요한 요소로 작용할 수 있는데, 앞서 언급한 재능과 물질적 가치, 소요시간 등의 소모가 적고 교육에 있어 피교육자가 쉽게 접근할 수 있는 매개체로서의 기능을 할 수 있기 때문이다.

이에 본 연구자는 현재의 지식 전달 중심 교육체제에서 역량 함양 중심 교육[3]에 대한 사회적 인식과 접근에 보탬이 되고자 전통금속공예기법의 교육을 돕기 위한 교보재 제작에 3D 프린팅 기술을 활용하고 전통금속공예교육의 양적 질적 향상을 위한 방향을 찾고자 한다.

1.2 연구 범위와 방법

4차 산업혁명과 3D 프린팅 기술의 보급은 각종 산업계에 있어 다양한 변화와 혁신을 가져오고 있으며 종전의 소품종 다량생산체제에서 다품종 소량생산체제로의 변화의 주역이기도 하다. 이러한 산업계의 변화는 교육계

에도 변화와 혁신을 요구하고 있다. 하지만 산업계의 변화만큼 교육, 학습과 습득을 위한 자료와 기법 및 기술 등이 더욱 다양하게 개발되고 증가하고 있기에 산업계의 요구에 맞는 준비 또한 쉽지 않은 현실이다.

이에 따라 전통금속공예기법 중 교육에 필요한 시간과 자원이 많이 소모되는 기법을 선정하여 이에 대한 자료와 교보재 제작에 필요한 자료를 문헌 및 선행논문과 인터넷을 통해 수집 하고 3D 프린팅 기술을 활용하여 교육자와 피교육자를 위한 교보재 제작을 하고자 한다.

연구 방법으로는

첫째, 교보재 및 3D프린팅 기술에 대한 이해와 활용 사례를 조사한다.

둘째, 전통금속공예 기법교육에 있어 시간과 장소, 자원이 비교적 많이 소모되는 기법을 선정 후, 교보재 제작을 위한 설계를 진행한다. 설계를 토대로 3D프린팅을 위한 모델링 작업을 진행한다.

셋째, 교보재를 통한 교육과 학습 및 습득에 있어 장, 단점을 모색하고 4차산업혁명의 주된 기술과 융합된 보다 나은 활용방안을 제안한다.

2. 교보재와 3D 프린팅의 이해 및 역할

2.1 교보재의 개념과 활용사례

교보재란 교육 훈련을 위한 보조 재료를 이르는 말[4]이며, 교육자와 피교육자의 흥미와 안전 및 학습과 습득에 필요한 다양한 자원 소모를 줄이고자 활용되고 있는데, 교보재는 유아교육, 의료, 공업, 스포츠 등 여러 학문과 산업계에서 다양하게 활용되고 있다.

또한 (하동연,2019)은 VR 기술을 활용하여 도시철도 기관사 교육훈련환경 구축 및 효과에 관한 연구[5]를 (김다정,2013)은 VR도구를 활용한 현장학습 활용 수업 모형 설계와 적용에 관한 연구[6] 등 가상현실 기술을 활용한 교보재에 관한 연구도 상당 수 진행 중이며 (최범규, 2011)는 가상현실공간이라는 매체가 가진 독특한 특성은 다른 학습 환경이 지닐 수 없는 그 자체만으로 몰입을 유발하는 공간이기에 반드시 주목할 필요가 있다고 말하고 있다[7]. 이처럼 교보재에 관한 연구는 활발히 진행 중이며 교육현장에 활용되어지고 있다.

반면 기법 및 기술의 습득에 필요한 재능과 자원이 상당히 요구되는 귀금속 공예와 기타 공예분야에서는 교보재를 활용한 사례를 찾기가 어렵다.

여기에는 기법과 기술에 대한 교육자체가 교육자의 시

연 및 경험과 이론에 관한 설명이 주를 이루고 있기 때문에 분석된다.

Table 1. example of training aids

division	Early childhood education	industry
example		
division	Medical treatment	sports
example		

2.2 3D프린터의 이해와 활용사례

처음 3D 프린터를 개발한 것은 Charles W. Hull로 알려져 있다. 액체상태에서 빛을 받으면 굳어지는 성질을 가진 플라스틱, 즉 광경화성 수지를 사용하여 제품의 단면을 인쇄/적층하는 광조형법(Stereolithography)으로 시제품을 생산하는 기술을 특허로 출원한 것이다. 이후 금속분말에 레이저를 쏘거나, 플라스틱을 녹여 단면을 직접 인쇄하는 등 여러 가지 방식의 3D 프린팅 기술이 등장하고 있다[8]. 이러한 3D프린팅 기술은 기존의 공장화 시장 기반의 대량 생산 유통 체제를 근본적으로 변화시킬 산업혁명으로 불리우며 관심과 기대를 한껏 받고 있다[9]. 또한 저가 3D프린터의 출시는 고가의 장비를 구매할 수 없었던 3D CAD 디자이너와 소규모 업체들에게 구매가 가능한 대상이 되었으며, 기업단위가 아닌 개인용 3D 프린터로서 자리매김하고 있다[10].

3D프린터란 CAM(ComputerAided Manufacturing) 즉 컴퓨터를 활용한 계획, 제어, 생산의 일종으로 가공용 자동화기기 등을 지칭한다. 3D 프린터의 조형원리는 대체로 절삭가공(SM : Subtractive Manufacturing)과 적층가공(AM : Additive Manufacturing) 두 가지로 나뉘는데, 일반적으로 3D 프린팅 기술은 적층가공(AM)방식을 가리킨다. 3D프린팅 가공 원리는 PC에서 조형된 3차원 모델링(cad)된 데이터를 3D프린터가 인식할 수 있는 파일로 변환하여 업로드 후 적층하기 위한 얇은 레이어 형태로 슬라이싱, 출력 환경 설정 후 데이터를 분석하여 노즐을 움직이거나 자외선을 조사하여 재료를 한 층, 한 층

순차적으로 쌓으며 입체조형을 만드는 과정을 거친다[11].



Fig. 1. Rapid Prototyping

귀금속 산업에서는 가공 방식에 따라 CNC (computer numerical control), RP (Rapid Prototyping) 장비를 사용하고 있다. RP에는 공정에 따라 광경화 방식인 SLA(Stereo Lithographic Apparatus), 선택적 레이저 소결방식인 SLS(Selective Laser Sintering) 압출 적층 방식인 FDM(Fused Deposition Modeling)등이 있다[12]. 3D프린터는 조형방식에 따라 여러 특징과 장단점이 있는데 다음과 같다.

Table 2. 3D printer features

type	principle	
SLA	Forming of hardening photocuring resin.	
	Advantages	Disadvantages
	Precise molding is possible.	The price of the device is high.
SLS	Method of sintering and shaping hot melt powder.	
	Advantages	Disadvantages
	Precise molding is possible.	The price of the device is high. Difficult to handle raw powder.
FDM	Molding by melting and extruding thin raw material of wax or polymer	
	Advantages	Disadvantages
	Less installation and operation restrictions.	The work takes a long time.

3D프린팅은 전통금속가공기법의 복잡하고 어려운 여러 공정과는 다르게 단순하고 빠르게 물건을 만들어낼 수 있다. 즉 다품종 소량생산에 적합하다 할 수 있는데 위의 특징이 공예기법 교육을 위한 교보재 제작에 걸맞다 할 수 있다. 이러한 3D 프린터는 2009년 FDM 기술 방식의 특허가 만료되며 현재 보급형 저가 프린터가 출시되고 있다.

교보재 제작에 사용되는 3D 프린터는 누구나 쉽게 사용할 수 있거나, 접할 수 있는 저가 혹은 대중적인 기기여야 한다. 고가의 SLA 또는 SLS방식의 프린터는 교보재 제작에 필요한 자원의 상승을 요구하며 출력물의 색상 반영시 제한적이나 표면마감은 우수한편이다. 반면 FDM 방식의 3D프린터는 출력시간이 오래 걸리고 출력품질이 미흡하나 SLA, SLS방식의 프린터보다 아주 저렴하고 쉽

게 구매할 수 있으며, 아웃소싱시 적은 자원으로 원하는 출력물을 얻을 수 있다. 또한 다양한 색상을 선택 할 수 있고, 기술의 발달로 표면마감 또한 준수해진 편이다. 이를 토대로 교보재 제작에 필요한 요소를 분석하여 각 3D 프린터의 특성을 다음과 같이 비교하였다.

Table 3. Property comparison

type	surface	color	price
FDM	usually	possible	low price
SLS	Great	possible	high price
SLA	Great	possible	high price

Table 4. Surface comparison by output method





	Output status
FDM	
SLA	
SLS	

설계된 3D 데이터를 토대로 교보재 제작시 교보재의 크기는 평균 100x100x70mm이다. 출력 의뢰시 SLA방식의 출력 단가는 가로x세로x높이x3~5로 계산되며 FDM방식의 경우 시간당 3~5천원 사이로 계산이 되는데 동일한 가격대에서 FDM 방식으로 제작할 경우 SLS, SLA 방식의 출력 가격으로 더 많은 교보재를 제작할 수가 있다. 또한 출력품질의 경우 FDM방식의 적층이 더 두껍게 올라가기에 거칠어 보이는 부분이 있으나 제작하고자 하는 교보재는 상감기법의 작업과정 중 보이는 특성과 형태를 보여주고자 하는 것이기에 섬세한 표현이나 정밀도가 크게 필요하지 않아 그 문제가 적다.

FDM 방식의 프린터 사용에 관한 교육 역시 쉬운 편이다. 소모성 재료와 부품의 가격이 저렴하여 쉽게 구할 수 있으며, 프린터의 구동 원리와 데이터 파일 출력을 위한 슬라이싱 프로그램에 대한 간략한 이해 및 실습에 전문적인 지식이 필요하지 않기 때문이다.

3D 프린팅(3D printing)은 각종소재를 사용하여 디자인 아이디어를 단기간에 3차원 실물로 구현할 수 있는 기술과 기기를 포함하는 개념이다[13]. 가공기술 방식에 따라 다양한 소재가 사용 되는데 자동차에서는 자동차의 외형이나 부품가공에 필요한 몰드로서 활용되며 의료에서는 신체 내외부의 결손부위를 대체할 수 있는 소재 개발로 사용되고 있다. 또한 식품에서는 식품의 가공과 외형에 변화를 줄 수 있는 수단으로 건축에서는 사람의 손이 필요한 작업을 최소로 줄일 수 있도록 사용되고 있으며 이외에도 다양한 분야에서 활용되고 있다.

Table 5. 3D printing use case

division	car	Medical treatment
example		
division	food	construct
example		




3. 상감기법의 이해

3.1 상감기법의 개념

상감(象嵌)이란 금속, 자기, 나무 등으로 만든 기물(器物)에 홈을 파거나 무늬를 깊이 새겨서 그 속에 금·은·구리 등의 금속이나 자토(糝土 : 산화철을 많이 함유하여 빛이 붉은 흙)·백토(白土) 그리고 색깔이 있는 먹감나무 등을 넣어서 무늬를 나타내는 기법을 말한다.

삼국 시대에는 칼 등의 무기류에, 통일 신라 시대에는 철로 만든 향아리·등자(鏡子 : 말 탈 때 발걸이)에, 고려 시대에는 향로(香爐)·정병(淨瓶)·거울걸이 등에, 조선 시대에는 향로·장도·병·촛대·담배합·해시계 등에 많이 쓰였다[14].

Table 6. Inlay Technique Case

designation	era	Photo
Iron cabinet	jo-seon	
Bronze Gold Silver inlaying soho	Unified Shilla	
Bronze Silver inlaying Waterside landscape pattern vase	golyeo	

상감기법에는 그 특징에 따라 골상감, 면상감, 절상감, 입사기법 등이 있다. 사용되는 도구 또한 각 기법에 따라 쪼이질정, 평정, 촛정, 박음정 등 다양하며 상감기법 습득에는 많은 시간과 물적 자원을 필요로 한다. 시간과 자원의 소모를 줄이고 피교육자들의 교육과 관심을 위해 기법에 나타나는 특징과 형태를 교보재로 제작하여 기법에 대한 흥미와 이해를 돕고자 한다.

3.2 상감기법 교보재 모델링 및 3D 프린팅

금속상감은 금속의 표면에 다른 금속을 끼워 넣는 장식기법이다[1-15]. 교보재 제작을 위한 설계에 앞서 상감기법들의 작업과정은 Table 7과 같은데 각 기법의 작업 과정에서 보이는 특징을 CAD 설계를 통해 재현하고 이를 기법을 이해하기 위한 교보재로서 사용하고자 한다.


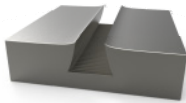
Table 7. Work process

technique	process
gol sang-gam myeon sang-gam	Digging a metal surface with a notch and fixing another metal in it.
jeol sang-gam	Cut out a part of the metal surface and insert another metal surface there and solder it together.
ibsa	After making a dense texture on the surface of the metal, the metal wire is fixed.

3.2.1 골상감

골상감은 금속 표면에 일정한 무늬로 골을 파낸 후, 금속 선을 땀 없이 골 속에 박아주는 기법이다. 골을 파출 때 양 벽에 위를 향해 솟는 금속 벽이 특징이다. 이 벽은 상감할 때 도움이 된다[2-15].


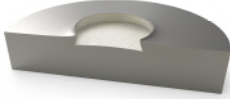
Table 8. modelling of Gol sang-gam

modelling	3D printing
	

3.2.2 면상감

면상감은 넣고자 하는 금속의 형태와 윤곽을 선상감으로 파낸 후 중앙의 면을 평평하게 파내고 그 속에 다른 금속을 끼워 넣어 상감하는 기법이다. 골 상감과 마찬가지로 주위의 벽이 솟는 것이 특징이다[3-15].

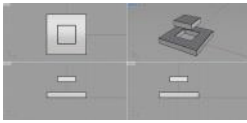
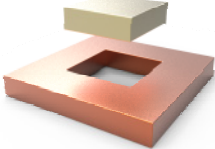
Table 9. modelling of Myeon sang-gam

modelling	3D printing
	

3.2.3 절상감

절상감은 금속면의 일부를 세공 톱으로 절단해낸 후, 이 공간에 비슷한 두께의 금속을 끼워 넣고 땀하여 상감하는 방법이다. 서로 다른 금속이 결합하여 한 평면을 이룬다는 뜻에서 메리지 오브 메탈(Marrige of metal)이라고도 부른다[4-15].

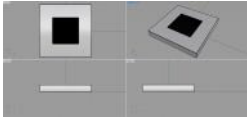
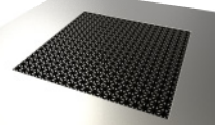
Table 10. modelling of Jeol sang-gam

modelling	3D printing
	

3.2.4 입사기법

정과 망치로 바탕금속의 표면을 쳐서, 마치 옷감(포목) 문양과 같은 규칙적인 질감을 만든 후, 순금이나 순은 등의 부드럽고 잘 늘어나는 금속선을 이 위에 박아서 문양을 만드는 상감기법이다. 이 기법은 우리나라에서 전통적으로 발전되어 일본에 계승된 기법이나 현재는 일본 용어인 포목상감으로 널리 알려져 있다[5-15].

Table 11. modelling of lbsa

modelling	3D printing
	

4. 결론

21세기에 이르러 천년과 새로운 관념, 사상의 변화를 합쳐 밀레다임(Millennium+Paradigm)이라는 신조어가 생겼다. 이는 제4차 산업혁명이 대두되며 다양한 산업들의 기술들이 융, 복합 되거나 클라우드 컴퓨팅, 모바일, 빅데이터 등의 기술로 인해 인류의 삶이 물질적이나 정신적으로 크게 변화하고 있다는 것이다.

이런 변화에 있어 공예교육 또한 현 시대에 맞는 교육 방식을 찾고 연구하며 교육 현장에 적용해야 한다.

연구결과는 다음과 같다.

첫째, 타 산업 교육현장의 교보재 및 3D프린팅 기술에 대한 활용사례를 조사한 결과 적정기술을 활용해 피교육자의 흥미와 안전을 위하고 교육에 필요한 여러 자원을 절약하고 있음을 확인할 수 있었다.

둘째, 전통금속공예기법교육에 있어 금속상감기법 시간과 장소, 자원에 영향을 많이 받고 있음을 확인할 수

있었고, 기술의 섬세함과 난이도로 인해 피교육자에 대한 교육이 원활하게 이뤄질 수 없음을 알 수 있었다.

셋째, 상감기법인 골상감, 면상감, 절상감, 입사기법 등의 특징을 조사하고 이를 바탕으로 CAD 모델링과 FDM 방식을 사용한 3D 프린팅으로서 상감기법의 특징 이해에 필요한 교보재를 제작 할 수 있었다.

일반인 혹은 교육 기간이 짧은 피교육자를 대상으로 전통금속공예 기법 책에 수록된 그림과 설명을 토대로 여러 기법이나 상감 기법을 교육하기에는 비교적 무리가 있다. 전통금속기법 중 세공 기술은 말 그대로 무척이나 작고 섬세하기에 교육자가 피교육자 다수를 상대로 개개인에게 시범 교육을 하기 어려우며, 이에 들어가는 수고와 시간 역시 적지 않기 때문이다. 때문에 기법에 대한 개념과 이해를 돕기 위해 크고 보기 쉬운 교보재를 제작 하였다.

상감기법 교보재와 점도를 사용하여 골 내부에 금속이 고정 되는 방식을 누구나 쉽게 체험하고 이해 할 수 있음을 확인 할 수 있었으며 이를 토대로 다른 기법의 이해에 있어 교보재가 교육에 도움이 될 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

하지만 교보재 제작에 있어 CAD 모델링과 3D프린팅을 전문적으로 다룰 수 있는 인력이 필요하며, 해당 교보재의 3D 데이터나 교육에 대한 피드백을 주고받을 수 있는 커뮤니티가 필요하다고 사료된다. 또한 커뮤니티 혹은 교육에 대한 연구 및 활동이 더욱 활발해진다면 지구 반대편에서도 기법 교육에 대한 교보재 제작 데이터와 피드백을 주고받을 수 있으며, 이러한 움직임은 외면 받는 귀금속 공예 산업과 교육에 있어 새로운 돌파구가 될 수 있다고 여긴다. 또한 연구의 서두에 언급한 VR(가상현실)과 AR(증강현실)기술을 활용 전통금속공예기법에 관한 교육을 3D데이터로 모델링 하여 본 연구의 교보재와 병행 교육한다면 피교육자의 몰입과 이해에 더욱 큰 효과가 있을 것이라 기대한다.

향후 상감기법 외 여러 기법에 3D CAD와 3D프린팅을 활용하여 교육자와 피교육자를 위한 교보재 연구를 진행하여 귀금속 공예 산업에 보탬이 되고자 한다. 또한 귀금속 공예 교육에 대한 연구와 활동이 더욱 활발히 일어나며 세계 및 국내의 귀금속 공예 산업이 부흥 할 수 있기를 기원한다.

REFERENCES

[1] Y. H. Kim (2019). *Exploring the Direction of Early*

Childhood Education in the Fourth Industrial Revolution. Graduate School of Kongju National University, Gongju

- [2] M. Y. Joung (2014). *Is a 3D printer expired patent safe?*. <http://www.etnews.com/20141219000122>.
- [3] Korea Institute of Educational Scientific Information. (2017). *(To cope with the era of the 4th industrial r-evolution) Seminar on the next government's future education reform policy seminar: The era of the 4th industrial revolution*. Daegu : Korea Educational Research and Information Service.
- [4] *Defense Science and Technology Dictionary*. (2011). <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2753524&cid=50307&categoryId=50307>
- [5] D. Y. Ha. (2019). A Study on the Construction and Effect of Educational Training Environment for Urban Railway Engineers Using Virtual Reality Technology. Hanyang University Graduate School of Engineering, Seoul
- [6] D. J. Kim. (2013). *Design and application of field model using field learning using VR tool*. Seoul National University of Education, Seoul
- [7] B. K. Choi. (2011). *Exploring Media Characteristics Factors Influencing Learning Commitment in Learning Using Virtual Reality Space*. Korea National University of Education, Cheongwon-gun
- [8] L. S. Hong (2013). *Changing the concept of 3D printing and manufacturing*. <http://www.betanews.net/article/577049>.
- [9] J. S. Kim (2015). *3D printing leads the trend in small quantity production*. <http://www.kidd.co.kr/news/179641>.
- [10] K. H. Ryu. (2017). Utilization of 3D CAD and 3D Printer and UV Curable resin Casting Defect. *Journal of the Korea Convergence Society*. 8(3). 169-176.
- [11] S. I. Kim. (2014). *A Study on the Development of the Model of Design-Business Using 3D Printing*. Doctor's degree. Graduate School of Konkuk University, Seoul
- [12] S. Choi. (2015). *A Study on System Jewelry Design using the Four Gracious Plants in the Joseon Period*. Master's degree. Kongju University, Gongju.
- [13] E. J. Joe. (2014). *Manufacturing Process Innovation Initiative 3D Printing Industry*. Sejong : Korea Institute for Industrial Economics & Trade
- [14] Y. H. Yoon. (2012) *Advanced Science Story Living in Tradition*. Gyohagsa, Seoul
- [15] Y. L. Jeon. (2006). *Metal craft techniques*. Goyang : Art culture.

최 산(San Choi)

[정회원]

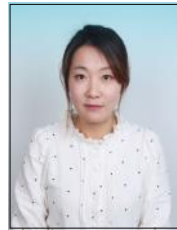


· E-Mail : cssboy@naver.com

- 2015년 2월 : 공주대학교 주얼리 디자인과(석사)
- 현재 : 공주대학교 주얼리 디자인과(박사 재학)
- 2015년 2월 ~ 현재 : Artefact 대표
- 관심분야 : 3D CAD, 3D 프린팅, 금속공예, 4차산업혁명

도 은 옥(Eun-Ok Do)

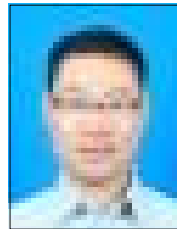
[정회원]



- 2009년 8월 : 공주대학교 주얼리 디자인과(석사)
- 현재 : 공주대학교 주얼리 디자인과(박사 재학)
- 관심분야 : 3D CAD, 금속공예
- E-Mail : came98@hanmail.net

황 유 위(You-Wei Huang)

[정회원]



- 2011년 6월 : 중국 상하이 대학 미술학위 (석사)
- 현재 : 공주대학교 주얼리 디자인과(박사 재학)
- 관심분야 : 금속공예, 미술
- E-Mail : youweih@qq.com

양 유 지(You-Zhi Liang)

[정회원]



· E-Mail : 240980447@qq.com

- 2016년 6월 : 중국 복건사범대학 미술과 (석사)
- 현재 : 공주대학교 주얼리 디자인과(박사 재학)
- 2019년 2월 : 중국 복건공정대학 설계대학(전입교사)
- 관심분야 : 3D CAD, 금속공예

박 승 철(Seung-Chul Park)

[정회원]



- 1997년 9월 : 공주대학교 예술대학 조형디자인학부 주얼리디자인 전공 정교수
- 관심분야 : 3D CAD, 금속공예
- E-Mail : scpark@kongju.ac.kr