

# 3D 프린터를 활용한 소규모 비즈니스 모델 제안 : 유아동 선글라스를 중심으로

김세영<sup>1</sup>, 김석래<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 일반대학원 U디자인학과 석사과정, <sup>2</sup>인제대학교 멀티미디어학부 교수

## The Proposal of a Small-Size Business Model based on a 3D Printer : Focused on Sunglasses for Children

Se-yeong Kim<sup>1</sup>, Suk-Rae Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of U-Design, Inje University Master course

<sup>2</sup>Division of Multimedia, Inje University Professor

요 약 본 논문은 최근 3D 프린터가 새로운 창작툴로 디자이너들에게 관심을 받고 있으나 수익창출과 연결될 수 있는 비즈니스 모델에 대한 정보는 부족하다는 판단 하에, 커스터마이징(customizing)된 제품의 소량생산이라는 3D 프린터의 강점을 활용, 기존의 대량생산 체제에서는 작은 시장규모로 인하여 연령에 따른 다양한 크기를 시장에 제공치 못하고 있는 현 미취학 유아동 선글라스 제품을 3D 프린터로 실제작, 소규모 비즈니스 모델로의 확장이 가능한 실질적 예를 제시하는 것에 연구의 목적이 있다. 이를 위해 3D 프린팅 기술에 대한 기본정보와 선글라스의 기본구조를 요약한 후, 시력교정용 안경 사이즈표를 분석하여 유아동 선글라스 제작을 위한 사이즈표를 도출하고 일련의 작업들을 진행한 뒤, 최종적으로 실제제품을 제작비용과 함께 제시, 본 연구의 결과가 시장에서 경쟁력 있는 제품으로서 소규모 비즈니스 모델로의 확장이 가능한 실질적 예가 될 수 있음을 확인하였다.

주제어 : 3D 프린터, 비즈니스 모델, 유아동 선글라스, 분석, 실질적 예

**Abstract** Recognizing the shortage of information about business models to generate profit despite the designers' recent interest in 3D printers as a new creative tool, this study set out to make sunglasses for young children, which lacked diversity in sizes according to age due to the small market scope under the old mass production system, by taking advantage of 3D printers' strength in the small batch production of customized products and propose a practical example to be expandable as a small-size business model. For these purposes, the investigator summarized the basic information about the 3D printing technology and the basic structure of sunglasses and made a size table to manufacture sunglasses for young children by analyzing the size table for vision correction. After this series of work, the study presented final product with the production costs and demonstrated that sunglasses for young children made with a 3D printer could be a practical case expandable as a competitive small-size business model in the market.

**Key Words** : 3D Printers, Business Models, Children' Sunglasses, Analysis, Practical Example

\*This work was supported by the 2018 Inje University research grant.

\*Corresponding Author : Suk-Rae Kim(deani4@inje.ac.kr)

Received August 27, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised October 4, 2018

Published November 28, 2018

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 우리사회는 IT 정보기술과 산업의 접목을 중심으로 하는 3차 산업혁명의 시대를 넘어, 사이버물리시스템과 사물인터넷의 융합을 통해 새로운 가치를 창조하는 4차 산업혁명 시대로의 전환을 예고하고 있다. 특히 3D 프린팅 기술은 최근 많은 미디어를 통해 4차 산업혁명을 이끌 핵심 기술의 하나로 소개되면서, 기존 제조업의 패러다임을 바꿀 수 있는 새로운 기술로 인식, 대중의 높은 관심과 함께 관련 분야 종사자들을 중심으로 3D 프린팅 기술과 관련된 다양한 시도들이 늘어나고 있는 상황이다[1].

IT분야의 전문 시장조사 기업인 가트너(gartner)에 따르면 2020년에 그 시장규모가 670만 대까지 확대될 것으로 예상[2]될 정도로, 제조업의 혁신을 이끌 핵심 기술로 3D 프린팅 기술의 기대치가 높아진 가장 큰 이유는, 주물이나 금형 공정을 통해 제품을 생산해야하는 기존의 대량생산 방식과 비교하였을 때, 현저하게 적은 공정을 통해 제품의 제작이 가능하다는 점 때문이다. 이는 시간과 비용의 절약뿐만 아니라, 용이한 수정과정을 통해 보다 다양한 디자인 시제품을 미리 확인할 수 있으며, 커스터마이징된 제품의 생산이 가능하다는 의미를 담고 있다고 할 수 있다[3].

이와 같은 장점들로 인하여 최근 3D 프린터가 새로운 창작도구의 하나로 디자이너에게 또한 큰 관심을 받고 있는데, 정형화된 기성품보다는 차별화된 디자인 요소가 적용된 제품을 선호하는 오늘날 현대인들의 소비패턴과 3D 프린팅 기술의 강점이 결합된다면, 개인 디자이너 또는 적은 인원으로 구성된 디자이너 그룹에게 있어, 3D 프린터의 활용은 단순히 새로운 창작도구가 아닌 다양한 형태의 소규모 비즈니스를 전개할 수 있는 중요한 매개체의 역할까지도 기대할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구는 3D 프린터가 창작도구로서 디자이너들의 관심을 끌게 되면서, 디자인 분야 역시 3D 프린팅 기술과 관련된 다양한 정보와 관련 연구 등이 제공되고는 있으나, 주로 3D 프린팅 기술이 지닌 장점을 바탕으로 한 잠재적 가능성을 설명하는 이론 중심의 내용, 또는 3D 모델링을 바탕으로 한 출력과정을 설명하는 기술적 내용이 중심일 뿐, 개인 디자이너가 어떠한 아이템을 3D 프린터로 제작할 경우에 비즈니스 모델로서 수익창출과 연결될 수 있는지, 그 실질적 예를 제시하는 관련연구들은 아직

미비한 실정이라고 판단되어, 커스터마이징된 제품의 소량생산이라는 3D 프린터의 강점을 활용하였을 경우, 기존의 대량생산 체제에서 생기는 아쉬움을 해결할 수 있는 아이템의 하나라고 할 수 있는 미취학 유아동(이하 유아동) 대상의 선글라스 제품을 가지고, 소규모 비즈니스 모델로의 확장이 가능한 실질적 예를 제시하는 것을 목표로 하였다.

### 1.2 연구범위 및 방법

연구의 배경 및 목적에서 언급했듯이 3D 프린팅 기술의 장점을 활용하여 수익창출이 가능한 소규모 비즈니스 모델의 예를 제시하기 위해, 소비자의 니즈(needs)인 아이 연령에 맞는 크기의 선글라스를 구입하고 싶다는 희망과 다르게 기존의 대량생산 체제에서는 작은 시장규모로 인하여 연령에 따른 다양한 크기를 시장에 제공하지 못하고 있는 현 유아동 선글라스 제품의 한계를, 소량 맞춤 생산에 적합한 3D 프린터를 활용하여 해결함과 동시에 비즈니스 모델로서의 가능성을 확인해보고자 한다.

이를 위해 본문에서는 3D 프린팅 기술을 이해하는데 필요한 관련내용들 중, 본 연구와 연관이 깊은 공정과정과 3D 프린터 유형별 분류와 소재를 요약, 정리하는 것을 선행연구를 우선 진행하였다.

다음으로, 선글라스의 구조적 설명을 바탕으로 현재 유아동 선글라스와 비교해서 고가의 가격대를 형성하고는 있지만, 몇몇 전문 업체를 통해 나름 다양한 크기의 안경(테)가 공급되어 소비자가 연령에 따라 어느 정도는 그 크기를 선택할 수 있는 유아동 시력교정용 안경의 사이즈표를 분석, 보다 세밀한 연령별 크기를 산출하여 실제 유아동 선글라스를 제작하는데 활용할 수 있는 보완된 연령별 사이즈표를 도출하였다.

마지막으로, 도출한 연령별 사이즈표의 3세에 해당하는 세부치수를 가지고, 유아동 선글라스를 디자인하고 이를 3D 모델링 데이터화한 후, 3D 프린터로 실제 출력하는 과정을 통해 실패가 가능한 제품을 제작해보고 제작비용을 함께 제시함으로써, 3D 프린터로 수익창출이 가능한 소규모 비즈니스 모델의 예시를 제시토록 하겠다.

다음의 그림 Fig. 1은 위에 서술한 연구의 범위와 과정을 간략히 요약, 정리해 놓은 그림으로서, 연구의 전체적인 흐름을 파악하는데 도움을 주는 것이 목적이며, 각각의 세부내용들을 본문의 해당부분에서 자세히 기술토록 하겠다.

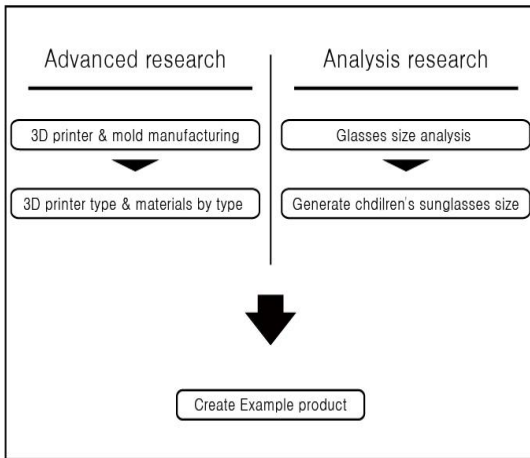


Fig. 1. Research procedure

## 2. 3D 프린팅 기술의 제작공정, 유형, 소재

### 2.1 금형중심 제작공정과 3D 프린팅 제작공정 비교

입체 조형물을 제작하는 조형원리는 크게 절삭가공(subtractive manufacturing)과 적층가공(additive manufacturing)으로 구분이 되는데, 3D 프린터의 경우, 3D 모델링 데이터를 3D 프린터가 인식하고 분석한 뒤, 조형원료(소재)가 순차적으로 쌓이는 레이어의 적층과정을 통해 형태가 조형되는 방식이기 때문에 조형원리상 적층가공이라고 할 수 있다[4].

기존의 금형중심의 대량생산 방식과 비교하였을 때, 3D 프린터를 활용한 조형방식이 가지는 최대의 장점은 금형을 통한 조형과정 없이 제작하려는 조형물의 시제품을 바로 출력하여 그 결과를 확인하고 수정한 뒤, 최종 결과물을 조형하는 일련의 공정이 상대적으로 짧다는 점과 모든 과정이 컴퓨터를 기반으로 이루어지기 때문에 그 수정이 용이하다는 점이며, 결과물의 형상적인 측면으로는 적층방식이기 때문에 복잡한 형상이라도 한 번에 제작 할 수 있다는[5] 점과, 내부가 비어있는 형상의 조형이 가능하다는 점이다. 단점으로는 아직까지 출력소재, 크기, 속도에서 한계가 있다는 점과 3D 프린터의 유형에 따라, 또는 동일한 유형이라 하더라도 기기적 성능에 따라서 출력결과물의 세부묘사에 차이가 있다는 점을 들 수 있다.

이런 이유로 현실점에서 3D 프린터를 활용한 조형은 대량생산보다는, 개인 맞춤형 제품을 생산하는데 유리하며 자유롭게 창작한 디자인을 보다 손쉽게 구현할 수 있다는 점[6]에서 큰 장점을 가지고 있다고 할 수 있으며, 3D 프린터의 기기적 성능과 소재의 개발이 빠른 속도로 발전을 하고 있기에, 앞서 언급한 한계들이 극복되는 시점에서는 대량생산 또한 가능할 것으로 예상할 수 있다.

아래의 그림 Fig. 2는 3D 프린터를 활용한 제작공정과 금형을 활용한 제작공정을 비교해놓은 것[7]으로, 단순히 공정단계의 수적 적음만을 의미하는 것이 아니라, 반복된 수정이 요구되는 작업일 경우, 컴퓨터를 통해 수정이 이루어지기 때문에 시간과 경비의 절감효과가 더욱 커진다는 점이 중요하다고 하겠다.

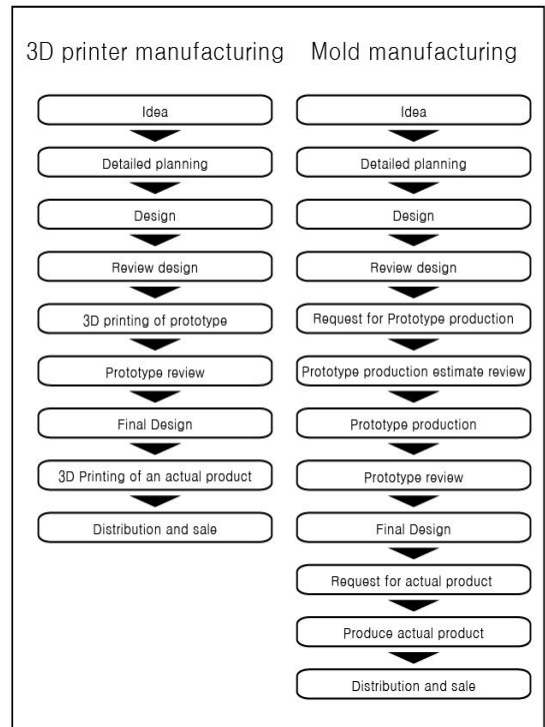


Fig. 2. Comparison of 3D printer & mold manufacturing

### 2.2 3D 프린터 유형 및 소재와 FDM 방식 선정 이유

현재 3D 프린터는 다양한 명칭을 가진 기술 유형들이 존재하나, 사용하는 재료(소재)의 특성에 따라 그 유형을 구분하면, 액체 기반의 SLA(stereo lithography apparatus) 방식, 분말 기반의 SLS(selective laser sintering) 방식,

그리고 고체 기반의 FDM(fused deposition modeling) 방식, 이렇게 크게 세 개의 유형별 분류가 대표적이며, 각 유형별 특징을 상대적 기준에 준하여 정리하면 다음의 Table 1[8]과 같다.

Table 1. Characteristics by 3D printer type

	SLA	SLS	FDM
base of material	liquid-based	powder-based	solid-based
precision	high	medium	low
surface finish	high	high	low
durability	medium	high	high
printing speed	high	high	low
color material	limited available	unavailable	limited available
transparent material	available	unavailable	unavailable
flexibility	limited available	unavailable	unavailable

표에서 알 수 있듯이 출력해상도와 출력속도 측면에서 액체기반의 SLA 방식과 분말기반의 SLS 방식이 뛰어나며, 특히 SLA 방식은 레이저를 특정 부분에 조사(照射)할 수 있기에 출력물의 세부묘사가 우수하며, SLS 방식은 분말에 덮여 있는 상태로 조형물이 출력되기 때문에 다른 두 방식에서 출력과정에서 조형물의 지지를 위해 필연적으로 생기는 지지대(supporter)가 생기지 않아서 상대적으로 후처리가 수월하다는 점을 가장 큰 장점으로 들 수 있다. 고체기반의 FDM 방식은 출력해상도와 출력속도에서는 다른 두 개의 유형에 비해 아쉬움이 있으나, 뛰어난 내구성과 함께 재료(소재)와 기기의 가격적 측면에서 이점이 있는 것으로 요약된다.

다음으로 3D 프린터 소재의 경우에는, 현재 기술적 한계로 인하여 3D 프린터의 출력소재로 사용하기에는 제약이 따르는 소재들이 있으며, 출력이 가능하더라도 그 사용목적에 따라 유해성 부분에 대한 검증이 필요한 소재들도 존재하기 때문에, 아직까지 소재 측면에서는 제한적 부분들이 많은 상황이라고 할 수 있다. 그러나 소재 개발이 활발하게 진행되고 있는 상황이기 때문에, 3D 프린터의 출력소재로 그 활용이 가능한 소재들은 지속적으로 늘어날 것으로 예상이 된다[9].

다음의 Table 2는 기발표된 논문[10,11]과 자료를 조사, 3D 프린터의 유형에 따른 대표적 출력소재와 그 특징을 요약, 정리해놓은 것이다.

Table 2. Characteristics of materials by type

Type	Material	Features
SLA	resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fast curing</li> <li>• odorless</li> <li>• low viscosity</li> <li>• relatively economical</li> <li>• expression</li> <li>• acrylic and ABS intermediate series</li> </ul>
	acrylic	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fast curing</li> <li>• odorless</li> <li>• low viscosity</li> <li>• relatively economical</li> <li>• expression</li> </ul>
SLS	PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lightness</li> <li>• excellent durability</li> <li>• heat resistant</li> </ul>
	PP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• electrical characteristics</li> <li>• chemical resistance</li> <li>• lightness</li> <li>• high transparency</li> <li>• used in bottle containers</li> </ul>
FDM	ABS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• able to print in various colors</li> <li>• high durability and able to withstand high temperature</li> <li>• adequately flexible</li> </ul>
	PLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• low printing temperature</li> <li>• does not require heating bed</li> <li>• does not have a strong odor as ABS</li> <li>• Bio-degradable material (eco-friendly)</li> </ul>

이상과 같이 3D 프린터의 대표적 유형과 소재에 대해서 간략히 정리, 요약해 보았는데, 본 연구에서는, FDM 방식의 3D 프린터에 출력소재는 ABS를 사용하여 판매가 가능한 실제품을 제작, 예시를 제안토록 할 계획이다. 물론 출력물의 완성도는 액체기반의 SLA 방식, 또는 분말기반의 SLS 방식이 고체기반의 FDM 방식과 비교하여 상대적으로 우수하지만, FDM 방식 또한 후가공 작업을 통해 최종 결과물의 완성도를 충분히 담보할 수 있다는 점과, 소규모 비즈니스 환경 아래에서 기기와 소재의 운용, 그리고 최종 결과물의 단가가 기존 제품과 비교하여 경쟁력을 갖춰야한다는 전제조건에, FDM 방식이 가장 적합한 것으로 판단되었다는 점이 선정의 이유라 하겠다.

### 3. 선글라스 분석 및 유아동 사이즈표 도출

#### 3.1 선글라스 기본 구조와 명칭

한국산업표준 규격에 따르면 선글라스의 경우, 시력 교정용 안경과 동일한 명칭을 사용하고 있으며, 단지 안

경의 주요 소재인 플라스틱과 금속, 즉 소재에 따른 구조적 차이에 따라서 몇몇 세부명칭이 추가적으로 사용되고 있다.

다음의 Fig. 3은 앞의 2장 마지막 본문에서 언급했듯이, 본 연구가 FDM 방식의 3D 프린터에 ABS를 출력소재를 활용하여 유아동 선글라스 시제품을 제작할 계획이기 때문에, 플라스틱 안경을 중심으로 한국산업표준 규격[12]을 근거로 그 구조와 명칭을 설명한 그림이다.

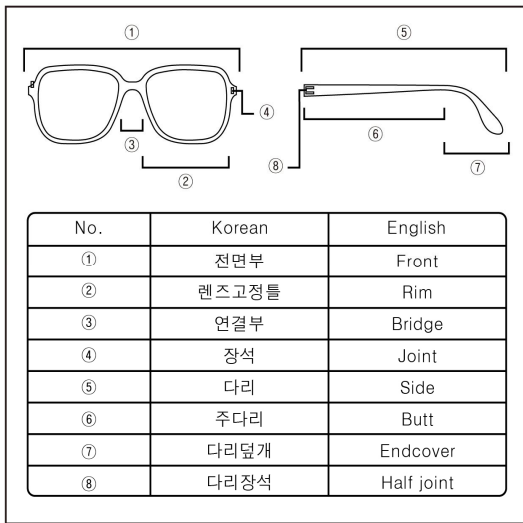


Fig. 3. Structure and name of the plastic glasses

안경의 크기를 결정짓는데 있어 필수적인 부분은 크게 렌즈를 고정하는 부분인 렌즈 고정틀(rim)의 길이, 렌즈와 렌즈를 이어주는 부분인 연결부(bridge)의 길이, 그리고 안경의 전체 다리(side) 부분에서 귀에 닿는 다리덮개(endcover)를 제외한 부분인 주다리(butt)의 길이[13], 이렇게 세 부분의 수치변화에 따라 해당 안경의 크고 작음이 결정된다.

### 3.2 연령별 유아동 선글라스 사이즈표 도출

#### 3.2.1 유아동 시력교정용 안경 사이즈표 분석

연구의 범위 및 방법에서 밝혔듯이 현재 유아동을 대상으로 한 선글라스의 경우, 시장에서 다양한 크기의 제품을 구할 수 없을 뿐만 아니라 표준규격조차 아직 마련되어 있지 않은 상황[14]으로, 표준규격이 마련돼 있지 않은 점은 동일하나, 나름 다양한 크기의 안경이 몇몇 전문 업체를 통해 공급되고 있는 시력교정용 안경의 사이

즈표를 분석하여 유아동 선글라스 제작을 위한 사이즈표를 도출토록 하겠다.

다음의 표 Table 3은 유아동의 연령별 선글라스 크기를 도출하기 위해 활용된 시력교정용 안경의 사이즈표로, 전문 유아동 시력교정용 안경 업체들 중 가장 촘촘한 연령대별 안경을 시장에 공급하고 있는 ‘토마토안경’에서 제공되는 사이즈표이다. 표를 살펴보면 크게 12개월부터 8세까지 총 4개의 연령대별 범주로 구성이 되어 있으며, 안경의 크기를 결정짓는데 있어 필수적인 렌즈 고정틀, 연결부, 그리고 다리, 이렇게 세 개의 항목별 치수로 제공하고 있는데, 주다리 치수의 경우에는 최대 32mm의 길이를 늘릴 수 있는 가변식 구조를 채택하여 모든 연령대별 범주에 대응할 수 있도록 하고 있다.

Table 3. Glasses size for vision correction

Age	Rim	Bridge	Butt(mm)
from 12 - under 24(months)	37	14	58-90
2-4	40	14	
4-6	43	15	
6-8	45	16	

위의 표에서 알 수 있듯이, 유아동 선글라스에 비해 연령에 따른 다양한 크기의 안경을 제공한다고 할 수 있는 유아동 시력교정용 안경조차 연령대별 범주의 간격이 넓은 점에서, 유아동의 연령에 맞는 안경이 시장에 제공되고 있지 않다는 점을 다시 한 번 확인할 수 있다.

이런 이유로 다음의 본문 3.2.2에서는 시력교정용 안경 사이즈표(Table 3 참고)를 근간으로 수치변화를 분석하여, 본 연구를 위해 보다 세분화된 연령별 사이즈표를 도출하고, 이를 바탕으로 유아동 선글라스를 3D 프린터를 활용하여 설계하도록 하겠다.

#### 3.2.2 유아동 선글라스 사이즈표 도출

‘토마토안경’의 시력교정용 안경 사이즈표(Table 3 참고)를 활용하여 수치를 산출하는 과정을 중심으로 기술, 최종적으로 렌즈 고정틀과 연결부의 경우에는 2세부터 8세까지 총 7개의 연령별 치수를, 다리의 경우에는 연령대별 범주를 두개로 구성하여 총 2개의 가변형 치수를 보여주는 사이즈표를 제시토록 하겠다.

먼저, 렌즈 고정틀과 연결부 치수의 경우, 동일한 분석 과정을 통하여 치수를 도출하였으며, 그 산출과정은 다

음과 같다.

- 1) 토마토안경 브랜드 표의 각 연령대 범주의 수치를 해당 범주의 최대 연령의 수치로 설정한다.
- 2) 하위 연령대 범주의 최대 연령 수치가 상위 연령대 범주의 최소 연령 수치가 되게 한다.
- 3) 앞의 두 단계를 통해 정해진 각 연령대 범주 최대, 최소 연령의 중간 수치를 계산, 이를 최대, 최소 연령 사이의 연령 수치로 정한다.

6-8세 범주를 예를 들어 설명하면, 6-8세의 렌즈 고정틀 수치인 45mm와, 연결부 수치인 16mm는 8세에 해당하는 수치가 되며, 6-8세 하위범주인 4-6세의 렌즈 고정틀 43mm과 연결부 15mm는 상위범주의 최소연령인 6세의 수치가 된다. 따라서 7세의 렌즈 고정틀 수치는 43mm와 45mm의 중간 값인 44mm, 연결부는 15mm와 16mm의 중간 값인 15.5mm로 정해진다.

이와 같은 과정으로 연령별 렌즈 고정틀과 연결부의 수치를 산출하여 정리하면 다음의 Table 4와 같다.

Table 4. Rim & bridge length by age

Age	Rim	Bridge(mm)
2	37	14
3	38.5	14
4	40	14
5	41.5	14.5
6	43	15
7	44	15.5
8	45	16

다음으로 다리 치수의 경우에는, 연령대가 어릴수록 얼굴정면 길이와 얼굴측면의 길이가 1:1의 비율에 가깝다[15]는 해부학적 이론을 바탕으로, ‘토마토안경’에서 제시하는 다리길이 수치를 바탕으로 앞에서 산출된 렌즈 고정틀과 연결부의 치수를 활용하여 2세부터 8세까지의 각 연령별 수치를 산출하였으며, 그 산출과정은 다음과 같다.

- 1) 얼굴정면이라고 할 수 있는 안경 전면부의 길이를, 렌즈 고정틀 수치에 2를 곱한 후에 연결부의 수치를 더한 값으로 산정, 기산출된 렌즈 고정틀과 연결부의 치수를 활용하여 연령별 수치를 산출하면, Fig. 4의 ①과 같다.
- 2) 다음으로 Fig. 4의 ②와 같이 최소 연령인 2세와 최

대 연령인 8세의 전면부 수치차이인 18mm를 산출하고, Fig. 3의 ③과 같이 연령 증가에 따른 각각의 수치변화 값을 또한 산출한다.

- 3) 다음으로 Fig. 4의 ④와 같이 ‘토마토안경’에서 제시된 다리길이의 최솟값 58mm를 2세로 설정하고 최댓값90mm를 8세로 설정, 수치차이인 32mm를 산출한다.
- 4) 마지막으로 다리길이의 수치차이 값(32mm)을 전면부 수치차이 값(18mm)으로 나누어 백분율로 계산하면, 전면부길이가 1mm씩 증가에 따라 다리길이는 1.78mm씩 증가, 이 수치를 전면부 수치차이 값인 Fig. 4의 ③에 각각 곱한 후, 최대 연령인 8세의 90mm부터 빼거나, 또는 최소연령인 2세의 58mm에서 더하면서 순차적으로 계산을 하여 연령별 다리길이를 산출한다.

Age	Front		Interval value		Butt	
	①	②	③		④	
2	88	18	2-3	3	58	
3	91		3-4	3		
4	94		4-5	3.5		
5	97.5		5-6	3.5		
6	101		6-7	2.5		
7	103.5		7-8	2.5		
8	106					90

Fig. 4. Generating process of butt length

6-8세 범주를 예를 들어 설명하면, 6세의 전면부는  $37 \times 2 + 14 = 88(\text{mm})$ , 7세는  $38.5 \times 2 + 14 = 91(\text{mm})$ , 그리고 8세는  $39 \times 2 + 14 = 94(\text{mm})$ 이며, 6세에서 8세까지 전면부의 수치차이는 동일하게 각 2.5(mm)씩 이다. 따라서 주다리 길이와 전면부 수치차이의 백분율 값인 1.78을 전면부의 수치차이인 2.5에 곱한 값인 4.45를, 8세 다리길이의 최댓값인 90에서 뺀 85.5(mm)가 7세의 주다리길이가 되며, 이 값에서 다시 4.45를 뺀 81.1(mm)가 6세의 주다리길이가 된다.

이와 같은 과정으로 연령별 주다리길이의 수치를 산출하여 정리하자면 다음의 Table 5와 같다.

Table 5. Butt length by age

Age	Butt(mm)
2	58
3	63.3
3	68.6
5	74.9
6	81.1
7	85.5
8	90

Table 6은 2세부터 8세까지 유아동 선글라스 제작을 목적으로 최종 도출된 사이즈표로, 기존 ‘토마토안경’의 시력교정용 안경 사이즈표와 비교하여 렌즈 고정틀과 연결부는 1년 단위 연령별 치수를, 주다리길이는 5세를 분기로 2개의 가변형 치수를 제공함으로써, 보다 세분화된 크기의 유아동 선글라스를 제작할 수 있도록 구성되어 있다.

Table 6. Final size for Children’s sunglass

Age	Rim	Bridge	Butt(mm)	
2	37	14	63-75	
3	38.5	14		
4	40	14		
5	41.5	14.5		
6	43	15	68-90	
7	44	15.5		
8	45	16		

#### 4. 유아동 선글라스 실제품 제작

4장에서는, 앞의 3장에서 분석연구를 통해 도출된 유아동 선글라스 연령별 사이즈표를 근간으로, 선글라스를 디자인, 모델링 작업을 통해 3D 데이터를 얻고 이를 3D 프린터로 출력한 후, 후가공 작업을 거쳐, 최종적으로 판매가 가능한 실제품을 제작토록 하겠다.

##### 4.1 아이디어 및 디자인 단계

3D 프린터로 출력할 유아동 선글라스의 기본형태를 디자인하는 단계에서 가장 크게 고려하였던 점은, 성장기의 유아동의 얼굴형과 활동성을 고려함과 동시에 커스터마이징이라는 3D 프린터의 장점을 살린 디자인 방향을 설정하는 것으로, 이 부분과 관련된 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 렌즈 고정틀의 경우에는 가장 대중적인 안경 형

태의 하나인 웰링톤(wellington) 형[16]을 기본으로, 넓은 시야각을 제공할 수 있게 최대한 상, 하단을 넓고 라운드 형태를 지닐 수 있게 디자인 하였으며, 유아동의 경우에는 골격이 미성숙 단계이므로 안경 하단 부분이 얼굴의 관골(顴骨) 부분에 넓게 닿지 않도록, 일반 선글라스보다 최대한 완만하게 렌즈 고정틀의 기울기를 디자인하여 접촉면을 최소화하였다.

둘째, 다리의 경우에는, 활동성을 고려하여 귀를 최대한 감싸는 형태인 스프링다리(curl side) 형[17]을 기본으로, 출력소재인 ABS의 딱딱함으로 인한 불편함을 최소화할 수 있도록 다리 끝의 형태를 귀를 완전히 덮지 않고 귀안 쪽의 유양돌기(乳樣突起) 부근에서 밑으로 떨어지게 디자인함과 동시에, 기산출한 연령별 범주에 따라 다리길이를 늘리거나 줄일 수 있도록 가변형 구조로 디자인하였다.

셋째, 다리 부분의 전체적인 강도를 해치지 않은 범위에서 고객이 원하는 특정 이니셜(initial)이나 문양을 다리 부분에 조형할 수 있게 함으로써, 차별화된 디자인적 요소를 제공할 수 있도록 하였다.

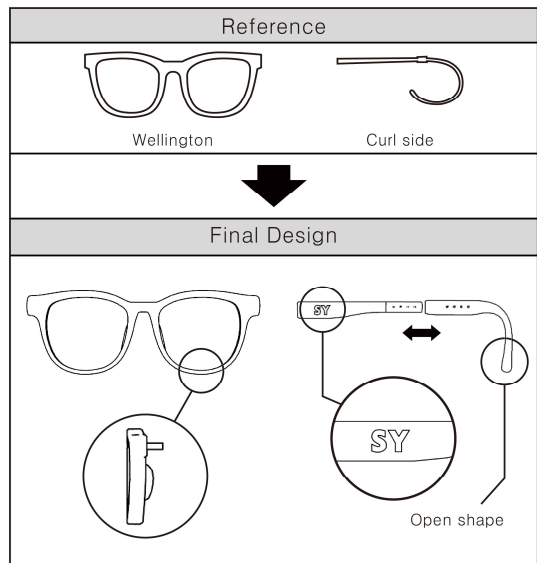


Fig. 5. Final design for Children's sunglasses

##### 4.2 3D 모델링 및 출력 단계

3D 프린터로 출력할 데이터를 만들어내는 3D 모델링과 모델링 데이터를 실질적으로 출력하는 단계에서 가장 크게 고려하였던 점은, 출력 후 과정인 후가공 작업과 조



립 작업의 편의성을 높일 수 있는 3D 데이터를 만드는 것으로, 이와 관련된 중요내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기본적으로 안경의 전면부와 다리, 이렇게 두 개의 부분을 나누어 출력을 한다는 전제를 가지고, 출력 결과물의 완성도와 조립 편의성을 고려하여 가변이 필요한 다리뒤편과 같은 부분의 경우에는 세부적으로 더 분할하여 모델링 작업을 진행, 총 10개의 조각들로 구성된 3D 모델링 데이터를 만들었다.

둘째, 출력결과물의 강성확보를 위해, 하나의 덩어리(mess)로 출력이 가능한 부분이라도 적층방향에 따라 강성확보에 어려움이 있다고 판단되는 부분의 경우에는, 그 부분을 분할한 후, 강성을 확보할 수 있는 형태로 3D 모델링 데이터를 만들었다.

셋째, 최종 조립 시, 직결나사를 통해 연결이 되는 전면부와 다리의 접합부는, 사용용 0.2mm 규격나사보다 나사 구멍을 작게 모델링을 하여 체결감에 문제가 없도록 3D 모델링 데이터를 만들었다.

마지막으로, 출력을 위해 분할된 부분들을 배치함에 있어 출력물의 표면품질을 최대한 담보하기 위해, 출력시 안정적인 적응을 위해 생기는 지지대를 최소화할 수 있도록 3D 모델링 데이터를 배치하였다.

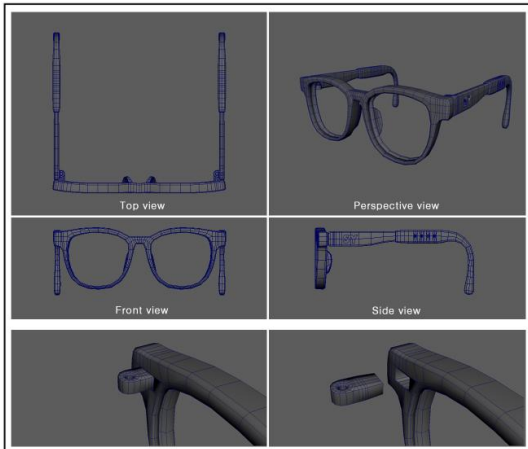


Fig. 6. Final 3D Modeling for Children's Sunglasses

출력 시, 세부설정 부분과 관련하여 추가설명을 덧붙이면, 기본적으로 안경의 내구성을 확보하기 위해 출력물의 외벽(wall) 두께를 최대한 확보함과 동시에, 유아동을 대상으로 한 제품인 만큼, 강성이 유지되는 선에서 출력물 내부(infill)의 조밀도는 최소화함으로써 최대한 출

력물을 경량화할 수 있도록 세부설정을 하여 출력을 진행토록 하였다.

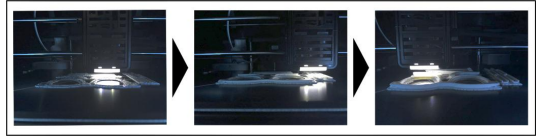


Fig. 7. Actual output process by 3D printer

#### 4.3 후가공 및 조립 단계

출력물의 표면처리와 도색이 주된 작업인 후가공 단계와 최종 조립 단계에서는, 출력물의 표면을 최대한 부드럽게 처리함과 동시에, 접착이 필요한 부분에는 접착면의 마감에 신중을 기해 표면처리를 한 후, 시간의 경과에 따라 색변(色變)이 일어나는 것을 최대한 방지하기 위해 도색과정에서는 안료의 안착성을 높여주는 하도(下塗) 도색을 꼼꼼하게 진행한 후, 상도(上塗) 도색을 위한 안료와 코팅제를 도포하고 건조과정을 거친 뒤에 조립을 진행, 작업을 마무리 하였다.



Fig. 8. Post-processing & final product

위 예시의 경우, 3.2.2에서 도출한 유아동 선글라스 사이즈표의 3세용 치수를 바탕으로 제작, 시중에서는 구할 수 없는 크기를 가지고 있는 제품으로, 유아동 선글라스 크기에 대한 소비자의 요구를 충족시켜줄 뿐만 아니라, 제작비용을 산출하였을 때 시중의 제품들과 비교하여 가격적 측면에서 또한 경쟁력이 있다는 것을 확인할 수 있



었다. 다음의 Table 7은 순수 제작비용을 항목별로 정리한 표로 출력소재 비용의 경우에는 활용하는 3D 프린터에 따라서, 렌즈 비용의 경우에는 어떤 제조사의 렌즈를 장착하느냐에 따라서 약간의 변동이 생길 수 있음을 밝힌다.

Table 7. Total production cost

Item	Cost(won)		
output material(ABS)	420	17.26g	
post-processing & painting	sandpaper	5,500	
	surfacer	5,000	200ml
	paints	4,000	100ml
	cleasr	3,000	100ml
lens	15,000	external mounting	
total	32,920		

## 5. 결론

3D 프린팅 기술이 4차 산업혁명을 이끌 핵심 기술의 하나로 소개되면서 대중의 관심뿐만 아니라, 커스터마이징된 제품의 소량생산이라는 장점으로 인하여 디자이너들에게 또한 새로운 창작도구로 주목을 받게 되면서, 다양한 관련 기술서들과 연구결과들이 제공되고 있는 상황이다. 그러나 개인 디자이너 또는 소규모 디자이너 그룹의 입장에서 3D 프린팅 기술을 활용하여 진입할 수 있는 소규모 비즈니스 모델에 대한 정보는 부족하다고 판단되어, 현재 의료 도구와 패션 경향의 목적으로 많은 이들에게 필수품으로 인식되고 있는 안경[18], 특히 소비자의 니즈가 있음에도 불구하고 작은 시장규모로 인하여 전통적인 제조방식으로는 다양한 크기의 제품을 시장에 공급하는 것에 어려움이 있는 유아동 선글라스를 가지고, 소규모 비즈니스 모델로서 확장이 가능한 실질적 예를 제시하는 것을 목적으로 본 연구를 진행하였다.

연구결과를 요약해 보면, 먼저 유아동 선글라스와 비교하여 상대적으로 다양한 크기의 안경을 시장에 제공하고 있는 시력교정용 안경의 사이즈표를 분석, 보다 다양한 크기의 유아동 선글라스를 제작할 수 있는 보완된 연령별 사이즈표를 연구과정에서 도출할 수 있었다는 점과, 사이즈표에 근거해 실제품을 3D 프린터로 출력해 본 결과, 실판매를 위해서는 마케팅적인 부분이 추가되어야 하겠지만, 제품 자체 결과물의 완성도뿐만 아니라 가격적인 측면에서 충분히 경쟁력이 있는 제품이 될 수 있다

는 것을 확인할 수 있었다는 점에서, 본 연구의 의의를 찾을 수 있었다.

마지막으로, 3D 프린팅 기술이 지속적으로 발전하고 있는 상황에서, 기기의 성능은 계속 개선이 되고 동시에 기기와 소재의 가격은 계속 하락할 것이기 때문에, 보다 많은 디자이너들이 그들의 창작활동에 3D 프린터를 활용할 것으로 예상된다. 따라서 3D 프린팅 기술과 관련하여 기기의 활용뿐만 아니라, 커스터마이징된 제품의 소량생산이라는 3D 프린터의 강점을 보여줄 수 있는 실질적 예가 포함된, 다양한 후속 연구들이 진행되어, 3D 프린터가 디자이너들에게 창작의 폭을 넓혀줄 수 있는 도구로서의 역할뿐만 아니라, 다양한 비즈니스 모델을 전개할 수 있는 매개체가 될 수 있기를 희망해본다.

## REFERENCES

- [1] S. J. Shin, C. K. Ahn & K. Y. Park. (2017). A case study on the application of new hand splint using 3D printing. *Convergence Society for Small and Medium Business*, 7(2), 25-29.
- [2] G. Y. Chu. (2017). *Scott Crump 3D Printer World's No. 1 Founder and President of Stratasys*. The Korea Economic Daily.
- [3] A. Y. Lim. (2015). *A study on business model of online customizing service for sales of basic cosmetics*. Master's dissertation. Sungkyunkwan University, Seoul.
- [4] K. J. Sung & S. R. Kim. (2016). A Study on the Curriculum by the Process of Actual Use of 3D printer : Focus on the College of Design. *Journal of Digital Convergence*, 14(6), 381-394.
- [5] D. H. Won. (2017). Development of 3D printer heating block using clad plate material. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(4), 199-205.
- [6] W. S. Lee & S. A. Kim. (2015). Development of High-heel Design Applied by FDM Three-Dimensional Printer Output. *Korea Society of Design Trend*, 48(48), 521-530.
- [7] S. M. Kim. (2014). *Personal 3D Printing*. Seoul : Youngjin.com.
- [8] S. Y. Jin & C. S. Oh. (2014). A Study on the Effects of 3D Printing on Design Business. *Journal of the Korean Society Design Culture*, 20(4), 75-86.
- [9] S. R. Kim. (2017). *3D Printing Solution through Practical Examples*. Gimhae : Inje University publishing department.

- [10] K. H. Whi. (2014). A Comparative Study on 3-Dimensional Printing Technologies Used in Jewelry Designing, *The Journal of the Korea Society of Art & Design*, 17(1), 137-161.
- [11] K. H. Ryu & J. H. Seo. (2017). Utilization of 3D CAD and 3D Printer and UV Curavle resin Casting Defect. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(3), 169-176.
- [12] Korean Agency for Technology and Standards. (2016). *Optics and optical instruments - spectacle frames - vocabulary and lists of equivalent terms*. Korean Agency for Technology and Standards. <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSGISO7998&tmprKsNo=KSGISO7998&reformNo=03>
- [13] E. Y. Yun. (2013). A Study on the Current Status of the Glasses Design Industry in Korea. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 15(3), 199-211.
- [14] Y. L. Choi. (2016). Spectacle Frame Size System Development for Smart Glass design. *Korea Society of Basic Design & Art*, 17(2), 563-572.
- [15] K. S. Chae, K. J. Lee, W. C. Song & H. S. Leem. (2012). Ophthalmic Anthropometry for Dimension of Spectacle Frame for Korean Presbyopia. *Korean Journal of Vision Science*, 14(4), 303-312.
- [16] J. H. Won. (2014). *A Study on Forms of Sunglasses according to Twenties Men's Facial Forms*. Master's dissertation. kookmin University, Seoul.
- [17] M. G. Joe. (2010). *A Study on Design Development of Eyewear for Children*. Master's dissertation. kookmin University, Seoul.
- [18] M. S. Kang & I. S. Kim. (2008). A Study about How to Design the Rim of Spectacle Frame : Focused on the DESIGN Method of the Rim. *The Korean Ophthalmic Optics Society*, 13(4), 37-42.

김 세 영(Kim, Se Yeong)

[정회원]



- 2018년 2월 : 인제대학교 영상애니메이션학과(디자인학사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 U디자인학과 석사과정
- 관심분야 : 3D animation, 3D printing, Motion graphic

· E-Mail : redwave95@naver.com

김 석 래(Kim, Suk Rae)

[정회원]



- 2004년 3월 : 미국 Savannah college of art and design, Computer art(MFA)
- 2016년 2월 : 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사수료
- 2007년 2월 ~ 현재 : 인제대학교

멀티미디어학부 교수

· 관심분야 : 3D animation, Character design, 3D printing

· E-Mail : deani4@inje.ac.kr