

# 파라메트릭 디자인 기반 3D 모델링 SW를 활용한 패션디테일 프로토타입 개발

서문예진 · 주희영 · 김영인<sup>+</sup>

연세대학교 생활디자인학과 박사수료 · 연세대학교 생활디자인학과 박사수료 ·  
연세대학교 생활디자인학과 교수<sup>+</sup>

## The Development of Fashion Detail Prototype Using 3D Modeling SW Based on Parametric Design

Seomoon, Yejin · Ju, Hee Young · Kim, Young In<sup>+</sup>

Ph. D. Candidate, Dept. of Human Environment Design, Yonsei University

Ph. D. Candidate, Dept. of Human Environment Design, Yonsei University

Professor, Dept. of Human Environment Design, Yonsei University<sup>+</sup>

(received date: 2019. 8. 27, revised date: 2019. 9. 19, accepted date: 2019. 9. 23)

### ABSTRACT

Parametric design has become one of the most important styles among recent design methods based on digital techniques and computation. parametric design methods can be used to functionalize the relationships between various components and regeneratively modify infinite types of designs and structures, unlike conventional methods. As a tool for clothes work reconstructed in a new form and style with 3D-CAD modeling and the 3D printing process for fashion detail, this technology aims to commercialize the current fashion industry; it includes technologies that can simulate clothing design in 3D virtual environment and incorporate real-time modification and re-design processes and final fashion-detail products through 3D printing. To achieve this, 3D fashion styling libraries in conjunction with digital cloning technology are built to incorporate parametric design and 3D printing technology in the fashion industry and ensure the reconstruction of designs through fashion details, which are clothing component.

Key words: fashion-detail(패션디테일), 3D printing(3D프린팅), parametric design(파라메트릭디자인)

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

건축, 예술, 시각 등 여러 디자인 분야에서 새로운 방법론으로 활용되고 있는 파라메트릭 디자인은 SW(software, 소프트웨어)를 통해 여러 값으로 변환 가능한 알고리즘을 기획하고 이를 기반으로 수많은 형식의 디자인 결과물을 생성하는 방법으로 현재 패션디자인 분야에서 새로운 시도와 함께 도입되기 시작하였다(Ahn, 2010). 파라메트릭을 통한 디자인 방법은 무수히 다양한 구성 요소 간의 관계를 함수화하여 비정형적 형태와 표면 패턴 형태를 형성하는 모델링 기술로 정형적인 형태(shape & form)를 활용한 모델링보다 이미 모델링 된 기본 형상의 비정형적인 표면 패턴을 재생성하거나 전체적인 형태를 재구성할 수 있는 확장성이 높다. 이러한 점 때문에 기존의 방법과는 달리 알고리즘에 의해 무한한 디자인의 형태, 구조 등을 재생성하거나 변형할 수 있고, 거의 완성품과 흡사한 형태의 시뮬레이션이 가능하여 반복적 수정을 통해 각 단계에서 발생하는 실패를 줄이는 경제적인 효과도 있다(Kwon & Jun, 2014). 특히, 패션에서는 패턴의 결구 부분을 통해 접합하고 재구성하여 새로운 변형에 따른 디자인 확장으로 변형 가능한 의복의 구조 형식에 적용하기 쉽다. 의복을 구성하는 부분들을 파라메트릭 모델링으로 구축하게 되면 한 개의 부분의 변형을 통해 이와 관계를 맺은 다른 부분들 또한 같이 변형되기 때문에 취향을 중시하는 개인 맞춤형의 커스터마이징(customizing) 산업에도 활용될 수 있다. 이러한 개인 맞춤형의 생산은 소비자 개인이 디자인 설계 단계에 개입해 소비자가 원하는 조합을 직접 선택해 주문하고 생산하는 방식으로 3D 프린팅이 도입되면서 디자인 분야에서 사용자 참여도가 확장되고 있다(Eom & Kim, 2018).

미국 다빈치 연구소장이며 미래학자인 토마스

프레이에 따르면 3D 프린터를 활용한 커스터마이징 산업이 2016년은 31억 달러에서 2020년은 52억 달러까지 성장할 것으로 예상하였다. 국내의 패션 의류 3D 프린팅 SW 시장 규모는 2015년 약 2700억 원대에서 현재 2900억 원대로 점차 증가하고 있고 국외 시장 규모도 마찬가지로 약 90억불에서 100억불로 증가하고 있다(Park, Baek, Lee, Park, & Lee, 2015). 게다가 대형 오프라인 유통업체들이 중소형 e-커머스 브랜드들을 인수·합병하여 온라인 플랫폼에 대한 성장을 본격화하면서 3D 패션에 대한 전망을 보여주고 있다. 이러한 온라인 플랫폼의 성장은 입체 패션과의 결합으로 커스터마이징 산업에 긍정적인 시너지 창출을 예견하는 것으로 평가되어 진다.

현재 패션 관련 소프트웨어는 2D 기반의 캐드(CAD)가 여전히 사용도가 높으며 3D 기반의 캐드는 2D-CAD의 기술적 보완 프로그램 정도로 주로 가상 시뮬레이션 및 텍스타일, 패턴 제작 등의 소프트웨어에 치중되어있으며, 특히 패션 분야에서 패턴변형에 부분에서는 3D 캐드는 현저히 낮아, 디테일한 변형이 이루어지지 않고 있다. 이와 같은 한계점에 따라 유형화된 파라메트릭 기법의 객체들을 서로 연관성 있는 관계로 정의하여 패션에 접목이 용이한 비정형 3D 모델링 생성 SW(소프트웨어, software)를 연구 개발하고자 한다. 이 시스템은 3D 뷰어에서 메뉴에 지정된 의상과 관련한 구성 요소의 세부 항목들을 선택하여 자동으로 의상의 디테일 형태의 3D 모델링 유닛들이 생성되고, 그 유닛들을 사용자가 직접 편집하는 사용자 친화적인 소프트웨어를 지향한다. 의상의 구성 요소인 패션디테일의 3D-CAD 모델링과 3D 프린팅 프로세스의 접목으로 새로운 조형 양식 스타일로 재구성된 의상 작업을 위한 도구로써 현 패션산업의 상용화 기반을 목표로 하며 본 개발대상 기술은 의류디자인을 3D 가상으로 시뮬레이션하면서 실시간으로 수정 및 리(Re)디자인 과정과 3D 프린팅 제조과정을

거쳐 최종으로 패션디테일 제품을 제작하는 통합 SW를 포함하는 기술을 목표로 한다. 이 연구에서는 패션산업에서의 파라메트릭 디자인과 3D 프린팅 기술을 접목하며 새로운 디자인 방법론 및 가이드스를 도출하기 위해 Digital clothing 기술과 연계한 3D 패션 스타일링 라이브러리를 구축하여 의상의 구성 요소인 패션디테일을 통한 디자인의 재구성을 확보한다.

또한, 온라인 플랫폼을 기반으로 한 맞춤형 패션 제품의 구매를 활성화하기 위한 웹 기반의 파라메트릭 3D 모델링을 생성하고 편집하는 기능을 구현하기로 한다. 이를 위해, 첫 번째로 칼라, 소매 등의 패션디테일에 대한 데이터베이스(DB, database)의 항목과 구조도를 완성한다. 두 번째로 구성된 항목을 기반으로 패션디테일의 3D 모델링 유닛(Unit)을 개발한다. 마지막으로 파라메트릭 3D 모델링 SW를 활용한 패션디테일 시제품을 통해 패션산업에 대한 새로운 디자인 방법을 적용하고 검토함으로써 가능성을 제안한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 파라메트릭 디자인

지식기반(knowledge based)설계과정의 하나로 인식되는 파라메트릭 디자인은 디지털 형태 생성 기술이며, 디자인의 목적을 위해 활용하는 도구를 디자인하는 것을 의미한다. 디자인 과정 중에 생기는 매개변수(parameter)라고 하는 여러 가지 요구사항을 일정한 매개변수를 대입하여 수학적 계산식에 의해 표면적 형태를 정의하는 개념의 모델링 기술이다. 디지털 형태를 구성하는 점, 선, 면과 같은 다양한 기하학적 조형 요소들을 서로 연관성 있는 관계로 정의하여 특정 객체에 변형을 주게 되면 이와 상호연관성을 갖는 요소들로 이루어진 객체들이 따라서 변화하는 모델링 생성 기술이므로(Lee et al., 2016), 새로운 디자인 개념과 컴퓨터의 논리적 체계를 활용하여 다

양한 형태와 패턴들을 파생시킬 수 있는 창조적 디자인 방법론이다(Park, 2012). 건축디자인, 제품디자인, 예술 등 다양한 디자인 분야에서 새로운 방법론으로 활용되고 있는 파라메트릭 디자인은 가변성을 통해 기존의 디자인 방법과 차별하여 알고리즘에 의해 다양한 디자인의 형태, 구조 등을 무한히 생성 또는 변형할 수 있다. 특히, 패션디자인에서는 알고리즘 기술을 통해 패턴을 변형시켜 디자인의 형태를 확장하고 이에 따른 실루엣의 변형과 함께 섬유와 배색과 같은 디테일 부분에도 무한히 변화시키는 것이 가능하며, 동시에 사용자 니즈를 반영하여 직접 디자인 과정에 참여하는 참여형의 디자인 개발 도구로 활용될 수 있다. Youn & Koh(2011)에 따르면 파라메트릭 디자인의 모델링은 두 가지 방식으로 구별할 수 있는데 이는 구속조건기반(constraint based)과 번식기반(propagation based)이다. 그중 번식기반 파라메트릭은 알고리즘을 이용하여 다양한 공간 구성과 형태를 생성할 수 있어 수많은 새로운 형상 대안을 만들어 낼 수 있다(Yoon & Koh, 2011). 따라서 다양한 비정형 형태를 만들 수 있는 번식기반 파라메트릭 모델은 다양한 디자인 자원의 접목과 새로운 시도가 가능한 패션 디자인 분야에서 그 활용가치가 높다. 이 연구에서는 파라메트릭 디자인의 모델링 표현기법 중에서 패션디자인에 자주 사용되는 형태 표현방법인 프랙털(Fractal) 기법과 패턴 생성방법인 테셀레이션(Tessellation) 방법의 특성을 알아보고자 하였다.

#### 1) 프랙털(Fractal)

프랙털은 자연에서 흔히 볼 수 있는 불규칙한 조각의 모양이며 그 특성으로는 전체의 형상이나 구조가 부분의 구조와 같아 규모를 확대하거나 축소하여도 같은 형태를 지니는 자기 유사성을 갖는 것이고, 이로 인해 새로운 형태를 제시할 수 있다(Um, 2010). 또한, 비정형성을 가지므로



〈Fig. 1〉 Bahai, 3D Print Dress,  
ThreeAFour, 2013  
(Materialise, 2013)



〈Fig. 2〉 Reptilian Dress,  
ThreeAFour, 2016  
(WWD, 2016)

예상치 못한 형태의 변화가 가능하며, 알고리즘의 반복을 통해 복잡한 구조를 유도한다. 단순한 기하학 개념으로 출발한 프랙털은 1980년대 심미적인 기하학 이론으로 연구되어 최근 새로운 형태를 생성하는 방법을 추구하고자 노력하는 예술, 디자인, 건축 등의 분야에서 다양하게 적용되고 있다(Lee et al., 2016). 프랙털을 유사 반복적 증식의 특성이 있으며(Cho & Yoo, 2018), 패션에서 다양한 작품에 적용되었다.

〈Fig. 1〉은 쓰리에이포(threeAFour)의 2013년 Bahai라는 작품으로 자연의 프랙털을 유사 반복적 증식의 표현기법으로 표현하였다. 서로 다

른 크기의 유사 패턴들을 배열함으로써 드레스의 형태를 완성하였다. 〈Fig. 2〉는 2016년 threeAFour의 작품으로 14가지 패턴으로 의도적인 자기 유사 반복 표현을 통해 텍스처(texture)를 구현하여 동물의 깃털이나 스킨(skin)에서 표현된 질감을 표현하였다.

## 2) 테셀레이션(Tessellation)

표면(surface)의 분할을 통해 조형을 만드는 테셀레이션은 면 분할 때문에 만들어진 조형에 대해 개체마다 고유한 파라미터(parameter)를 가지고 정해진 알고리즘에 의해 전체를 형성하는



〈Fig. 3〉 Magnetic Motion  
Iris Van Herpen, 2014  
(VOGUE, 2014)



〈Fig. 4〉 Gems of the Ocean  
Melinda Looi, 2015  
(i.Materialise, 2015)

방법이다. 테셀레이션은 특징은 벌어진 간격이나 겹쳐진 부분없이 면과 공간을 완전하게 덮어 형태를 표현하는 것이다. 파라메트릭 디자인에서 패턴 형성 시 단순 평면이 아니라 곡면이나 입체적인 형태에 적용하기 위해서 자기 유사적 방법으로 비정형적 패턴을 생성하는데 이때 테셀레이션 기법을 적용한다(Lee & Ahn, 2008).

〈Fig. 3〉은 3D 프린팅을 패션의 최초로 접목한 디자이너로 유명한 아이리스 반 헤르펜의 2015년 작품으로 4개의 패널로 구성되어 뾰족한 개체가 연속적으로 표면에 분포되어 패턴을 이루고 있어 생동감과 입체감을 동시에 준다. 〈Fig. 4〉는 멜린다 루이의 2015년 작품으로 표면에 압축 형태의 개체들을 배치하여 어깨를 강조하였고, 드레스의 전체적인 표면에 개체들을 연속성 있게 두어 표면을 형성하였다. 이는 추상적이면서도 역동적인 패션의 패턴표현에 용이하게 쓰였다.

## 2. 패션디테일

패션디테일은 의복의 전체적인 실루엣에 추가적으로 세부적인 부분을 활용해 장식효과를 주는 것을 말한다(Lee & Kim, 2016). 이는 디자인의 특징적인 이미지를 부각하는 포인트로 많이 사용되고 있으며 창의적인 디자인 형성을 위한 기초적으로 단순하게 접근한 방식 중의 하나이다(Lee, 2010).

패션디테일은 칼라, 커프스, 포켓 등의 복식 구조에 따른 디테일과 프릴, 러플, 셔링 등의 장식을 위한 디테일로 나눌 수 있으며(Kim & Yoon, 2013), 전체적인 실루엣에 특정 이미지를 부각하는 장식적 효과를 주기 위해 사용되는 세부적인 부분이다. 과거에는 패션에서 장신구의 기능을 자아표현과 신체에 장식하는 기능을 기반으로 신분고 자본주의의 표출과 같은 사회적인 상징성, 소중한 의미로서의 신체적 기호, 실용적 활용을 위한 기능성 등으로 분류하였다(Kim, 2015). 최근 다양하고 개인화된 스타일에 대한 소비자들의

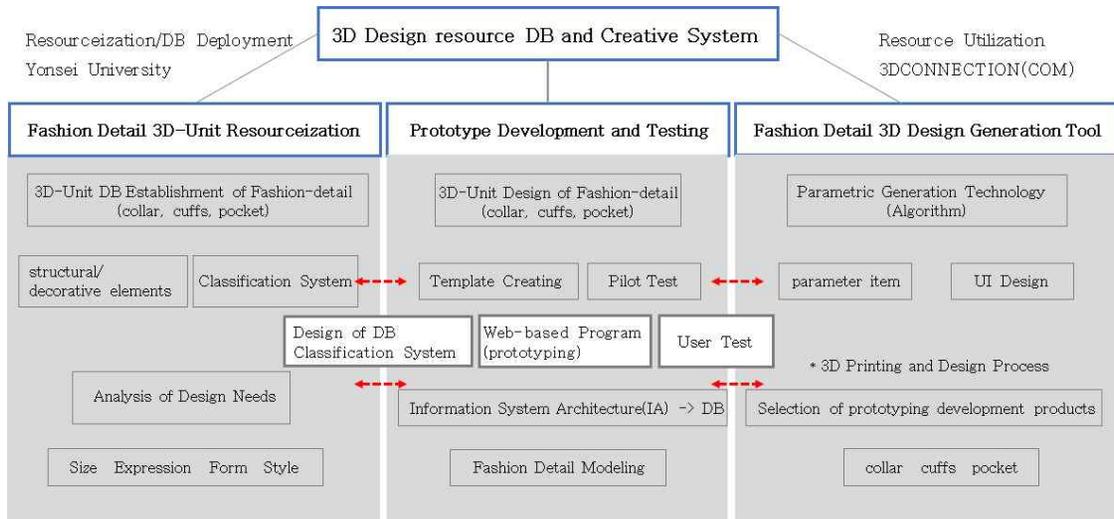
요구가 많아지면서 의복 일부분으로 분류되었던 패션디테일은 점차 다양한 스타일링을 통한 개성 표현의 장식적인 역할로서 더 요구되고 있다. 이렇게 사회적 지위를 반영하는 장식적 의미의 패션이 현재에는 개인의 개성을 반영하는 하나의 방법으로 인식되고 있다. 또한, 최근 패션산업에서는 소규모의 디자이너 브랜드들이 소비자의 세분화된 취향을 고려하고 온라인 플랫폼을 활용하여 다양한 패션디테일 디자인을 통해 지속해서 성장하고 있다.

## III. 파라메트릭 기반 패션디테일 3D 모델링 프로그램 개발

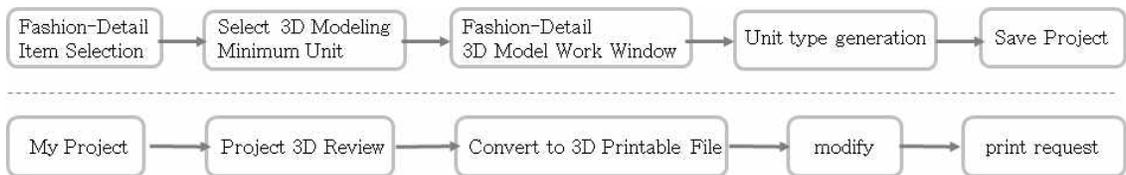
이 연구는 패션과 파라메트릭 디자인 및 3D 프린팅 기술을 기반으로 접목한 연구로 패션디테일 디자인에 최적화된 파라메트릭 기반의 3D 모델링 유닛(Unit) 디자인 리소스를 개발하고 이를 활용한 독창적인 스타일의 패션디테일 디자인을 개발하고 창작하는 것에 활용될 3D 프린팅 디자인 툴(SW-Application)의 시제품을 개발한다. 이 연구의 연구개발 절차와 기술개발 범위는 아래와 같다(Fig. 5).

### 1. 파라메트릭 3D 모델링 템플릿 SW 인터페이스 설계

패션디테일을 대상으로 파라메트릭 디자인과 3D 프린팅 기술을 접목하는 방법은 패션의복의 디자인 기획, 제작, 생산의 획기적인 전환을 도모할 수 있는 새로운 방법론이다. 사용자가 단순히 편집하고 조합함으로써 패턴, 구조, 텍스타일, 실루엣 등 디자인적 요소들을 다양하게 변화시키는 것이 가능하며 3D 프린터를 통해 아이템으로 실물화하는 과정을 구현하면서 기존의 방법과는 차별화된 사용자 참여형의 패션디자인 제작 시스템 모델을 제시한다. 사용자의 등급을 초보자 기준으로 맞추어진 만큼 품목과 유닛을 제한범위 안



<Fig. 5> Procedure and Scope Technology Development



<Fig. 6> User Scenario Flow

에서 선택하여 디자인을 시도하는 방식으로 구상한다. 이에 따른 모델링 생성과 편집에 대한 인터페이스 구성 요소와 사용자 시나리오는 다음과 같다<Fig. 6>.

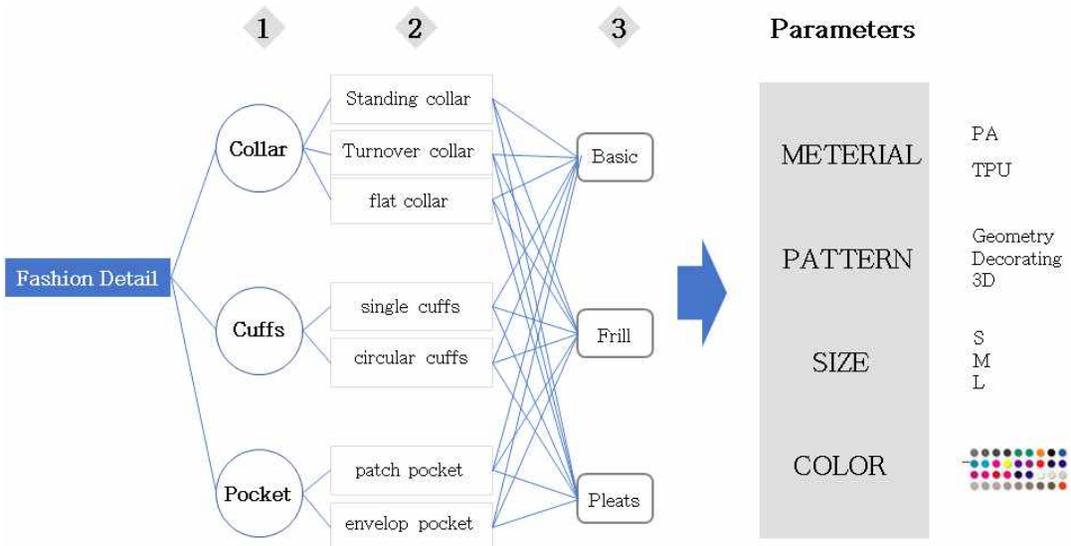
여러 가지 패션디테일 중 디자인 대상을 선정하여 디자인에 활용될 형태요소를 선택한다. 패션디테일의 다양한 형태들로 이루어진 유닛 라이브러리(library)에서 한 가지 유닛을 선택한 후 모델링 작업 창을 열어 파라미터 작업을 통한 미세조정으로 사용자가 원하는 형태를 생성한다. 그 후, 마이 프로젝트(My Project)라는 클라우드 스토리지에 파일을 업로드 후 3D 프린팅으로 출력하여 작업의 실제적인 형태를 확인하는 과정으로 이루어진다. 이를 위한 주요 구현기능 설계안은 다음<Table 1>과 같다.

## 2. 패션디테일 DB 항목필드 및 구조도 완성

패션디테일을 이해하기 위해 문헌 자료와 선행 연구 분석을 통해 패션디테일의 개념과 종류별 형태, 특징을 파악하였다. 패션디테일은 칼라, 소매, 커프스 등의 복식 구조에 따른 디테일과 주름, 자수 등의 장식을 위한 디테일로 분류되며, 구조에 따른 디테일은 전반적인 형태를 결정하고 패션디테일의 아이덴티티(identity)를 정해주며 장식에 따른 디테일은 패션디테일에 세부적인 심미성을 더해 장식적인 역할을 한다. 재구성을 통한 새로운 디자인을 창출하는 것을 목적으로 하였기에 패션디테일에서 의복의 형식과 구성에 대한 구조적인 디테일을 기반으로 장식적인 디테일을 추가하는 방식을 선택하였다. 그중에서도 사

<Table 1> Main Implementation Function Design Proposal

Specification	Function
① Registration of Unit /Search API	· Registration of Unit /Search API
② Unit selection, Template of Parametric Modeling (*ENGINE) * 3D modeling engines are reconstructed by purchasing and reconfiguring the engine when necessary based on open source	· Parametric Deformation Property Selection · 3D Modeling Template
③ 3D Modeling Viewer of real time Units (*OPENSOURCE)	· 3D Modeling shape change on Viewer with Parametric attribute value change
④ Automatic Transformation API of Modeling data for 3D printing output	· 3D Printed Output Preview · 3D printing output type(FDM, SLA/SLS, DLP, etc..) interlocking output specification · Synchronize automatic changes in Modeling data by output specification



<Fig. 7> Fashion-Detail DB and Structural Diagram

용자가 참여하는 샘플제작 과정을 대상으로 하는 만큼 3D 프린팅이 진행되는 소요시간을 고려하여 상대적으로 면적이 작은 칼라, 커프스, 포켓을 선정한다.

SW의 DB 구성을 위해 3D 모델링을 통하여 의복에 패션성을 가미할 수 있는 패션디테일의 추출과 분류를 시행한다. DB 구성을 위한 형태별 유닛으로 구조적 디테일은 칼라, 커프스, 포켓으로,

장식적 디테일은 프릴, 플리츠로 추출 및 재분류하고, 패션디테일의 특성을 기초하여 복식의 구조에 따른 디테일을 기본으로 장식에 따른 디테일을 적용하여 디자인을 구현한다. 패션디테일의 분류와 특징을 종합하여 패션디테일의 각 유닛 형태 및 구조에 대한 표준 분류체계를 정의하고, 파라메트릭의 속성인 스케일링, 비틀기, 늘리기 등의 각 유닛의 형태의 변이성(variation)을 고려한 스

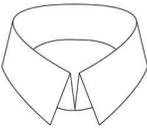
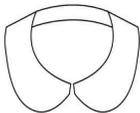
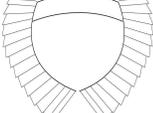
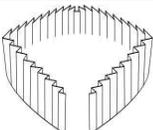
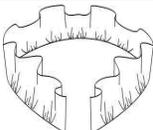
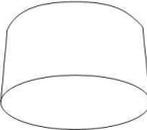
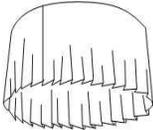
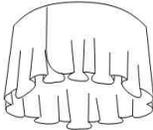
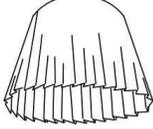
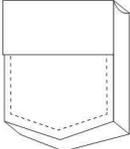
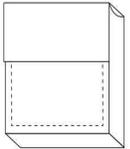
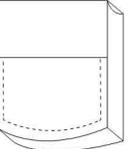
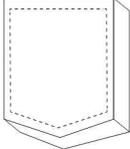
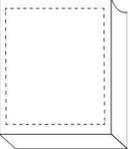
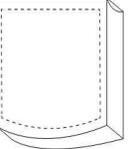
타일의 매개변수 항목을 도출한다. 이를 바탕으로 1,2,3차의 세부적인 분류와 매트릭스 조합을 통해 DB를 구성하고, 최종 도출된 패션디테일 DB 항목 필드 및 구조도는 다음과 같다(Fig. 7).

1) 2D렌더링을 활용한 데이터 1차 가공

파라메트릭 속성에 맞추어 선정된 패션디테일

칼라, 커프스, 포켓에 대한 표준형 모델을 개발하고, 표준모델형의 전체 분류 및 도식화 이미지를 구성하기 위해 2D 렌더링 작업을 진행한다 <Table 2>. 2D 렌더링 작업은 3D 모델링 작업을 하기 전에 구체적인 도안을 구성하기 위한 목적과 동시에 SW의 라이브러리 구성의 아이콘 역할을 할 수 있다.

<Table 2> The Diagram on the Standard Model of Fashion Detail

Fashiondetail	Design		Standard	Pleat	Ruffle
	Classification				
Collar	Standard				
	Flat				
	Stand				
Cuffs	Standard				
	Peplum				
Pocket	Flab Pocket				
	Non Flab Pocket				

## 2) 패션디테일 3D 모델링에 대한 유닛(Unit) 개발

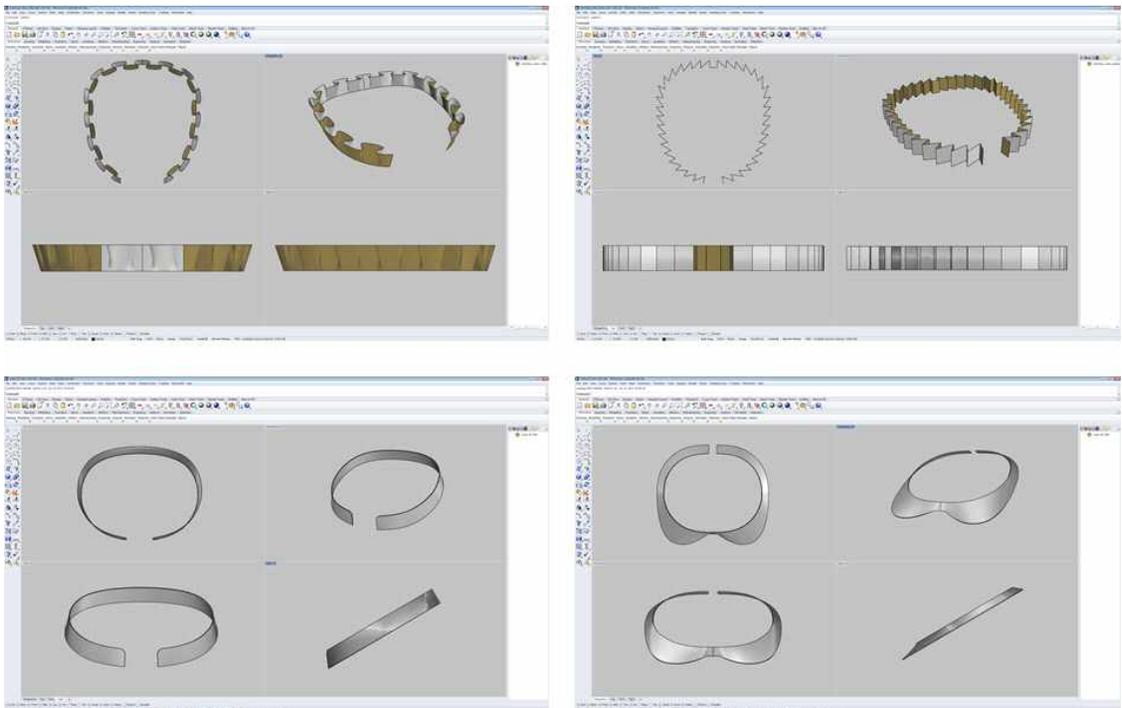
### (1) 라이노 3D 모델링을 통한 패션디테일 형태 설정

다양한 패션디테일 중 하나인 칼라(collar)에 대한 기본 형태를 검토한 후 각각의 스타일을 규정하는 형태요소를 보완한다. 패션디테일 유닛의 생성 구성요소와 원리를 연구하기 위해 UV 기반 공간 구성과 배치 시 패턴 및 재질을 적용하는 방식을 채택한다(Fig. 8). 예를 들어, 칼라의 스타일 중 스탠딩 칼라(standing collar)의 경우, 임의 조정값 즉, 임계값을 강제하고 pleats와 같은 장식적 디테일을 유지하는 형태요소를 추가한다. 또한, 칼라의 스타일을 유지하는 가장자리(edge) 부분의 곡선 면을 유지할 수 있는 라우드(R)값 설정이 필요하다. 또한, 프릴 카라와 같은 스타일일 때 칼라 쪽은 정확한 형태는 아니지만, 프로그램에서 생성 처리가 이루어지고, 특히 턴오버

깃 길이가 관련된 부분까지 임의로 적용한 후 형태 구현이 가능하게 된다. 단, 턴오버 깃 길이(디포밍, deforming)와 반복되는 wave 단위 조정이 필요하다. 라우드(R)값과 깃 길이 등은 패션디테일의 소비자인 성인여성의 신체 치수를 고려하여 임계값을 정하였으며, 반복되는 wave 단위는 전문가들의 의견을 수렴하여 해당 장식적 디테일의 아이덴티티를 유지할 수 있는 범위로 한정하여 정하였다.

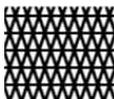
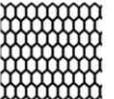
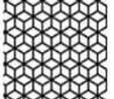
### 3. 패션디테일의 패턴디자인 편집툴 체계 및 프로세스 기획

패션디테일 3D 모델링 표면에 맵핑(mapping)될 텍스타일 패턴이미지에 대한 패넬과 편집창, 변수의 정의 및 구성 요소를 도출하기 위해 텍스타일 패턴을 개발하여 저작물의 프리셋(presets)을 구성한다. 구현할 수 있는 기술적 조건들을

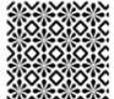
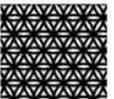
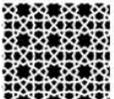
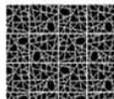


<Fig. 8> The Modeling of Fashion Detail through Rino 3D

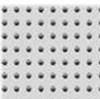
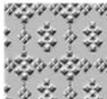
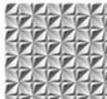
<Table 3> Geometric Pattern Composition

	1	2	3	4	5	6
Motif						
Pattern image						

<Table 4> Decorative Pattern Composition

	1	2	3	4	5	6
Motif						
Pattern image						

<Table 5> Three Dimensional Pattern Composition

	1	2	3	4
Motif				
Pattern image				

고려하여 정방형 리피트 단위 형태를 기본 모티프로 차용하고 형태 변형이 파라메트릭 디자인에서 수용 가능한 범위 내에서 생성되는 패턴의 배열과 크기, 밀도, 간격 등과 관련하여 패턴디자인을 구성한다. 그 결과, 기하학(geometric) 패턴 6개, 장식(decorative) 패턴 6개, 3D(three dimensional) 패턴 4개의 총 3가지 종류의 16개 디자인으로 구성된 패턴디자인 결과물을 개발한다<Table 3-5>.

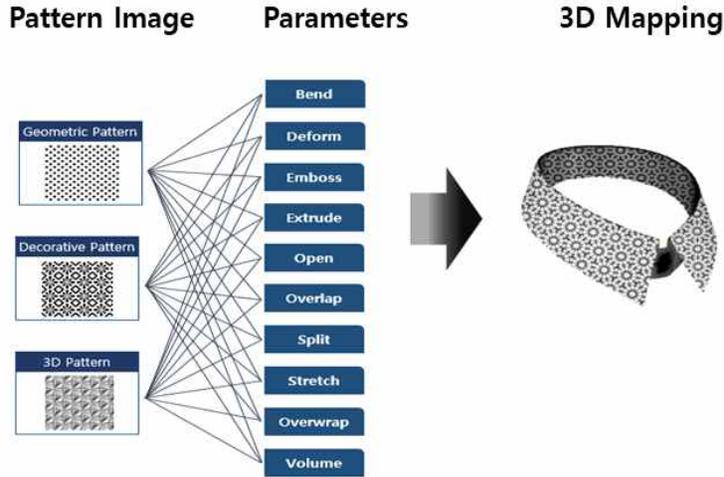
1) 패턴디자인 적용 순서도

패턴디자인 적용 순서를 나열하면 위의 패턴

이미지를 선택하여 속성편집 패널(panel)에서 매개변수 값을 조정하고 3D뷰(view)에서 맵핑된 패턴 이미지를 확인한다. 이는 실시간으로 패턴 이미지 편집 제어가 가능하다.

매개 변수값 조정에 의해 패턴의 구성과 배열의 부분마다 하나의 데이터 알고리즘으로 묶여있으며 단순한 조작으로 다양한 디자인적 요소들이 가능하다. 매개변수는 앞으로 직관적으로 디자인을 수정할 수 있도록 수치 조정이 쉬운 번호 슬라이드와 같은 형태의 단순한 조작방식 구성이 필요하다.

이에 따른 패턴디자인 적용 순서는 아래 <Fig.



<Fig. 9> Pattern Design Application Sequence Diagram

9)와 같다.

이 연구는 패션산업에서 파라메트릭 디자인과 3D 프린팅 기술을 접목하여 시제품을 디자인 개발하는 것으로 개발 대상 기술인 SW는 패션디테일을 3D 가상으로 시뮬레이션하면서 실시간으로 수정하고 리디자인한 후에 3D 제조과정을 거쳐 최종적으로 제품 제작단계까지 이루어지는 통합시스템 기술을 목표로 하고 있다.

이러한 기술개발의 산출물을 내기 위해 먼저 패션트렌드 및 마켓 동향을 조사하고 분석하여 문헌연구를 기반으로 패션디테일 분류 및 단위체계를 수립한 DB를 구성한다. 다음으로 3D 프린팅 소재 및 재료를 연구하고 패션성을 가미하기 위한 패턴디자인을 개발한다. 패션디테일의 형태와 표면 형성을 위한 3D 디자인 툴을 응용한 파라메트릭 기반 비정형 3D 모델링 유닛을 개발한다. 이를 활용한 SW 시스템을 통하여 디자인 생성, 편집, 시뮬레이션, 제조과정을 모두 통합한 디자인 시제품 생성편집 프로세스를 구성하도록 한다.

#### IV. 적용 및 검토

3장에서 구축한 파라메트릭 디자인기반 3D 프린팅에 대한 라이브러리를 활용하여 아래의 표와 같은 디자인 툴(tool)과 SW 템플릿의 개발 사양을 적용해 모델링을 시험적으로 진행해보았다.

이 연구에서 제안한 파라메트릭 기반 3D SW를 사용하여 기술된 패션디테일 모델링은 <Table 6>과 같은 품질의 결과를 갖게 된다. 이러한 품질을 기반으로 개발된 프로그램을 활용하여 앞서 분석된 패턴디자인과 텍스처를 표현한 패션디테일 유닛에 관한 모델링에 적용해 보았다.

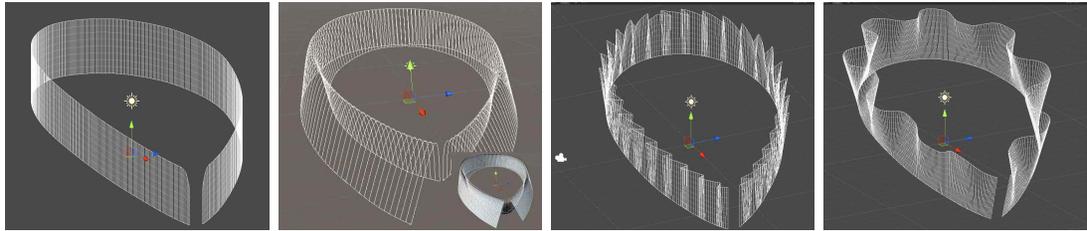
칼라의 기본 스타일 검토 후 스타일을 규정하는 형태요소를 보완하였다. 스탠딩 스타일의 경우 임의 조정값(임계값)을 강제하고 Pleats 스타일을 유지하는 형태요소를 추가하였고, 스타일을 유지하는 엣지(edge) 부분의 곡면을 유지할 수 있는 라우드 값(R)을 반영하였다. 칼라의 프릴(frill) 스타일 적용 검토의 경우, 칼라 쪽은 정확한 형태는 아니지만, 프로그램에서 생성 처리 후 턴오버 깃 길이 관련된 부분까지 임의로 적용해 보고 형태 구현이 가능해졌다. 턴오버 깃 길이

<Table 6> Performance Experimental Design Specification (Unit Modeling Generation Speed and Rendering Quality)

Subject	Parametric 3Dmesh creation time per second
Purpose	Measurement of 3D mesh data generation time in parametric 3D modeling
Prior Terms	<p>※ Sample</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3D modeling (3items)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- standard collar(turnover type)</li> <li>- standard cuffs(single type)</li> <li>- standard flab pocket(triangle type)</li> </ul> </li> <li>2. parametric(5 effects)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volum/ Twist/ Extrude/ Bend/ Deform/</li> </ul> </li> </ol> <p>※ Preparation</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Test page(<a href="http://api.softnetto.com/hybridx">http://api.softnetto.com/hybridx</a>)</li> <li>2. Access with Public ID</li> <li>3. Store 3 items in My Project BOX(Cloud Service)</li> </ol>
Number of repeated tests	3 types of 3D modeling items x 5 parametric item, a total of 15 times
Test Procedure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check browser for 3 items in 'My Project BOX'</li> <li>2. Select default collar (turnover type) item</li> <li>3. Click on the 'Edit' button</li> <li>4. Checking the editing window right parametric control UI</li> <li>5. Select five parametric control items sequentially (Volum, Twist, Extreme, Bend, and Deform)</li> <li>6. Adjustment value increases from the minimum value of the corresponding parametric to the maximum value</li> <li>7. Reduced from maximum to minimum</li> <li>8. Record the polyangles generated as a result of increasing or decreasing parametric values in 1 second.</li> <li>9. Check the value of polygon generation in the lower left corner of the editing window</li> <li>10. 5 parametric items in sequence</li> <li>11. Steps 1 to 12 are carried out per basic cuff (single type) and basic flap pocket (triangle type) items</li> </ol>
Test Results	<p>- 100,000 polygons created in less than 5 seconds (vertex/triangles)</p>  <p>- Based on the polygon count and frame rate of the display model</p> <p>- Calculation per frame, frame rate and overall calculation</p> <p>- completion time has trade-off relationship</p>

(디포밍)와 반복되는 wave 단위가 조정할 수 있도록 하였다. 인터페이스에 구현된 패션디테일의 형태를 전체적으로 검토하고, 각 디테일의 아이

덴티티를 유지하는 선에서 최소, 최대의 임계점을 두어 조작한 후 확인해 보았다<Fig. 10>. 생성된 모델링 표면 질감에서는 2D 패턴의 면

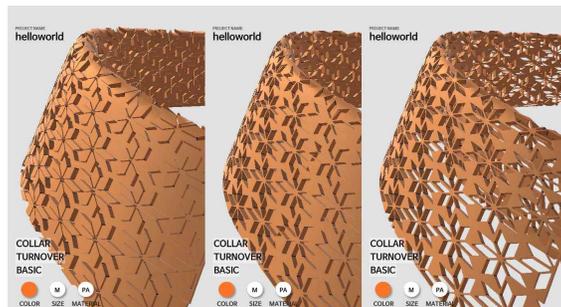


<Fig. 10> Review of Attributes of 3D Modeling (Basic, Frills, Pleats)

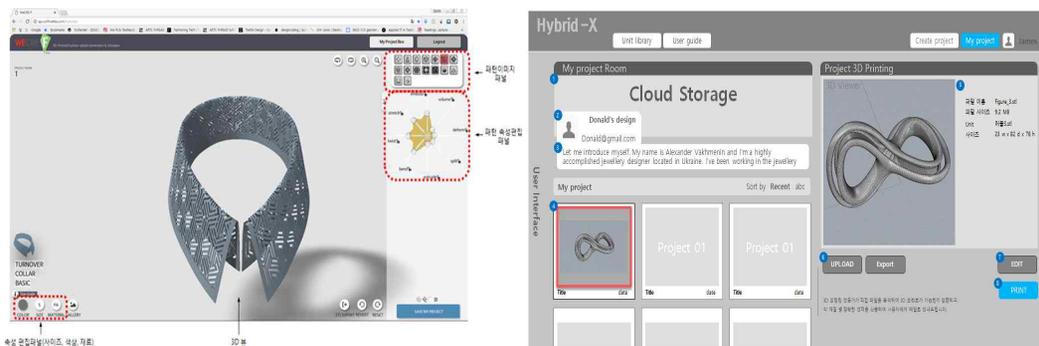
적당 적용된 밀도와 표면 질감의 차이가 발생하였다. 엠보의 경우, 임계값이 없이 최대값으로 적용할 시 hole(관통)이 발생 되어 표면 질감의 밀도를 최대한 낮추고 투과되는 파라미터 값의 범위를 강제하도록 했다.

유닛화된 패션디테일에 텍스타일 패턴을 개발하여 저작물의 프리셋을 구성하고 패턴디자인 적용과 3D모델링 프로세스를 검토하였다<Fig. 11>.

패션디테일에 적합한 텍스처 및 패턴디자인을 개발하여 패턴디자인의 편집툴 체계 및 프로세스를 기획함에 맞추어 오브젝트 표면에 맵핑될 텍스타일 패턴이미지를 선택하고 속성편집 패널에서 매개 변수값을 조정 한 뒤, 3D 뷰에서 맵핑된 패턴이미지를 확인하여 실시간으로 패턴이미지 편집 제어가 가능하게 되었다. 게다가 매개변수 값 조정에 의해 패턴의 구성과 배열의 부분마다



<Fig. 11> Verification of 3D Rendering Texture



<Fig. 12> Image Implemented in 3D Modeling SW Interface

<Table 7> The Part of Building a Database of Modeling Data and Creative Items

thumbnail	id	owner				projectname			updatetime/createtime				
		unit_id	patterns	materials	color	volume	stretch	twist	bend	extrude	open	overlap	split
	485	jung jinwan(251)				BASIC_FLAB-TRIANGLEPOCKET			2018-07-19 17:37:40/2018-07-19 17:37:40				
	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	484	jung jinwan(251)				BASIC-SINGLECUFFS			2018-07-19 17:36:25/2018-07-19 17:36:25				
	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	483	jung jinwan(251)				BASIC-TURNOVERCOLLAR			2018-07-19 17:35:42/2018-07-19 17:35:42				
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	482	jung jinwan(251)				WECRE-F			2018-07-19 17:34:27/2018-07-19 17:05:35				
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	481	vora(250)							1 2018-07-17 17:14:38/2018-07-17 17:14:38				
	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	480	vora(250)							1 2018-07-17 17:13:50/2018-07-17 17:13:50				
	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	479	vora(250)							1 2018-07-17 17:12:50/2018-07-17 17:12:50				
	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	478	guest(132)							2 2018-07-11 12:54:49/2018-07-11 12:54:49				
	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	477	guest(132)							1 2018-07-11 12:47:58/2018-07-11 12:47:58				
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

하나의 데이터 알고리즘으로 묶여있으며 단순한 조작으로 다양한 디자인적 요소들을 변화시키는 것이 가능하게 되었다.

구체적으로 파라메트릭 3D 모델링 변수 파일 생성과 알고리즘 개발에 대해 모델링 생성 신(scene)과 인터페이스(interface)의 기능 요소 간 간섭현상을 보정하였고 우측 편집 도구 툴을 3단계 방식으로 배치 재조정하였다. 이에 따라, 유닛을 사용하여 패턴 편집 함수를 조정하고 에디터 상에서

파라메터를 편집 후 저장하는 식으로 model을 참고해서 형태를 편집할 수 있게 되었다. top, bottom 스프라인 설정 후, 패턴 설정 부분에서 shapeasset 생성 기능을 통해 메시(mesh)와 정보들을 svg기반으로 툴에서 생성함으로써 패턴 데이터를 구축하였다.

데이터 구축에 따라 진행되는 인터페이스 설계의 기본 프로세스와 결과는 다음과 같다. 우선 패션디테일 디자인에 대한 대상을 선정하고 디자



<Fig. 13> TPU Material, Color Printed by SLS Method, Cuff and Pocket

인 형태요소 선택을 통해 하나의 파일이 생성되는 프로젝트 시작을 위해 에디팅 창(editing window)에 진입한다(Fig. 12). 다음으로 데이터를 선택하기 위해 패션디테일 유닛 라이브러리에서 한가지 유닛을 선택하여 미세한 파라미터 조정을 하며 모델링을 시작하고 다음으로 파일 저장을 위해 My Project로 가서 클라우드 스토리지에 저장한다. 이러한 저장 기능은 <Table 7>과 같이 사용자가 패션디테일의 형태와 스타일 생성에 대한 편집이 끝나고 저장한 구성물을 저장하기 위한 기능으로 모델링 데이터와 창작 아이템의 데이터베이스를 320건을 완료하였다.

마지막으로 3D 프린팅을 위한 파일 업로드와 변환이 이루어지고 완성된 패션디테일 모델링이 생성되면 유연성 정도가 높은 TPU 소재를 사용해 패션디테일 개발에 적용가능한 SLS 3D 프린팅 방식을 활용하여 출력하였다(Fig. 13).

## V. 결론

개인의 취향을 존중하고 다양성이 요구되는 현대 디자인의 패러다임에 맞춰 정형을 벗어나 새롭게 진화하는 디지털 기반의 디자인은 이전의 단순한 형태로 표현된 3차원 객체와 달리 비정형성 속성 요소들을 지닌 지식기반 모델링을 지향하고 있다. 국내에서는 3D 프린팅과 모델링 저작도구로써 SW 개발이 저조하고 특히 패션산업과의 기술융합이 잘 이루어지지 않고 있으므로 패션디자인에 특화된 3D 모델링 SW 개발과 동시에 다양한 3D 디자인 리소스(design resource) 확산에 의미가 있다.

이 연구는 패션산업에서 새로운 디자인 방법론을 구축하는 것의 일환으로 다양한 조형 양식을 활용하여 재구성하는 리디자인 과정을 지원하기 위해 패션디테일을 대상으로 한 디자인 통합 SW 개발에 관한 연구이며, 파라메트릭 디자인 기반 3D 프린팅 기술을 접목하여 프로토타입을 확

보하는 3D 모델링이라는 개념을 적용하여 표현하였다. 의복의 조형 원리 및 구성에 대한 분석을 바탕으로 패션디테일과 같은 부분으로 이루어진 객체를 사용자가 단순한 편집과 조작을 통해 디자인적 요소들을 변화시킬 수 있게 하려고 패션디테일의 다양한 형태와 구조, 패턴 등의 스타일에 관한 데이터베이스를 구축하여 사용자의 적극적 디자인참여도 가능하다. 또한, 온라인 플랫폼 기반의 판매유통 방식과 의복의 부분인 패션디테일을 디테처블(detachable) 방식의 액세서리로서 활용하여 개인 맞춤형 패션 제품이나 스타일 개발이 가능하다. 이 연구의 기술개발 범위가 초급자용으로 설정되어 있어 사용자 개인의 맞춤형 디자인이 가능하고 디자인구상에서 프로토타입을 제작하는 것까지의 통합적인 프로세스를 구현하는 SW에 초점이 맞추어 있으나 향후 전문분야를 사용자로 설정하여 고급 모델링 생성과 편집 기술개발에 대한 추가적인 기능을 기대할 수 있다. 특히 패션산업 분야의 3D 프린팅 기술을 적용한 모델링에 있어서 패션디테일 데이터베이스를 기본으로 패션디자인을 위한 창작 콘텐츠 라이브러리 활용이 가능하다. 또한, 많은 양의 모델링 데이터와 창작 아이템에 관한 빅데이터를 프로그램 내에서 구축함으로써 패션 분야 이외에 다른 제조기반의 창작 분야에 활용될 정보와 콘텐츠 아카이브에 대한 기술개발과 연계할 수 있다.

이 연구는 국내의 패션브랜드와 패션 유통 채널과 3D 프린터를 활용하여 융합제품군의 패션 시장을 개척하는 것과 동시에 대학 내 패션디자인학과의 실습용 저작도구로서 의복의 기획과정 및 제작에 드는 시간과 노력을 줄일 수 있어 수업 시간 내에 다양한 3D 프로토타입 샘플 제작이 가능하다는 장점이 있어 SW 연계 교육 프로그램을 개발하는 것에 대한 전망을 긍정적으로 평가하고 있다. 3D 프린팅 관련 자원의 공유를 통해 패션 제품의 아이디어에서 제품생산과 창업에까지 도달하는 공유생산과 소비플랫폼에도 연

계 가능하며 ICT 기술 접목 클라우드 기반으로 창작에 필요에 대한 정보의 수요와 공급을 연결하여 창작 교육 서비스 지원 플랫폼을 개발할 수 있다. 단순 보급형의 교육용 SW를 넘어 온라인과 오프라인에 구애받지 않은 원격 양방향 e러닝 교육 플랫폼을 위한 R&D 및 상용화 단계의 기술사업화 로드맵을 도출하고자 한다. 이 연구는 현 산업환경에 맞추어 파라메트릭 기반의 3D 프린팅 기술을 적용한 SW를 활용하여 다양한 산업 분야와 트레이닝 과정의 개발을 통한 교육 사업에도 활용하여 기술 연수 및 전문가 양성 과정에도 이바지 할 수 있다는 데 의의가 있다.

패션디테일 디자인에 따라 다양한 스타일 표현이 가능하므로 디자인과 조형성을 고려하여 다양한 소재를 활용하는 것이 가능하다. 현재 3D 프린팅 산업에서 사용되는 소재 중 유연성 정도가 가장 높은 TPU 소재가 적절하고 칼라나 커프스와 같은 패션디테일은 몸의 동작에 크게 영향을 받는 의복 부분에 해당하진 않지만, 몸에 편안하고 밀착되는 정도를 충족시켜주는 착용감이 어느 정도 고려하여 선택된 항목이었다. 이 연구의 기술개발에서 사용한 SLS 방식은 표면처리가 정교하고 다양한 구조를 가진 3D 형태 제작이 가능하지만, 자연스러운 움직임에 따라 형태가 변형되는 탄성 강도가 더욱 보강되어야 한다. 따라서 굴곡이 많은 신체 구조와 활동성을 고려한 인체 공학적 의류제작에 최적화된 3D 프린팅 출력 방식과 재료 개발이 절실히 요구된다.

## References

Ahn, S. W. (2010). A study on the development of digital design process using parametric design methods. *Journal of Integrated Design Research*, 9(1), 11-25.

Cho, M. & Yoo, Y. (2018). An analysis of the characteristics for fractal art prints on fashion design. *Journal of the Korean Society of Costume*, 68(4), 76-89.

Eom, K. H. & Kim, H. J. (2018). A study on the possi-

bility of customizing product repair and commercialization using 3D printing. *Journal of the Korean Society Design Culture*, 24(2), 367-377.

Kim, K. W. (2015). The extension of concepts and functions for jewellery: Focusing on the extension of meaning of jewellery as reinterpreting concept of wearable. *Korea Society of Design Trend*, 46, 85-94.

Kim, S. Y. & Yoon, S. W. (2013). Fashion design development and type analysis of redesign using clothing details. *Journal of Korea Fashion & Costume Design Association*, 15(1), 191-206.

Kwon, S. H. & Jun, H. J. (2014). A study on the representation of knowledge and use of Han-ok components based on parametric design. *Journal of Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 30(7), 101-110.

Lee, J. & Kim, Y. (2016). Expressive characteristics of genderless style appeared in contemporary women's fashion. *The Research Journal of the Costume Culture*, 24(6), 903-919.

Lee, J. H. (2010). Diachronic analysis of Korean men's wear design based on changes in gender roles. *Journal of the Korean Society of Costume*, 60(8), 51-60.

Lee, J. H., Kim, J. E., Yang, E. K., Min, S. Y., Sun, Z. Y., & Lee, E. H. (2016). Atypical forms of 3D printing fashion accessories according to the digital design methods. *The Korean of Society of Fashion Design*, 16(10), 1-16.

Lee, S. J. & Ahn, S. M. (2018). A study on the generative characteristic of parametric patterns developed by tessellation. *Korean Society of Basic Design & Art*, 19(5), 529-544.

Park, D. K., Baek, S. C., Lee, J. M., Park, M. N., & Lee, Y. J. (2015). Exploring the business model of creative economy. *Korea Evaluation Institute of Industrial Technology*, 15(5).

Park, J. D. (2012). A study of the digital-based form generation methodology - Focused on the parametric algorithms for the non-orthogonal buildings. *Korea Digital Design Society*, 12(1), 577-586.

Um, S. H. (2010). A study on diverse expression in modern fashion through the principle of fractal geometry. *The Research Journal of the Costume Culture*, 18(4), 703-716.

Youn, M. C. & Koh, S. L. (2011). Creating parametric atypical form on the BIM-base in the digital space - Focusing on the voronoi diagram to definition of the parametric space -. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, 13(3), 79-86.

<Fig. 1> Bahai. 3D preint dress, threeASFOUR: MER KA BA. (2013). *Materialise*. Retrieved from https:

//www.materialise.com/en/cases/new-york-fashion-week-materialised

- 〈Fig. 2〉 Reptilian, threeASFOUR RTW fall 2016. (2016). *WWD*. Kristi Garced. Retrieved from <https://wwd.com/runway/fall-ready-to-wear-2016/new-york/threaseasfour/review/>
- 〈Fig. 3〉 Magnetic motion, Spring 2015 iris van herpen. (2015). *VOGUE*. Jo-ann Furniss. Retrieved from <https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2015-ready-to-wear/iris-van-herpen>
- 〈Fig. 4〉 Gems of the Ocean, 3D printed fashion collection: Mellinda looi and Samuel canning make waves. (2015). *i.Materialise*. Elizabeth. Retrieved from <https://i.materialise.com/blog/en/melinda-looi-makes-waves-with-new-3d-printed-fashion-collection/>