

디지털 디자인 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 비정형적 조형 특성

이지현·김지은*·양은경**·민세영*·손중원***·이은한***

연세대학교 생활디자인학과 부교수
연세대학교 대학원 생활디자인학과 석박통합과정**
연세대학교 대학원 생활디자인학과 박사과정**
연세대학교 대학원 생활디자인학과 석사과정***

요약

본 연구는 3D 프린팅의 확산과 함께 일반화되고 있는 디지털 기반 디자인의 특성을 조형적 측면에서 통해 분석해 보고자 하였으며, 그 대상은 현재 패션디자인 분야 중 3D 프린팅이 가장 적극적으로 수용되고 있는 패션 액세서리 분야로 한정하였다. 전통적 패션 액세서리 디자인과 차별화된 조형 요소 중 디지털 디자인 기법을 통해 만들어지는 확장적이며 비정형적인 형태를 중심으로 디자인 사례를 분석하였다. 형태의 생성 원리와 톨의 특성이 다른 디지털 디자인의 기법을, 현재 가장 많이 사용되는 프랙탈(Fractal), 넵스(NURBS), 파라메트릭(Parametric) 기법으로 유형화하고 이를 기반으로 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인 사례들의 형태, 면, 공간 특성을 분석하였다. 연구 결과, 프랙탈 기법에 기반한 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인은 유닛의 독창성과 중첩, 연결 방식에 따른 형태의 비정형성이 특징적이었고, 넵스 기법에 기반한 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인의 경우 선과 각도에 의한 유기적 곡면과 공간의 교차를 통해 만들어지는 비정형적 형태와 공간을 특징으로 하고 있었다. 파라메트릭의 경우 유닛의 가변적 확장성 및 비정형적 형태와 공간이 표피 형태와 결합되면서 만들어지는 비정형적 조형 특성을 나타냈다. 종합해 보면, 디지털 디자인 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인의 비정형적 조형 특성은 가변적이며 확장적인 형태, 유기적이며 상호관입적 공간, 표피 형태에 의해 확장되는 비정형적 형태로 특징지을 수 있었다. 본 연구의 결과는 디지털 디자인 기법에 따른 비정형적 조형 특성에 대한 기반 연구로 의미가 있으며, 디지털 기반 패션디자인의 조형적 특성을 이해하고 조형 활동에 활용할 수 있는 실용적 의미가 있다. 본 연구의 대상은 패션 액세서리 분야로 한정되었으나, 디지털 패션에 대한 포괄적 이해를 위해 추후 연구에서는 디지털 프린팅을 활용한 패션디자인으로 확장될 수 있을 것이다.

주제어 : 넵스, 파라메트릭, 프랙탈, 패션 액세서리 디자인, 3D 프린팅

본 논문은 한국콘텐츠진흥원 2015년 국내대학 콘텐츠 융합형 교육프로그램 지원 사업에 의해 수행된 연구임.

교신저자: 김지은, rlawldms877@naver.com

접수일: 2016년 1월 20일, 수정논문접수일: 2016년 2월 12일, 게재확정일: 2016년 2월 15일

I. 서론

현재 3D 프린팅은 3차 산업혁명이라고 불리며, 현대 산업의 구조를 재편하고 소비문화를 생산의 문화로 바꾸는 혁신적 방법으로 인식되고 있다. 패션디자인 분야에서는 인체 위에 디자인이 구현되고 또 착용되어야한다는 용도적 특성 때문에, 3D 프린팅의 적용과 확산에 많은 제약이 있는 것이 사실이다. 현재 패션디자인 분야에서는 아이리스 반 헤르펜(Iris Van Herpen)과 같은 실험적 디자이너들이 컬렉션에서 3D 프린팅을 활용한 혁신적 디자인을 선보이며, 전통적 조형성과 물성을 뛰어넘는 3D 프린팅의 가능성을 테스트하고 있다. 학문적 접근으로는 패션 분야 연계 3D 프린팅의 기법, 유형에 대한 연구(김효숙, 강인애, 2015¹⁾; 이종석 외, 2015²⁾)와 인체 위에 착용하거나 사용할 수 있는 신발, 액세서리 등의 디자인 개발 연구(이응섭, 김선아, 2015³⁾; 이종석, 이재정, 2015⁴⁾)로 나누어 진행되고 있다.

3D 프린팅 기법을 기반으로 한 패션디자인 제품들은 전통적인 물성과 디자인 제작 프로세스에 따른 일반 패션디자인과는 외형적으로 차별적인 구조와 형태들을 가지고 있다. 이러한 구조와 형태들은 디지털 출력에 의해 만들어지는 디지털 물성의 영향과 디자인 접근 방법의 차이에 기인했다고 볼 수 있을 것이다. 이인영, 김수경(2015⁵⁾)의 연구에서 논의된 것과 같이 앞으로 3D 프린팅을 패션디자인에 활용하고, 다양하게 적용하기 위해서는 디지털 디자인 기법과 형태 생성의 원리, 이에 따른 조형적 특성 등을 충분히 이해할 필요가 있다. 그러나 아직까지 디지털 기반 패션디자인의 조형적 특성에 대한 연구는 충분히 이루어지지 않고 있다.

이에 본 연구는 현재 3D 프린팅을 활발히 적용하고 있는 패션 액세서리 디자인 분야에 나타나는 디자인 사례들을 중심으로 디지털 디자인의 기법

에 따른 3D 프린팅 디자인의 조형적 특성을 분석하고자 한다. 특히, 비정형적 디자인 요소인 형태, 공간, 면을 중심으로 디지털 디자인의 비정형적 조형 특성을 분석해보고자 하였다. 또한 비정형적 특성과 디지털 디자인 기법과의 연계성을 알아보기 위해, 현재 디지털 디자인 형태생성 기법의 기본 원리로 활용되고 있는 프랙탈(Fractal), 닙스(NU RBS), 파라메트릭(Parametric) 기법에 따른 유형을 분류하고 기법에 따른 조형적 특성을 상호 비교하였다.

본 연구는 디지털 디자인 기반 패션디자인의 현황을 살펴보고, 비정형적 조형의 평가요소를 체계화하였으며, 디지털 디자인 기법의 특성에 따른 조형적 특성을 제시하였다. 본 연구의 결과는 3D 프린팅 기반 디지털 디자인의 조형성에 대한 기초 연구 자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 3D 프린팅과 패션디자인

과학기술의 급성장과 더불어 3차 산업혁명이라고 불리는 3D 프린팅 기술은 전 세계적으로 빠르게 확산되고 있으며 미래 유망기술로 다양한 산업 분야에 혁신을 가져올 수 있을 것으로 기대되고 있다. 국내외 3D 프린팅의 산업 규모는 고속 성장하였으며 3D 프린터 산업과 기술이 발달함에 따라 그 영역이 점차 넓어지고 있다. 또한 미디어와 기술을 기반으로 한 다양한 소프트웨어 프로그램 등을 활용한 디지털 기반 3D 프린팅과 융합디자인 시스템이 활발하게 구축되고 있는 현황이다. 기술, 예술, 인문사회 등의 분야에서 3D 프린팅을 기반으로 각 분야의 전문성을 공유하여 21세기 디지털 시대에 적합한 콘텐츠 기획을 활발하게 진행하고 있으며 디지털 기반의 3D 프린팅을 활용한 디자

인의 비중이 높아지고 있다.

1) 3D 프린팅

3D 프린터는 물체를 원형에 가깝게 만들어 공유하고 수정하는 것이 용이하며, 원하는 형태의 제품을 빠른 시간에 생산할 수 있다. 이러한 획기적인 장점으로 인해 ICT 시장에 3차 산업혁명이라 불리는 3D 프린팅 기술이 전 세계적으로 빠르게 확산되고 있으며, 3D 프린팅 기술은 초기에는 건축이나 자동차 설계 등의 분야에서 모델을 만들기 위해 주로 사용되어왔으며, 이후 CAD 소프트웨어 및 ICT 기술력의 발전과 함께 획기적인 기술혁신을 일으키고 있다.⁶⁾ 3D 프린팅 기술을 이용하여 과거의 제조기술로는 만들 수 없는 새롭게 설계된 3차원 물체를 제조할 수도 있으며 이러한 기술혁신은 새롭고 획기적인 설계 방법을 통해 보다 더 향상된 품질의 제작을 가능하게 하고 있다.

3D 프린팅 기술은 대부분의 산업 분야에서 적용 및 활용될 수 있으며, 3D 프린팅 기술의 발전과 확산은 구조가 복잡하거나 내부가 비어 있는 디자인처럼 기존의 생산방식으로는 제작하기 어려웠던 제품 디자인에서의 디자인 혁신으로 이어질 수 있다. 또한 3D 프린팅 기술은 맴스(MEMS) 기술과 접목되어 마이크로미터(μm) 단위의 제품을 생산하는 초정밀 생산기술과도 연결될 수 있을 것으로 전망되고 있으며, 향후 3D 프린팅 기술은 생명 공학, 나노(Nano) 공학 등 다양한 기술과 접목되어 인간의 삶의 질을 향상시키는 데 중요한 역할을 담당하게 될 것으로 전망된다.⁷⁾

따라서 3D 프린팅 기술을 반영한 차별화된 디자인 방법 및 새로운 디자인 제작 방법을 위한 다양한 디자인 콘텐츠 개발에 대한 필요와 중요성이 대두되고 있다.

2) 3D 프린팅을 활용한 패션디자인

3D 프린팅의 대중화와 더불어 디자인의 영역에

서는 3D 프린팅 기술을 다양한 방식으로 활용하여 디자인을 개발하고 제작방법을 연구하는 활동이 활발하게 일어나고 있다. 패션 분야에서도 3D 프린팅을 활용한 패션디자인에 대하여 다양하고 새로운 방향성이 제시되고 있다. 3D 프린팅을 이용한 디자인 개발은 의류, 패션 액세서리, 텍스타일 디자인 개발 등의 유형으로 이루어지고 있으며 3D 프린팅의 출력 방식 및 출력 소재와 같은 3D 프린팅 기술 유형의 활용을 통해, 다양한 패션디자인 개발 사례가 확산되고 있다.

특히 패션디자인 영역에서는 3D 프린팅을 통해 과거 기술적 문제로 표현하기 어려웠던 구조적, 유기적인 형태와 표면 질감 표현 등이 용이해졌고, 즉각적으로 그 결과를 출력, 구현함으로써 디지털 기반의 디자인 개발이 확산되고 있다. ABS, PLA 레진, 세라믹, 고무 등 기존에 패션디자인에서 사용되지 않았던 소재들이 사용되고 있고, 3D 프린팅 기술에 의해 가능한 입체적이고 구조적으로 복잡한 디자인의 개발을 비롯해, 역학적 구조와 다양한 물리적 특성을 가진 소재의 개발이 이루어지고 있다(곽태기, 2013⁸⁾; 박현신, 2011⁹⁾; 양진원, 2013¹⁰⁾).

또한 3D 프린팅 기술을 기반으로 건축가, 과학자, 아티스트 등 다양한 분야와의 협업 등을 통해 새로운 콘셉트와 테크놀로지를 적용한 의상들을 선보이는 동시에 기존의 패션 제품의 제작 방식이나 디자인 방식에서 벗어나 새로운 개념의 디자인 및 제작 방식을 도입하는 등 다양한 변화가 일어나고 있다. 즉, 3D 프린팅을 활용한 패션디자인은 기존의 디자인 방식에서 벗어나 다양한 방법으로 새로운 디자인 패러다임을 제시하고 있다.

2. 디지털 물성

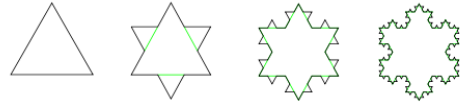
1) 디지털 물성의 정의

이진석(2014)¹¹⁾에 따르면 디지털 물성이라는 개

념은 디지털 조직구조를 통한 대상의 구조와 형태, 재질 등의 물성이 생성되는 것으로 단순한 외피를 넘어서 총체적 물성을 지칭한다. 이러한 개념은 현대 건축디자인의 고도로 복잡하고 비선형적인 형태들을 재구성하기 위한 디지털 기술의 도입과 함께 출현되었다. 박정주(2010)¹²⁾는 디지털 물성을 구현하는 방법은 형태적 생성에서 표피의 최적화, 분질을 통한 규격화, 유닛(unit)설정, 제작에 이르기까지의 과정을 모두 포함한다고 하였다. 특히, 선정된 유닛을 이용하여 반복 가능한 패턴을 생성하고 조직화하는 과정이 디지털 물성의 개념을 이해하는 것에 있어서 매우 중요하다. 디지털 물성의 개념은 오래전부터 건축분야에서 탐구되어왔으며 현대에 들어 디지털 패러다임으로의 변화와 함께 CAD(Computer Aided Design)와 CAM(Computer Aided Manufacturing)과 같은 진보적인 디지털 설계 도구의 발전에 힘입어 건축의 표피와 공간 디자인은 물론 다양한 디자인 영역에 새로운 기하학적 콘셉트와 구축 논리를 확장하고 있다. 디지털 물성으로 표현되는 디자인은 과거의 정형적인 순수기하학적 형태에서 벗어나, 자유 곡선의 복합적이고 비선형적인 형태들을 만들면서 다양하고 독창적인 형태의 무한한 가능성을 열어주고 있다. 현재 디지털 물성으로 통용되는 디지털 형태생성 방법은 크게 프랙탈, 님스 모델링, 파라메트릭 디자인 등으로 분류할 수 있다.

2) 프랙탈

프랙탈은 자연계의 구조적 불규칙성을 기술하고 분석할 수 있는 기하학으로, 기존의 유클리드 기하학에서 곡선이나 곡면만으로는 설명하기 어려운 자연의 복잡한 모양과 현상을 그리고 비선형적 상태 등을 밝히는 데 중요한 위치를 차지한다.¹³⁾ 이러한 프랙탈은 눈의 결정 형태에서 우주 은하계의 분포에 이르기까지 모든 자연계의 현상에서 나타난다.



<그림 1> Iterations of Koch Snowflake
(출처: https://en.wikipedia.org/wiki/Koch_snowflake#/media/File:KochFlake.svg)

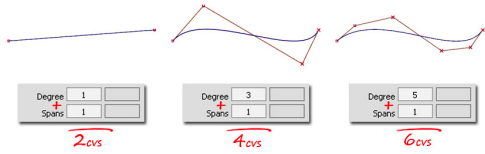
순수 수학에서 단순한 기하학 개념으로 출발한 프랙탈은 1980년대 들어서면서 심미적인 기하학 이론으로 연구되기 시작하여 오늘날은 예술, 문학, 디자인, 건축 등의 다양한 분야에서 새로운 형태의 생성 방법의 하나로 적용되고 있다.

프랙탈의 생성은 컴퓨터를 이용한 알고리즘에 의해 일정한 규칙을 반복하는 반복함수(Iterated Function)에 의해 구현된다. 이때 알고리즘은 수학적 형태의 일련의 방정식을 이용해 작은 정보의 유닛을 변화시켜 복잡한 구조의 결과물을 가져오게 된다<그림 1>. 프랙탈의 기하학적 형태는 유닛의 반복에 의해 만들어지므로 자기 유사적이고 연속적이지만 예측하기 힘든 변수의 비선형적 조형 특성을 드러낸다.

3) 님스 모델링

윤병욱 외(2010)¹⁴⁾의 연구에서는 님스(NURBS: Non-Uniform Rational B-Spline) 모델링 방식은 ‘정형화되지 않은 함수의 곡선’이란 뜻으로 정의하고, 수학적으로 표현된 3차원 커브(curve)를 이용하여 비정형화된 커브와 곡면(surface)을 표현하는 방법이라고 하였다<그림 2>. 님스 모델링은 사용자의 직관적 표현에 의해 곡선을 구성하는 컨트롤 포인트(control point), 차수(degree), 결절(knot)의 위치 값을 조절하여 원하는 형태의 곡선을 만들고 곡선 간의 연산 작용을 통해 새로운 곡면을 형성한다.¹⁵⁾

이 방법은 건축물의 복잡한 곡면 형태의 표피와 구조의 형태 생성과 관련된 건축가의 개념 모형과



<그림 2> NURBS Interpolation

(출처: http://www.aliasworkbench.com/theoryBuilders/TB2_nurbs 2.htm)



<그림 3> Zaha Hadid, Northpark Cable Railway

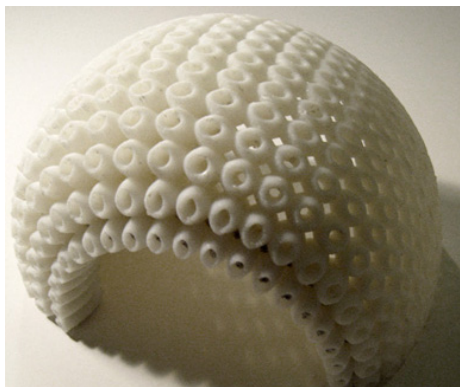
(출처: <http://www.dezeen.com/2007/11/29/nordpark-cable-railway-by-zaha-hadid-architects>)

아이디어를 재현하는 데 사용된다. 조민정(2011)¹⁶에 의하면 유동적 건축 형상의 대표적인 건축가인 자하 하디드(Zaha Hadid)의 초기 건축물은 넵스 모델링을 사용하여 건축물의 원형을 구현하였고 이를 유지하면서 표피의 구축성을 확보하기 위해 파라메트릭 방식을 도입하여 곡면의 면 분할과 최적화 작업을 진행하였다고 한다<그림 3>. 이와 같이 넵스는 유기적인 형태 생성을 위한 기본 틀로 활용되고 있다.

최근 넵스 모델링과 함께 곡면 형태의 디지털 물성을 구현하는 방법으로 3D 애니메이션에서 사용되는 서브디비전 곡면 모델링(Subdivision Surface Modeling) 방법이 있다. 김중국(2014)¹⁷의 연구에 따르면 서브디비전 곡면 모델링은 복잡한 곡면 형상 생성이라는 특성으로 넵스와 동일시되기도 하지만, 복잡한 곡면을 표현하기 어려운 넵스 모델링 방식의 한계를 극복하는 확장된 곡면 생성 방식이다. 즉, 입체적이고 표현이 어려운 곡면을 여러 조각으로 자르고, 잘린 곡면 사이 이음새를 연속적으로 연결하는 방법으로 넵스의 기능을 확장하는 특성이 있다. 서브디비전 곡면 모델링은 넵스보다 확장된 기법이지만, 커브와 곡면을 이어 형태를 만든다는 원리의 측면에서는 넵스와 연장 선상에 있는 방법이다.

4) 파라메트릭 디자인

Kolarevic and Branko(2005)¹⁸에 따르면 파라메트릭 디자인은 디지털 건축 분야에서 자주 통용되는 지식 기반(knowledge based)의 디지털 행태 생성 기술로, 안정적인 매개변수의 대입을 통한 수학적 계산식에 의해 표피 형태를 정의하는 개념적인 모델링 과정이다. 즉, 디지털 형태를 구성하는 다양한 기하학적 객체들(point, line, plane, curve, surface, solid, mesh 등)을 서로 연관성 있는 관계로 정의하여 특정 객체를 선택하여 수정하게 되면 이와 상호연관성을 갖은 객체들이 차례로 변화하게 된다. 파라메트릭을 사용하면 다양한 유사 객체를 무한대로 생성할 수 있으며, 매개변수 간 작동되는 상관성을 쉽게 파악할 수 있어서 디자인 피드백이 반복적으로 수행되는데 매우 용이하다. 파라메트릭에서의 표피 형태는 표면이나 질감과 달리, 객체의 표피를 덮는 형태의 생성을 의미한다<그림 4>. 파라메트릭 디자인은 기본적인 형태(shape) 모델링보다, 모델링 된 기본 형상의 비정형화 표피 패턴을 생성하고 재편성하는 가능성을 확장해주는 것이다. 이러한 기능 때문에 현재 건축, 공간, 제품 디자인 분야에서 다양하게 활용되고 있다<그림 5>.



<그림 4> 파라메트릭 기법에 의한 표피 형태 생성 사례
 (출처: [http://cita.karch.dk/Menu/PhD+Projects/Anders+Hermund+\(completed,+2011\)/Anders+Hermund+-+Applied+3D+Modelling+and+Parametric+Design](http://cita.karch.dk/Menu/PhD+Projects/Anders+Hermund+(completed,+2011)/Anders+Hermund+-+Applied+3D+Modelling+and+Parametric+Design))



<그림 5> Metropol Parasol in Seville, Spain by J. Mayer Architects
 (출처: <https://kr.pinterest.com/pin/249879479294417576>)

3. 비정형

1) 비정형성

박상준, 홍관선(2013)¹⁹⁾에 의하면 비정형이란 일정한 형태나 형식이 없는 것을 의미하며 정형의 반대 개념으로 사용된다. 정형성은 기하학적 형태, 비례, 대칭 등의 요소에 의한 일종의 질서를 의미하며, 비정형성은 미학적 질서를 깨는 것을 의미한다. 三井秀樹(1999)²⁰⁾는 기하학 형태와 같이 정량화가 가능한 형태를 정형으로 분류하였고, 우연성, 유기성과 같이 정량화가 불가능한 형태를 비정형이라고 분류하였으며 김형태, 박찬일(2015)²¹⁾은 비정형성을 불확정성과 우연성을 가진 생성 원리라고 설명하였다. 모더니즘에서 벗어나, 유기적 모더니즘을 추구했던 디자인 양식은 포스트모더니즘을 거치며 기존 가치와 양식에서 탈피한 불확정적, 해체적 속성을 가지게 되었다. 포스트모더니즘의 이러한 속성은 디지털의 확장과 함께 가속화되었다. 수작업을 통해 만들어 낼 수 있는 비정형적 형태와 구조에 대한 한계는, 디지털 툴을 이용한 디자인을 통해 확장되고 있다. 김형태, 박찬일(2015)²²⁾은 디지털 툴이 다양한 조형 원리와 요소를

복합적이며, 가변적으로 디자인에 적용할 수 있도록 지원해주며, 디자인 과정에 보다 많은 불확정성과 우연성을 고려할 수 있도록 지원해준다고 하였다. 디지털 디자인의 확장과 더불어 디지털 디자인의 조형적 특성과 가치에 대한 연구가 활발해지면서 건축디자인 분야(강훈, 2006²³⁾; 이재국, 이강복, 2011²⁴⁾; 임진규, 박정대, 2013²⁵⁾; 최현철, 2010²⁶⁾, 실내공간디자인(박상준, 홍관선, 2011²⁷⁾; 이지연, 김국선, 2014²⁸⁾) 등에서 디지털 툴 기반 비정형적 형태와 구조에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이와 달리 패션디자인 분야에서 디지털 디자인의 조형성에 대한 선행연구는 부족함을 알 수 있다.

2) 비정형 디자인의 조형 요소

안성모, 송지현(2009)²⁹⁾에 따르면 디지털 환경에 기반을 둔 조형성은 전통적인 유클리드 기하학에 바탕을 두고, 기능과 형태를 연계시키는 디자인 방법론에서 벗어나 새로운 형태적 패러다임을 만들고 있다. 디지털 툴을 활용한 비정형적 형태 및 다차원적 구조의 생성은 전통적 조형 질서와는 다른 결과물들을 생성해내고 있으며, 이들의 조형

적 특성을 분석하고자 하는 연구들이 이루어지고 있다. 선행연구를 살펴보면, 비정형 공간을 구성하는 형태와 면을 중심으로 비정형적 디자인의 조형성을 분석한 연구(김철규, 천동훈, 2003³⁰); 박상준 외, 2012³¹); 안성모, 송지현, 2009³²); Karel Vollers, 2008³³), 제품의 형태를 중심으로 비정형성의 조형요소를 분석한 연구들(권기영, 2006³⁴); 왕경희, 2012³⁵)로 나누어 볼 수 있다.

본 연구에서는 분석 대상인 패션 액세서리의 특성에 맞추어 형태와 공간, 표면 효과에 의한 비정형성을 나누어 분석할 수 있도록 분석의 틀을 정리하였다. 즉, 선행연구의 비정형성 생성 요소들을 종합하여 형태, 면, 공간의 생성 요소로 분류, 정리하였다. 정리된 속성은 다음과 같다. 형태 속성은 중첩, 교차 변형, 스케일링, 늘리기, 휘기, 비틀기, 회전, 왜곡, 자유 변형, 분열, 면의 속성은 중첩, 감싸기, 돌출, 늘리기, 기울이기, 구부리기, 휘기, 비틀기, 왜곡, 파동, 자유 변형, 공간의 속성은 중첩, 상호관입, 병치, 개방으로 나눌 수 있었다 <표 1>. 디지털 기반의 비정형적 형태와 구조를 생성하기 위해서는 형태의 생성, 표면의 구조화, 분절을 통한 모듈화 등과 같은 디지털 물성을 만드는 과정이 포함되지만 본 연구에서는 디지털 물

성화 중 형태의 생성을 중심으로 3D 프린팅 패션 액세서리의 조형적 특성을 분석하고자 한다.

III. 디지털 디자인 방법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 비정형성 분석

1. 사례 수집

3D 프린팅 패션 액세서리의 비정형적 조형특성 연구를 위해 디지털 물성을 결정짓는 방법인 디지털 디자인 기법에 따라 사례를 분류하였다. 디지털 디자인 기법은 프랙탈, 넵스, 파라메트릭 기법으로 나누었으며, 사례는 2015년 11월 ~ 2016년 1월 사이, 국내의 주요 포털사이트 구글(www.google.co.kr)과 네이버(www.naver.com), 3D 프린팅 및 디자인 전문 업체인 너버스(n-e-r-v-o-u-s.com), 웨이프웨이즈(www.shapeways.com), 핀터레스트(kr.pinterest.com)에서 3D 프린팅 패션 액세서리라는 키워드로 검색하였으며 중복 및 유사 디자인을 제외한 총 67개(프랙탈 기법 20개, 넵스 기법 22개, 파라메트릭 기법 27개)의 디자인을 1차로 추출하였다. 이 중 각 기법의

<표 1> 비정형 디자인 요소와 생성 방법

연구자	요소	비정형성 생성 방법
김철규, 천동훈 (2003)	형태, 면, 공간	중첩, 상호관입, 병치, 스케일 변형, 개방 구조, 불확실성, 조합
권기영 (2006)	형태	변이, 확장, 중복, 외형 변화, 전위, 왜곡
이강일, 조벽호 (2008)	형태, 면, 공간	중첩, 스케일링, 접기, 비틀기, 왜곡, 파동
안성모, 송지현(2009)	형태, 면, 공간	변형, 중식, 분지, 혼성
박상준, 이경훈, 홍관선 (2012)	형태, 면, 공간	반복, 중첩, 교차 변형, 감싸기, 평면 변형, 돌출, 스케일링, 늘리기, 기울이기, 구부리기, 휘기, 비틀기, 회전, 축회전, 왜곡, 파동, 자유 변형, 분열
왕경희 (2012)	형태	분할, 적응, 병합, 왜곡,
본 연구의 기준	형태	중첩, 교차 변형, 스케일링, 늘리기, 휘기, 비틀기, 회전, 왜곡, 자유 변형, 분열
	면	중첩, 감싸기, 돌출, 늘리기, 기울이기, 구부리기, 휘기, 비틀기, 왜곡, 파동, 자유 변형
	공간	중첩, 상호관입, 병치, 개방

특성을 효과적으로 사용한 대표 사례 30개로 압축하고, 이를 중심으로 조형적 특성을 분석하였다. 3D 프린팅 기법에 따른 패션 액세서리의 비정형적 특성 분석을 위해, 기하학적 형태 및 구상적 형태를 사용하는 전형적 형태를 벗어나거나 이를 변형한 디자인을 분석대상으로 수집하였다. 또한 파라메트릭 기법 사례 선정 시, 현재 많은 디자인들이 넓스와 파라메트릭 기법을 혼용해 사용하고 있음을 감안해, 기반 형태구성에 넓스 기법을 일부 사용했다라도 파라메트릭적 기법에 따른 표피적 조형성을 중심으로 진행한 디자인인 경우 파라메트릭 기법의 디자인으로 선정하였다. 조형적 특성 분석은 선행연구를 기반으로 한 형태, 면, 공간 특성을 중심으로 하였다.

2. 디지털 디자인 방법 별 비정형적 특성 분석

1) 프렉탈을 활용한 비정형 특성

프렉탈은 일정한 유닛의 함수적 반복성을 활용한 디자인으로 유닛의 확장에 따라 불확정적인 이미지를 만드는 기법이다. 따라서 사례 분석 결과 비정형성은 유닛의 중첩과 교차 변형에 의해 만들어지며, 유닛을 중첩시키는 면에 각도를 넣어 휘거나, 구부리는 방식으로 비정형적 형태를 만들고 있었다. 각 디자인별 형태, 면, 공간의 특성을 정리한 표는 다음 <표 2>와 같다. F1 디자인은 유닛의 반복적 중첩으로 확장적 이미지를 만들고 각 개별 유닛에 의해 생성된 공간들이 병치되는 특성을 보였다. F2 디자인은 유닛의 교차 변형과 분열로 생성되는 비정형적 형태로 유닛의 중첩 위치에 따라 구부러지고, 파동치는 형태를 갖게 된다. F3, F4의 디자인은 유닛의 중첩과 교차 변형이 동일한 면에서 일어나 입체감 없이 확장된 반면 F7은 유닛의 중첩이 공간으로 확장되며 비정형적 입체감을 나타냈다. F5, F6, F8은 유닛의 확장이 휘어지며, 감

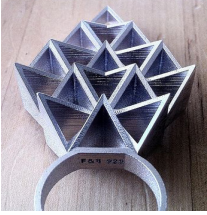


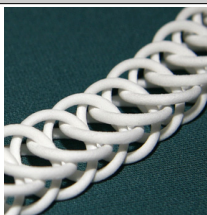

싸는 형태를 만들고, F10은 휘기와 비틀기, 유닛의 스케일 변형을 통해 비정형적 특성을 보이고 있다. 종합해 보면, 프렉탈을 활용한 디자인의 경우, 유닛의 반복, 중첩, 병치 위치를 변형함으로써 확장적이며, 비정형적 이미지를 만들고 있었다. 유닛의 기본적 형태와 반복의 방법에 따라 최종 디자인의 비정형적 특성이 결정된다. 유닛의 연결에 따른 개방적 공간이 만들어지지만 다층적 공간이 연결되기 보다는 관통형의 개방적 공간이 만들어지는 특성을 보였다.

2) 넓스 기법의 비정형 특성


넓스는 3차원의 커브를 이용하여 원하는 입체의 곡면을 만드는 방법이다. 따라서 프렉탈과 같이 반복적 유닛 없이, 각도 및 선의 수정 작업에 따라 디자인 결과물을 즉각적으로 수정 보완할 수 있다. 넓스 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 조형적 특성을 살펴보면 늘리기, 휘기, 자유 변형과 같이 비정형적 형태의 생성이 매우 특징적이다.

<표 3>을 보면 N1, N2는 면을 구부리고, 비틀고, 휘는 자유 변형의 방법을 통해 비정형적 형태를 만들고 있다. N3, N4는 면을 감싸듯이 늘리고, 구부려서, 휘어진 형태를 만들고 면을 뚫어서 상호 관입적 공간을 만들고 있다. N5, N6은 면을 감싸듯이 구부리고, 늘리고, 휘게 하고, 불규칙적인 두께감을 변형시켜 형태를 늘리며, 왜곡시켜 비정형적 이미지를 만들고 있다. N7, N8, N9는 여러 면을 서로 감싸듯이 구부리고 휘어, 비정형적 입체물을 만드는 방법이다. N7은 피비우스의 띠처럼 연결된 면들이 중첩되면서 상호관입적 공간을 만들고, N8은 자유 변형된 면이 둥글게 감싸거나 끊어지면서 불규칙적인 공간을 만들고 있다. N9는 늘리기와 회전을 통해 자유 변형된 형태로 여러 면들에 의해 상호관입적, 개방적 공간을 만든다. N10은 면에 의해 생성된 형태가 중첩, 회전되

<표 2> 프랙탈을 활용한 디자인 특성 분석

F1			F2			F3		
형태		중첩		중첩 교차 분열		중첩 교차 변형		
면		중첩		늘리기 구부리기 회기 파동		파동		
공간	<그림 6> 프랙탈 반지 1 (출처: https://kr.pinterest.com/rachsalazar)	병치 개방	<그림 7> 프랙탈 반지 2 (출처: https://kr.pinterest.com/rusaksrg/jewelry)	병치	<그림 8> 프랙탈 귀걸이 1 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/generative-Product.php?code=196)	개방		
F4			F5			F6		
형태		중첩 교차 변형		중첩 교차 회기		중첩 교차 회기		
면		-		감싸기 회기		감싸기 회기		
공간	<그림 9> 프랙탈 펜던트1 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/product.php?code=58&search=necklace)	개방	<그림 10> 프랙탈 반지 3 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/line.php?code=8)	개방	<그림 11> 프랙탈 목걸이 1 (출처: http://www.shapeways.com/product/EF76C9V3K/9cm-fractal-lace-intricate-spirals-pendant?li=marketplace&optionId=42324160)	개방		
F7			F8			F9		
형태		중첩 스케일		중첩 회기		중첩		
면		돌출		감싸기		회기 구부리기 비틀기		
공간	<그림 12> 프랙탈 반지 4 (출처: https://kr.pinterest.com/ivatran/jewelry)	개방	<그림 13> 프랙탈 반지 5 (출처: http://www.shapeways.com/product/RPDK4WBX/honeycomb-ring)	중첩 개방	<그림 14> 프랙탈 목걸이 2 (출처: http://www.shapeways.com/product/E4RBNB44Y/half-persian-4-in-1-chainmail-necklace)	상호관입 개방		
F10								
형태		중첩 교차 변형 스케일링 비틀기						
면		회기 비틀기						
공간	<그림 15> 프랙탈 귀걸이 2 (출처: http://wt.wzaobao.com/a/2638084.html)	중첩 개방						

<표 3> 넙스를 활용한 디자인 특성 분석

		N1		N2		N3	
형태		늘리기 휘기 비틀기 자유 변형		휘기 왜곡 자유 변형		휘기 늘리기	
면		감싸기 돌출 늘리기 구부리기 휘기 비틀기 왜곡		구부리기 휘기 비틀기 자유 변형		감싸기 늘리기 구부리기 휘기	
공간	<그림 16> 넙스 팔찌 1 (출처: http://designcollect.or.net/rein-vollengas-sculptural-wearables)		<그림 17> 넙스 팔찌2 (출처: http://fashioningtech.com/profiles/vollengas-computational-jewelry)		<그림 18> 넙스 팔찌 3 (출처: https://uk.pinterest.com/aaronr722/)		
		N4		N5		N6	
형태		휘기 자유 변형		늘리기 휘기 왜곡		늘리기 휘기 비틀기 왜곡	
면		감싸기 늘리기 구부리기 휘기 자유 변형		감싸기 돌출 늘리기 구부리기 휘기		감싸기 늘리기 구부리기 휘기 비틀기	
공간	<그림 19> 넙스 팔찌4 (출처: http://www.shapeways.com/product/MIHIN4XAZB/kiemberly-ovitz-coelom-bracelet?li=shop-results&optionid=8005904)	상호관입 개방	<그림 20> 넙스 시계줄 (출처: http://www.dezeen.com/2009/07/23/hu-by-ross-lovegrove-for-issey-miyake)	개방	<그림 21> 넙스 반지 1 (출처: https://kr.pinterest.com/apleandthetree/)	개방	
		N7		N8		N9	
형태		중첩 교차 변형 회전		휘기 자유 변형		늘리기 휘기 회전 자유 변형	
면		중첩 감싸기 구부리기		감싸기 구부리기 휘기		감싸기 늘리기 기울이기 구부리기 휘기 자유 변형	
공간	<그림 22> 넙스 팬던트1 (출처: https://i.materialise.com/shop/category/jewelry)	상호관입 개방	<그림 23> 넙스 팬던트 2 (출처: http://www.sarahherriot.com/suns/sun%2Ding%2Dsilver.htm)	상호관입 개방	<그림 24> 넙스 구두 (출처: https://kr.pinterest.com/3dprinting/)	상호관입 개방	
		N10					
형태		중첩 회전 왜곡					
면		중첩 기울이기 휘기					
공간	<그림 25> 넙스 반지 (출처: https://kr.pinterest.com/taramacjeweller/)	중첩 상호관입					

<표 4> 파라메트릭을 활용한 디자인 특성 분석

		P1		P2		P3	
형태		스케일링 늘리기 비틀기		늘리기 왜곡 자유 변형		자유 변형 분열	
면		중첩 비틀기 감싸기		중첩 늘리기 왜곡		중첩 돌출 감싸기	
공간	<그림 26> 파라메트릭 목걸이 1 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/search_tags.php?search=jewelry)	상호관입 개방		<그림 27> 파라메트릭 목걸이 2 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/search_tags.php?search=jewelry)		상호관입 개방	<그림 28> 장갑 (출처: http://www.reneeverhoeven.nl)
		P4		P5		P6	
형태		늘리기 회기		늘리기 비틀기 왜곡 자유 변형		늘리기 비틀기 왜곡 자유 변형	
면		감싸기 돌출 늘리기 구부리기 회기, 파동		돌출 늘리기 자유변형		돌출, 늘리기 구부리기 비틀기 자유 변형	
공간	<그림 29> 파라메트릭 귀걸이 (출처: http://www.dezeen.com/2013/11/27/ross-lovegrove-designs-3d-printed-gold-jewellery)	병치		<그림 30> 반지 1 (출처: https://kr.pinterest.com/jorgehynes)		상호관입 개방	<그림 31> 파라메트릭 목걸이 (출처: https://kr.pinterest.com/3dprinterxyz/3d-printed-jewelry)
		P7		P8		P9	
형태		교차 변형 비틀기 늘리기 왜곡		늘리기 회기 비틀기		자유 변형 회기 늘리기	
면		늘리기 비틀기 구부리기 회기		감싸기 늘리기 구부리기 회기		늘리기 구부리기 회기 자유 변형	
공간	<그림 32> 파라메트릭 팔찌1 (출처: www.fuelyourproductdesign.com)	상호관입 개방		<그림 33> 반지 2 (출처: kr.pinterest.com/soource/leblob.com)		병치 상호관입 개방	<그림 34> 반지3 (출처: http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/search_tags.php?search=3dprint)
		P10					
형태		늘리기 회기 비틀기 자유 변형					
면		늘리기 구부리기 회기 비틀기 자유 변형					
공간	<그림 35> 팔찌 2 (출처: https://www.etsy.com/market/mobius_gold_ring)	상호관입 개방					

며, 병치된 공간을 관통하는 상호관입 공간이 형성된다.

종합해보면, 넙스를 활용한 디자인은 비틀기, 구부리기, 늘리기, 감싸기 등의 기법을 통해 자유 변형된 형태를 만들고 있으며, 공간의 교차와 상호관입을 통해 형태의 비정형성을 강조하고 있음을 알 수 있다.

3) 파라메트릭 기법의 비정형 특성

파라메트릭은 다양한 구성요소들 간의 관계를 함수화하여 비정형적 형태와 표피형태를 구성하는 방법이다. 따라서 프랙탈의 유닛이 일정한 것과 달리, 가변적 유닛의 사용과 확장성이 가능하며, 넙스의 형태, 공간 변형 중심의 비정형성과 달리, 형태, 공간과 표피 디자인의 종합적 비정형성을 추구할 수 있다는 면에서 차이가 있다.

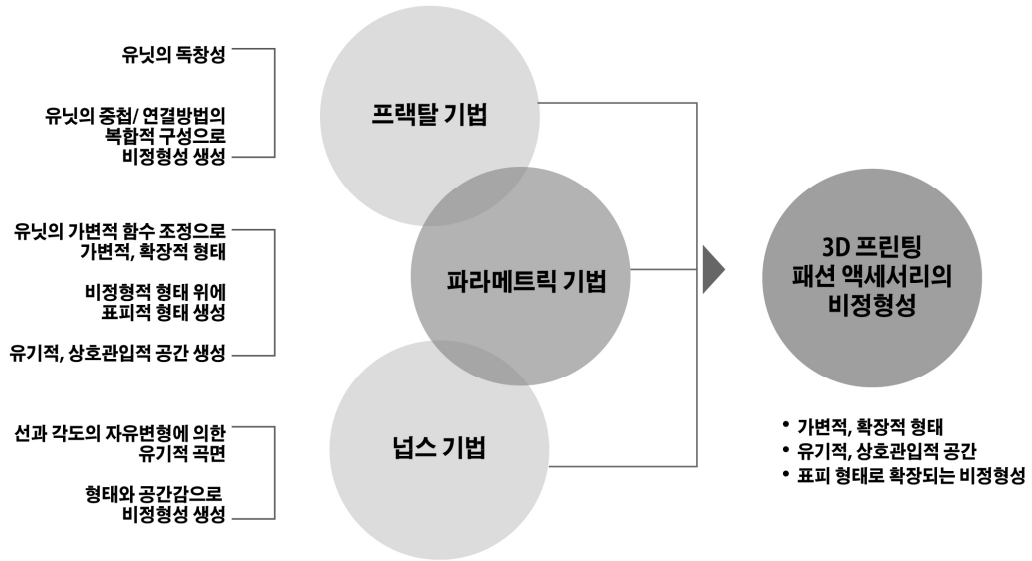
사례를 분석한 <표 4>를 보면, P1, P2는 평면에서 유닛의 중첩을 통해 비정형적 형태를 확장시키는 디자인이다. 프랙탈과 달리 각 유닛의 각도와 크기 형태는 변수의 조작에 의해 다양화된다. 유닛의 각도와 크기 변형을 통한 늘리기와 형태 왜곡 등의 비정형성이 적용된 사례이다. P3은 표피의 형태를 불규칙적으로 확장되도록 디자인하였고, P4는 등글게 흰 형태에 파동치는 요철의 표피를 생성해 확장적 디자인을 하였다. P5, P6은 선의 자유변형, 면의 돌출, 늘리기 등의 변형을 통해 왜곡된 비정형의 형태를 만들고 있으며, 다층적 공간이 상호관입되는 구조를 만들고 있다. P7은 누르고, 늘리고, 흰 면을 통해 만들어진 비정형의 공간들이 상호연결되듯 만들어진 형태이고 P8은 늘리고 구부러진 면에 각도에 따른 불규칙적 표피형태를 형성한 디자인이다. P9, P10은 넙스의 유기적 형태감과 파라메트릭의 가변성과 표피 생성적 특성이 어우러진 디자인으로 비틀리고 휘어진 다층적 면들에 의해 생성된 변형된 형태에 불규칙한 구멍이 생성된 형태이다.

내용을 종합해보면, 파라메트릭 기법은 늘리기, 구부리기, 휘기, 자유 변형의 방법으로 비정형적 형태를 만들고, 표피 형태의 생성을 통한 다층적 면과 상호관입적 공간들을 만드는 특성이 있음을 알 수 있다.

IV. 디지털 디자인 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 조형적 특성

본 연구에서는 디지털 틀에 의한 디자인 프로세스가 확장되면서 디지털 물성에 따른 조형적 특성을 가진 패션 액세서리 디자인이 늘어남에 따라, 디지털 디자인의 방법에 따라 생성되는 조형적 특성을 분석하고자 하였다. 디지털 조형을 만드는 3가지 방법에 따라 사례를 비교분석한 결과 프랙탈 기법을 활용한 디자인의 경우 유닛의 형태 및 반복적 규칙성에 따른 유닛의 연결로 비정형적 특성이 나타났다. 공간을 생성하는 방법은 3차원적 유닛의 연결에 따른 형태로 중첩에 의한 형태 생성이 주된 기법이었다. F1과 같이 유닛이 큰 경우는 전통적 패션 액세서리 디자인 형태들과 차이가 크지 않지만, F5와 같이 유닛의 작고 F2와 같이 유닛의 연결 방법이 복잡적이고 입체적일 경우, 전통적 조형과 다른 새로운 형태감을 만들어 낼 수 있음을 알 수 있다.

넙스 기법을 활용한 디자인의 경우 왜곡된 자유변형의 형태 생성에 적합한 디자인 틀의 영향으로 늘리기, 비틀기, 구부리기 방법을 활용한 비정형적 형태가 가장 특징적이었으며, 선과 각도에 의한 곡면의 생성이라는 도구적 특성 때문에 유기적 형태가 많았다. 또한, 선과 형태의 입체적 확장을 통해 공간이 교차하고 상호관입되는 특성을 나타냈다. 반면, 비정형적인 형태와 공간감을 강조하기 위해 면이나 선에 의한 공간감 외에 질감 표현,



<그림 36> 디지털 디자인 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 비정형적 특성

표피 형태의 생성 등은 많지 않았다.

파라메트릭 기법을 활용한 디자인의 경우 가변적 유닛의 활용을 통한 확장적 형태를 띤 디자인과 유기적 형태에 표피 형태를 입혀 형태를 자유 변형하는 디자인으로 나누어 볼 수 있었다. 유닛의 확장성을 통한 비정형적 디자인의 경우 프랙탈의 특성을 활용한 것으로 여기에 개별 유닛의 함수를 변형할 수 있는 가변적 속성을 넣음으로써 유닛의 확장성을 예측할 수 없도록 해 비정형성을 생성한 것이다. 유기적 외형과 표피 형태를 결합한 디자인의 경우, 냇스의 비정형적 형태 생성 기법과 함수 조정에 따른 디지털 디자인 요소의 가변성을 표피적 형태 생성에 넣음으로써 표피에 따른 입체적 형태 생성, 유기적 공간의 다층적, 상호관입적 연결 등의 현상이 나타났다.

디지털 디자인 기법의 특성에 따라 나타나는 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인의 비정형적 특성을 정리하면 첫째, 가변적이며 확장적인 형태로, 확정적이며 완결형 구조인 전통적 디자인과 차이가 있다. 가변적이며 확장적인 특성은 프랙탈과

파라메트릭 기법의 중요한 속성으로 나타났다. 둘째, 비정형적이며 표피적 형태이다. 유연성과 함수의 변형에 따른 비정형적 형태는 전통적 조형과 다른 부분이며, 파라메트릭 기법에 의한 표피 형태의 부여도 차별적 특성으로 나타났다. 셋째, 유기적 형태 및 공간 구성에 따른 다차원적이며, 상호관입적 공간 구성이다. 형태와 표피 등 다면적인 구성을 통해 만들어지는 공간과 깊이는 전통적인 모델링 방법으로 만들기 어려운 조형적 형태라고 할 수 있다.

3가지 기법에 따른 3D 프린팅 패션 액세서리의 조형적 특성을 정리하면 위의 <그림 36>과 같다.

V. 결론

3D 프린팅의 확산과 함께, 패션디자인 분야에서도 디지털 디자인의 가능성과 혁신성에 대한 탐구가 진행되고 있다. 디지털 기반의 디자인은 디자인 프로세스를 효율적으로 관리할 뿐 아니라 디

자인 결과물의 범위와 방향성에도 영향을 미치며, 사회의 미의식을 서서히 확장, 변화시키고 있다.

본 연구에서는 재료의 혼용과 세공 기법 등을 중심으로 발전되어 온 전통적 패션 액세서리 디자인과 달리, 제한된 재료의 범주에서 형태적 특성을 중심으로 발달하고 있는 3D 프린팅 패션 액세서리 디자인의 특성을 분석하고자 하였다. 분석 결과 디지털 디자인의 기법에 따른 영향으로 가변적, 확장적 형태와 비정형적이며 표피적 형태를 중심으로 한 디자인, 유기적이며 상호관입적인 공간성을 가진 디자인으로 그 특성을 요약할 수 있었다.

본 연구에서 제시한 디지털 디자인의 기법적 특성과 디지털 디자인만의 차별적 조형성에 대한 이해는 디지털 기반 패션디자인의 확산과 조형적 흐름을 이해하는 기반이 되며 디지털의 활용과 미적 가치에 대한 기반이 될 것이다. 특히, 전통적 디자인 방법에 의해 만들어지는 조형성과 차별화되는 디지털 틀에 의존한 조형성을 이해함으로써, 전통적 조형성의 차별화 방향을 모색할 수 있으며 디지털 틀 기반 조형적 특징을 갖는 디자인 개발의 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구의 결과는 디지털 디자인의 조형성 분류와 특성 분석을 위한 프레임을 제시함으로써 3D 프린팅 패션디자인에 대한 학문적이며 교육적인 연구의 기반으로 활용될 수 있으며, 디지털 기반 패션디자인의 조형 활동을 위한 기초 자료로도 활용될 수 있을 것이다. 다만, 본 연구의 분석 범위는 비정형적 패션 액세서리로 한정되었으므로 포괄적인 디지털 디자인의 조형성을 대신하기에는 한계가 있음을 밝힌다.

참고문헌

- 1) 김효숙, 강인애 (2015). 패션분야의 3D 프린팅 활용 현황에 관한 연구, 한국의상디자인학회지, 17(2), pp.125-143.
- 2) 이종석, 황선정, 김경아 (2015). 3D 프린팅을 활용한 패션제품 개발 연구, 브랜드디자인학연구, 13(1), pp.14-161.
- 3) 이용섭, 김선아 (2015). FDM 3D 프린터 출력물을 활용한 하이힐 디자인 개발, 한국디자인포럼, 48(-), pp.521-530.
- 4) 이종석, 이재정 (2015. 11). 3D 스캐닝과 3D 프린팅을 이용한 패션 액세서리 개발 연구, 한국패션디자인학회 추계학술대회 발표논문집, 성남, pp.21-24.
- 5) 이인영, 김수경 (2015). 3D 형태의 의상디자인 개념과 디자인 조형성: 2010년 이후 『View』, 『View2』를 중심으로, 한국패션디자인학회지, 15(3), pp.1-33.
- 6) 한정영 (2013). 3D 프린팅을 활용한 프로토타입 모델링 제작기법 연구, 한국상품문화디자인학회 논문집, 34(-), pp.97-109.
- 7) LG Business Insight (2013). Weekly focus: 3D 프린팅 제조업의 개념을 바꾼다, 4(-), p.17.
- 8) 광태기 (2013). 디지털 시대적 환경에서 디지털 의류 개발 경향의 표현특성에 관한 연구, 한국패션디자인학회지, 13(1), pp.141-157.
- 9) 박현신 (2011). 디지털시대에 나타난 패션의 표현특성에 관한 연구, 한국패션디자인학회지, 11(2), pp.55-74.
- 10) 양진원 (2013). 3D 프린팅을 활용한 패션디자인 연구, 홍익대학교 대학원 석사학위논문, pp.121-130.
- 11) 이진석 (2014). 디지털 건축 형태생성의 패러다임에 관한 연구, 대한건축학회연합논문집, 16(1), pp.121-130.
- 12) 박정주 (2010). 디지털 물성을 이용한 모듈화 표피생성방법 연구, 한국실내디자인학회논문집, 19(1), p.138.
- 13) 이명식 (2009). 건축디자인에서 프랙탈 기하학의 적용에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 25(5), p.166.
- 14) 윤병욱, 나유미, 이재홍 (2010. 5). 3D 모델링 프로그램을 이용한 프리폼 구조시스템 모델링 기법, 한국공간구조학회 춘계학술발표논문집, 경산, pp.51-54.
- 15) 조민정 (2011). 비정형 건축 외장의 재현과 구축을 위하여 통합적 디지털 디자인 프로세스 적용 연구, 디지털디자인학연구, 11(2), p.272.
- 16) 위의 책, p.273.
- 17) 김종국 (2014). 서브디비전 곡면 모델링 기법이 건축물의 형태형성과정에 미치는 효율성과 잠재성에 관한 연구, 대한건축학회연합논문집, 16(1), p.92.
- 18) Kolarevic, B. (2005). Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, New York: Taylor & Francis, pp.32-51.
- 19) 박상준, 홍관선 (2013). 비정형 디자인의 형태 분석에 관한 연구, 기초조형학연구, 14(1), p.233.

- 20) 三井秀樹 (1999). 美の構成學: パウハウスからフラクタタルまで, 東京: 中公新書, p.65.
- 21) 김형태, 박찬일 (2015. 10). 건축형태에 있어서의 비정형성에 대한 이미지특성 분석 연구, 한국실내디자인학회 추계학술대회논문집, 성남, pp.201-206.
- 22) 위의 책.
- 23) 강훈 (2006). 디지털 형태변형 기법을 이용한 비정형 건축형태생성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 22(9), pp.149-158.
- 24) 이재국, 이강복 (2011). 비정형 건축구현을 위한 디지털 디자인프로세스에 관한 연구, 한국디지털건축인테리어학회논문집, 11(2), pp.10-16.
- 25) 임진규, 박정대 (2013). 파라메트릭 디자인을 활용한 비정형 형태생성 기법에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 29(8), pp.43-50.
- 26) 최현철 (2010). 비정형 파라메트릭디자인의 파라메트릭 구조해석 최적화, 건축, 54(10), pp.65-68.
- 27) 박상준, 홍관선 (2011). 비정형적 공간 디자인에 있어서 디지털 도구의 활용에 관한 연구, 기초조형학연구, 12(3), pp.185-197.
- 28) 이지연, 김국선 (2014). 필립스타크 카림라시드 실내공간의 초현실주의적 표현에 관한 연구, 한국공간디자인학회논문집, 27(-), pp.9-18.
- 29) 안성모, 송지현 (2009). 디지털 조형언어의 생성적 의미 분석을 통한 행태적 가능성에 관한 연구, 기초조형학연구, 10(1), pp.291-299.
- 30) 김철규, 천동훈 (2003). 현대건축의 비정형적 형태에 관한연구, 한국실내디자인학회논문집, 19(4), p.92.
- 31) 박상준, 이경훈, 홍관선 (2012). 비정형 건축디자인의 형태분류에 관한 연구, Journal of Integrated Design Research, 11(4), pp.37-52.
- 32) 안성모, 송지현. 앞의 책, pp.291-299.
- 33) Vollers, K. (2008. 3). Morphological scheme of second generation non-orthogonal high-rises, CTBUH 8th World Congress, Dubai, pp.167-178.
- 34) 권기영 (2006). 형태변형 원리를 적용한 현대 패션디자인의 조형적 특징 및 의미 연구, 대한가정학회지, 44(12), pp.167-178.
- 35) 왕경희 (2012). 형태변이를 적용한 패션의 디자인적 특성에 대한 연구, 한국디자인문화학회지, 18(2), pp.262-273.

Atypical Forms of 3D Printing Fashion Accessories according to the Digital Design Methods

Lee, Jee Hyun · Kim, Ji Eun^{*} · Yang, Eun Kyoung^{**} · Min, Se Yeong^{*}
Sun, Zhong Yuan^{***} · Lee, Eun Han^{***}

Associate Professor, Dept. of Human Environment & Design, Yonsei University

Combined Master's & Doctoral courses, Graduate School, Dept. of Human Environment & Design, Yonsei University^{*}

Doctorial courses, Graduate School, Dept. of Human Environment & Design, Yonsei University^{**}

Master's courses, Graduate School, Dept. of Human Environment & Design, Yonsei University^{***}

Abstract

This study aimed to analyze the formative characteristics of digital design regarding the spread of 3D printing technology. The scope of this study was limited to fashion accessories based on 3D printing technology. This study focused on the scalable and atypical forms which are discriminatory to the traditional fashion accessories. The generating principle of atypical forms and the methods of digital design were used to assess the characteristics of 3D printing fashion accessories. The general methods of digital design for 3D printing were grouped as Fractal, NURBS modeling, Parametric design. As a result, 3D printed fashion accessories based on Fractal method were characterized by the abnormal formation of the uniqueness of unit and the connection of the units. In the case of 3D printed fashion accessories based on NURBS modeling, atypical forms and space created by the intersection of the organically curved lines and space were the main factors for the atypical forms. In the case of Parametric design, the variable scalability, atypical forms and spaces of the units were the important atypical characteristics that made atypical forms combined with the skin type. In conclusion, the atypical characteristics of 3D printing fashion accessory designs were summarized as follows; the variable and expandable forms, the organic and interpenetrating spaces, atypical forms extended by skin shapes. This result could be used as an academic base to study atypical characteristics of digital design and suggest an adaptive direction of digital fashion design. For the further study, the range of digitalized fashion design could be extended to the digitally printed clothing.

Keyword : NURBS modeling, parametric, fractal, fashion accessory, 3D printing