

## 3D 프린팅 기술에 의한 소재 개발과 3차원 가상 착의 시스템 활용을 통한 의류 제작

민준영 숙명여자대학교 의류학과 학석사연계과정

김현진 숙명여자대학교 의류학과 석박통합과정

김혜림 숙명여자대학교 의류학과 교수<sup>1)</sup>

### 초록

4 차 산업 시대의 도래와 디지털 기술의 발전에 따라, 섬유·패션 산업에서도 디지털 기술을 접목하려는 시도가 계속되고 있다. 이에, 국내에서는 섬유·패션 산업의 경쟁력과 제조 현장의 지능화 및 자동화를 위해 3D 프린팅 기술, 3차원 가상 착의 시스템, AI, 메타버스 등의 디지털 기술을 도입하고 있다.

본 연구의 목적은 3D 프린팅을 활용한 텍스타일을 디자인하고, 3차원 가상 착의를 통해 3D 프린팅 의류의 샘플링 진행 및 실물 작품으로 전개하여 3D 프린팅 의류의 실물 제작 가능성과 섬유·패션 산업에서의 디지털 기술의 적용 방안을 확인하는 것이다.

3D 프린팅 텍스타일 디자인 모티브는 자연물에 나타나는 구조적인 요소를 선택하여 텍스타일 유닛을 디자인하였고, 이를 체인메일의 구조에 적용하여 텍스타일 패턴을 제작하였다. 제작한 텍스타일 패턴은 CLO 프로그램을 사용해 의류에 적용하여 3차원 가상 착의 시뮬레이션을 진행하였다. 3D 프린팅 텍스타일 중 유연성이 우수하고 패턴의 유닛이 작아 곡선적인 형태로 변형이 용이한 ‘텍스타일 2’ 패턴을 출력 크기에 맞추어 분할하고 2D 패턴에 따라 모델링을 변형하여 3D 프린팅 하였고, 시제품을 완성하였다. 시제품은 CLO 프로그램으로 제작한 가상 착의와 비교하여 패턴의 맞춤새와 실루엣을 확인하였다. 본 연구의 의의는 3차원 가상 착의 시스템을 이용하여 효율적으로 3D 프린팅 텍스타일의 적용 형태 및 실루엣을 확인함과 동시에 3D 프린팅 기술을 이용해 형태 맞춤형으로 출력하여 시제품을 제작함으로써 3D 프린팅 텍스타일의 의류 적용 가능성을 확인한 것에 있다.

### 키워드

3D 프린팅, 3차원 가상 착의, CLO, DLP

Manuscript received April 14, 2023 / Revision received June 07, 2023 / Accepted June 28, 2023

1) 교신저자: [khyerim@sookmyung.ac.kr](mailto:khyerim@sookmyung.ac.kr)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

## 1. 서론

4 차 산업 시대의 도래와 디지털 기술의 발전에 따라, 섬유·패션 산업에서도 디지털 기술을 접목하려는 시도가 계속되고 있다. 이에, 국내에서는 섬유·패션 산업의 경쟁력과 제조 현장의 지능화 및 자동화를 위해 3D 프린팅 기술, 3 차원 가상 착의 시스템, AI, 메타버스 등의 디지털 기술을 도입하고 있다(최아름, 2022).

3D 프린팅 기술은 적층 제조(Additive manufacturing)방식의 기술로, 디지털 파일을 한 층씩 쌓아 입체적인 물체를 제작하는 기술이다(Petrick & Simpson, 2013). 3D 프린팅은 초기 실험용 및 시제품 제작에 주로 사용되었지만, 최근에는 최종 제품 생산에 활용되면서 차세대 제조 트렌드로 주목받고 있다(최종윤, 2023). 패션 산업에서 3D 프린팅 기술이 초기에 도입되었을 당시에는 신발, 액세서리, 단추, 지퍼와 같은 의류 부자재 생산에 적용되었고, 3D 프린팅 기술의 발전에 따라 다양한 활용방안이 모색되고 있다(이종석, 이재정, 2016). 3D 프린팅 기술 중 하나인 DLP 3D 프린팅 기술은 제작 속도가 빠르고, 표면 조도가 우수하여 섬세한 표현이 가능하다는 장점을 가지고 있어 다양한 소재의 표현에 용이하다.

3 차원 가상 착의 시스템은 의류의 2D 모델링 패턴을 3D 로 구현하는 기술로 3 차원 인체 스캔 기술 및 컴퓨터 그래픽 기술을 기반으로 한다(김현아 외, 2011). 그중 3D CLO 프로그램은 원단의 재질과 물성을 구현하여 화면상에 가상의 의류를 실물처럼 제작하는 프로그램이다(문명선, 2015). CLO 프로그램은 2D CAD 패턴을 불러와 3D 의상을 제작 및 변형할 수 있으며 이러한 제작 및 변형이 실시간으로 나타나 빠른 시뮬레이션과 프로그램 안정성으로 인해 효율적인 디자인 과정이 가능하다(민은선, 2015). 3D 기술을 도입하기 이전 제조 방식으로 디자인할 경우, 하나의 디자인을 완성하기 위해 3~5 번의 샘플 제작이 필요하여 제작 시간이 길고 자원이 소모된다는 단점이 있었으나, CLO 프로그램을 활용해 가상 착의 의류를 구현하면 30 분~1 시간 이내에 의류 제작 및 오류의 점검이 가능하여 리드타임 감소와 더불어 자원의 소모를 절감할 수 있다(SBS Biz, 2018).

3D 프린팅 기술을 이용하여 텍스타일이나 의류를 연구한 선행연구로는 보로노이 다이어그램을 이용한 3D 프린팅 패션디자인 연구(이종석, 이재정, 2017), 패션쇼를 위한 3D 프린팅 의상 디자인 개발 연구(이현승, 2019), 자하 하디드의 기하학적 형태를 활용한 3D 프린팅 패션디자인 연구(안효선, 김지영, 2021) 등이 보고되었으며, 3 차원 가상 착의를 활용한 연구는 3D 가상 시뮬레이션을 활용한 팬츠슈트룩 디자인연구(신혜경, 2014), 3 차원 가상 착의 시스템을 이용한 북아메리칸 스모킹 디자인 재현 연구(김민경, 2020), 3 차원 가상 착의를 활용한 미래주의 패션 디자인(최설맹 외, 2022) 등으로 활발하게 연구가 진행되고 있다. 그러나 현재 3D 프린팅 기술과 3 차원 가상 착의를 함께 접목하여 실물 의류 제작까지 연결되는 연구 보고는 많지 않다.

따라서 본 연구의 목적은 3D 프린팅을 활용한 텍스타일 디자인을 하고, 3 차원 가상 착의를 통해 3D 프린팅 의류의 샘플링 진행 및 실물 작품으로 전개하여 3D 프린팅 의류의 실물 제작 가능성과 섬유·패션

산업에서의 디지털 기술의 적용 방안을 확인하는 것이다. 이를 위하여 3D 프린팅 텍스타일은 자연을 모티브로 3 가지의 디자인을 개발하였고, 출력한 3D 프린팅 텍스타일의 물성을 평가하여 실제 의류용 소재로써 사용 가능한지의 여부를 확인하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1. 실험 기계 및 재료

#### 2.1.1. 3D 프린터 및 프로그램

본 연구에서는 Digital Light Processing(3D Real Form, RealLab, Korea) 프린터를 사용해 3D 프린팅 텍스타일을 출력하였으며, CLO(CLO 7.0, CLO Virtual Fashion, Korea) 프로그램을 활용해 3 차원 가상 착의 시뮬레이션을 진행하였다. 본 연구에서 사용된 3D 프린터와 프로그램에 대한 구체적인 특징은 표 1 과 같다.

표 1 3D 프린팅 의류 제작에 사용된 소프트웨어와 기계 특성

Parts	Software & Material	Details
Textile Modeling	Rhino	3D modeling software Version : Rhinoceros 3D 7.0 Manufacturer : Robert McNeel & Associates, USA
3D Virtual Garment System	CLO	3D virtual garment fashion design software Version : CLO 7.0 Manufacturer : CLO Virtual Fashion, Korea
Textile Pattern	Photoshop	Computer graphic software Version : Photoshop 24.0 Manufacturer : Adobe Systems, USA
3D Printer	3D Real Form	Digital light processing 3D printer Manufacturer : RealLab, Korea

#### 2.1.2. 3D 프린팅 재료 및 시약

DLP 프린터에는 아크릴계 광경화성 합성수지(Polyurethane Acrylate Photopolymer)를 3D 프린팅 텍스타일 샘플을 제조하기 위해 사용하였다. 수지의 특성은 표 2 에 정리하였다. 또한, 3D 프린팅 텍스타일의 후처리 과정에서 에탄올( $C_2H_5OH$ , Duksan Pure Chemical Co., Ltd., Korea)을 사용하였다.

표 2 3D 프린팅 수지의 특성

	Material	Hardness (After Exposing Light)	Form	Color	Manufacturer	
	RealForm_3DP (Oligomer 10%)	Polyurethane Acrylate Photopolymer	Soften	Liquid	Flash	RealLab

## 2.2. 실험 방법

### 2.2.1. 3D 프린팅 텍스타일 디자인 및 의류 제작 프로세스

본 연구는 DLP 3D 프린팅을 통해 3D 프린팅 텍스타일을 제작하고, 이를 3차원 가상 착의 시스템을 활용하여 의류 제품을 제작하고자 하였다. 3D 프린팅 텍스타일 및 의류의 제작 과정은 그림 1 과 같다.

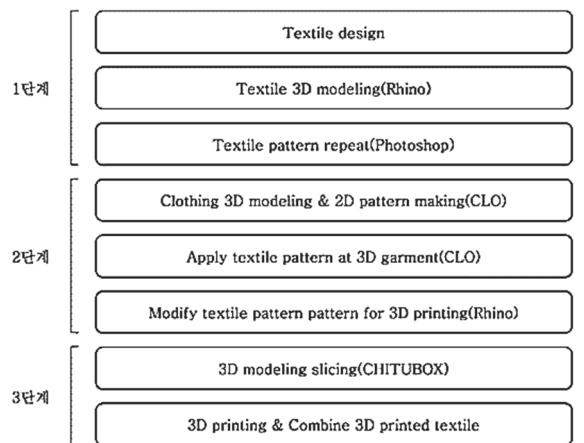


그림 1 3D 프린팅 텍스타일 및 의류 제작 과정 모식도

1 단계, 디자인한 텍스타일을 Rhino 소프트웨어를 사용하여 모델링하고, 모델링한 텍스타일을 어도비 포토샵(Adobe Photoshop)을 통해 패턴을 리핏(repeat)하여 텍스타일 패턴을 제작하였다.

2 단계, CLO 소프트웨어를 사용하여 3D 의류를 디자인하고, 2D 모델링 패턴을 제작하였다. 만들어진 3D 의류에 텍스타일 패턴을 적용하고 텍스타일의 사이즈를 확인하여 출력해야 하는 텍스타일 패턴의 개수를 측정한다. 또한, 진동선이나 목둘레선과 같이 사각형의 형태가 아닌 다른 형태가 필요한 패턴은 3D 텍스타일 디자인에서 변형시켜 준다.

3 단계, 3D 텍스타일 모델링을 CHITUBOX 프로그램으로 슬라이싱(Slicing)하여 3D 프린팅이 가능한 상태로 만들어 준다. DLP 3D 프린터를 사용하여 출력하고, 이를 연결시켜 의류를 완성한다.

### 2.2.2. 인장강도

인장강도는 인장 압축 시험기(HZ-1007A, MMS TECH, Korea)를 사용하여 KS K 0521 을 다음과

같이 변형하여 시험하였다. 시험편의 크기는 3D 프린터의 최대 출력 크기를 고려하여 시험편의 크기를 가로 50mm 세로 115mm 로 변경하여 측정하였다. 시험편은 향온향습기(S-TH31, SERIMA, Korea)를 사용하여 표준 조건인 온도 20 °C, 습도 65%로 24 시간 처리한 후, 실험을 진행하였다.

### 2.2.3. 강연도

강연도는 선행 논문에서 3D 프린팅 텍스타일의 유연성을 평가하기 위해 사용한 캔틸레버법으로 측정하였다. 시험편의 크기는 3D 프린터의 최대 출력 크기를 고려하여 가로 25mm 세로 115mm 로 변경하여 실험하였다. 시험편을 캔틸레버 시험기에 장착하여 시험편의 앞쪽 끝이 눈금 0 에 오도록 한 뒤, 시험편 앞쪽 끝이 41.5° 의 경사면에 닿을 때까지 시험편을 밀어 경사면에 닿은 길이를 측정하였다(심연제 외, 2022). 드레이프 강연도(Drape stiffness) 계산식(1)을 사용하여 계산하였고, 플렉스 강연도(Flex stiffness)는 계산식(2)에 따라 계산하였다(Kabir et al., 2020).

$$C = \frac{D}{2} \quad (1)$$

$D$  is drop length of samples (cm),  $C$  is drape stiffness (cm).

$$G = C^3 \times W \quad (2)$$

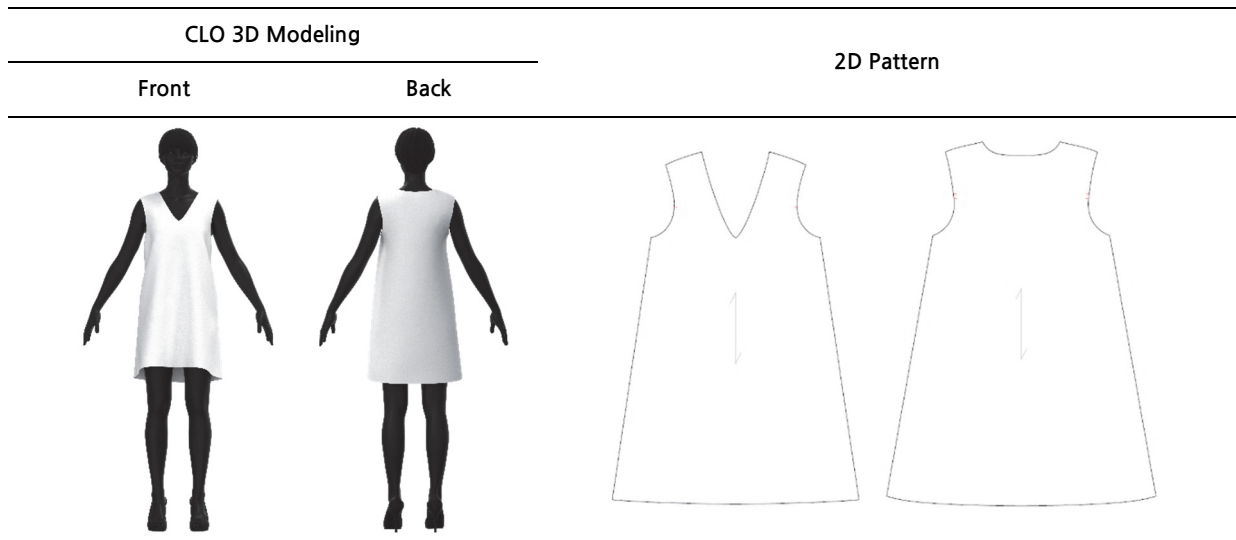
$W$  is weight of sample (g/cm<sup>2</sup>),  $G$  is flex stiffness (cm·g).

### 2.2.4. 3차원 가상착의 시뮬레이션

#### 2.2.4.1. CLO 프로그램을 이용한 의류 모델링

본 연구에서는 3 종의 텍스타일 패턴 디자인의 의류 제작 가능성을 확인하기 위해 표 3 에서 보는 바와 같이 CLO 프로그램을 사용하여 3 차원 가상 의류를 제작하였다. 3 차원 가상 의류의 디자인은 본 연구에서 개발한 3D 프린팅 텍스타일의 의류 적용 형태를 확인하기에 용이한 간결한 실루엣의 튜닉 원피스로 하였다.

표 3 3D 프린팅 의류의 CLO 3D 모델링과 2D 패턴



### 2.2.4.2. 3 차원 가상 착의 시뮬레이션의 텍스타일 패턴 적용

제작한 3 차원 가상 의류의 모델링에 적용할 3D 프린팅 텍스타일 패턴은 포토샵 프로그램을 이용하여 리핏 시킬 패턴을 만든 후, ‘패턴 정의’ 기능을 사용하여 패턴을 제작하였다. 제작한 텍스타일 패턴을 CLO 프로그램에 불러와 의류에 적용하고, 상의 ‘텍스처 수정’ 기능을 사용하여 텍스타일 패턴의 크기를 3D 프린팅을 진행할 사이즈로 변경하였다.

### 2.2.4.3. 3D 프린팅 및 시제품 제작

텍스타일 패턴의 물성 실험 및 3 차원 가상 착의 시뮬레이션 결과를 바탕으로, 시제품을 제작할 3D 프린팅 텍스타일을 선정하여 의류를 제작하였다. DLP 3D 프린터의 최대 출력 가능 크기인 115\*65(mm)를 고려하여 의류의 2D 모델링 패턴 상의 텍스타일 패턴을 분할하고, 각각의 출력 형태를 확인하였다. 분할한 패턴 중 진동선, 모듈레이션과 같이 3D 프린팅 텍스타일 패턴의 모델링 상 변화가 필요한 부분은 Rhino 프로그램을 사용하여 그림 2와 같이 형태를 변형하였다.

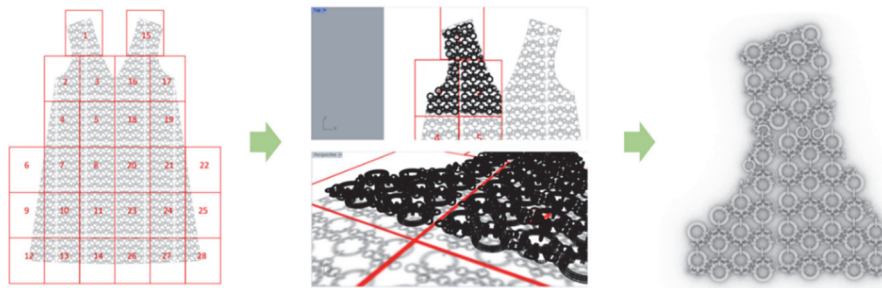


그림 2 2D 패턴에 대한 3D 프린팅 텍스타일 패턴 수정 방법

완성한 텍스타일 모델링은 파일의 확장자를 stl.으로 변경하여 저장한 후, Chitu DLP Slicer 프로그램에서 서포터를 추가하고, 슬라이싱을 하여 출력할 수 있는 상태로 저장하였다. 저장한 파일은 DLP 3D 프린터를 사용해 출력하였다. 출력 조건은 표 4에 기술하였다.

표 4 3D 프린팅 출력 조건

Layer Thickness(mm)	Normal Layer Exposure Time(sec)	Off Time(sec)	Bottom Layer Exposure Time(sec)	Bottom Layers
0.1	10	5	48	6

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 3D 프린팅 텍스타일 패턴 개발

##### 3.1.1. 텍스타일 패턴 디자인

텍스타일 패턴의 디자인은 자연을 모티브로 하였으며, 자연물에 나타나는 구조적인 요소를 활용하여 텍스타일 유닛을 디자인하였다. 만들어진 텍스타일 체인 메일(Chain mail) 형태의 구조를 변형하여 패턴으로 디자인하였다. 텍스타일 유닛 디자인 및 패턴 전개과정은 표 5와 같이 정리하였다.

##### 3.1.1.1. 텍스타일 1

자연의 유기적인 곡선 형태가 나타나는 호박의 덩굴손을 텍스타일 1의 모티브로 선정하였다. 호박 덩굴손(Pumpkin tendril)에 나타난 스프링 구조를 체인 메일에 적용할 수 있는 원형 형태로 변형하여 텍스타일 1 유닛을 도출하여 입체감을 표현하였다. 제작한 유닛은 작은 원형 파이프를 연결하여 단단하게 고정함으로써 형태 안정성을 높이면서 시각적 안정감을 나타냈다.


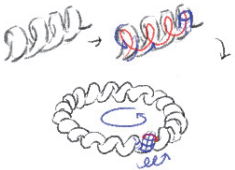


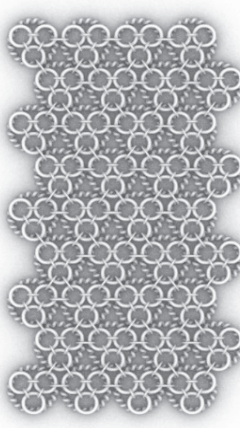
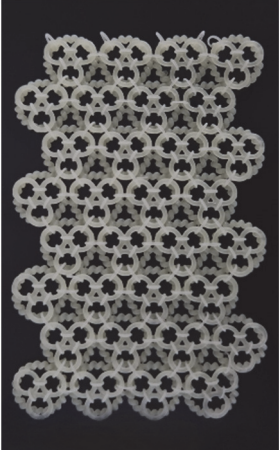
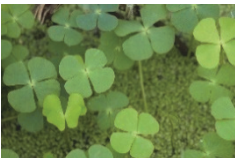
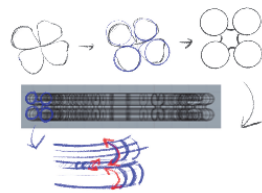
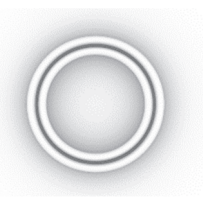

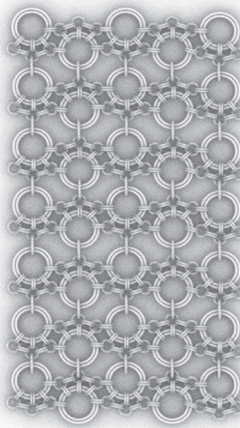
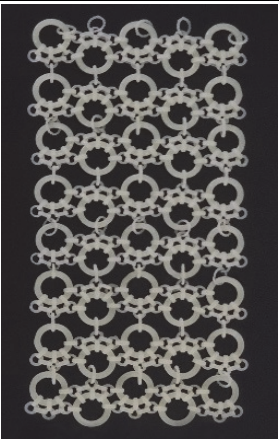

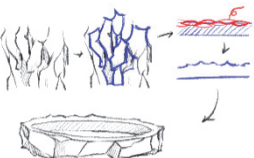
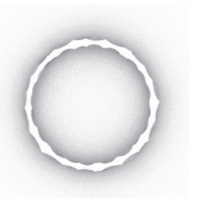

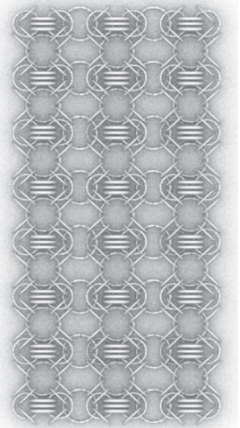
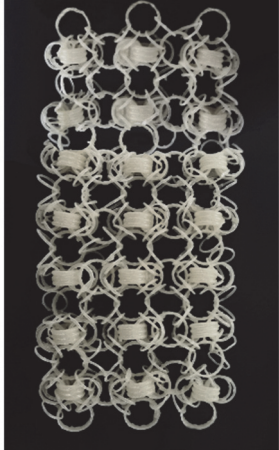
##### 3.1.1.2. 텍스타일 2

자연의 규칙적인 형태가 나타나는 클로버(Clover)를 텍스타일 2의 모티브로 선정하였다. 클로버는 잎이 가운데를 중심으로 회전하며 구성되는 회전성과 회전되어 구성된 4장의 잎이 상하좌우 모든 방향에서 대칭이 되는 대칭성을 가지고 있는 형태이다. 이러한 클로버의 형태를 디자인 스케치 과정을 통해 단순화하였고, 단순화한 형태를 텍스타일 2 유닛의 단면으로 사용하여 체인 메일에 적용할 수 있는 원형 형태로 변형하여 제작하였다. 제작된 텍스타일 2 유닛의 크기를 2가지로 제작하여, 작은 유닛들을 큰 유닛의 외각에 물결처럼 배치하여 연결함으로써 텍스타일 패턴에 변화와 리듬감을 표현하였다.

##### 3.1.1.3. 텍스타일 3

자연의 비정형적인 형태가 나타나는 나무의 껍질을 텍스타일 3의 모티브로 선정하였다. 나무의 껍질은 형태가 일정하지 못한 껍질들이 무작위적으로 구성되어 채워진 면인 나무의 줄기를 구성한다. 이러한 비정형성과 무작위성의 형태적 특성을 활용하여, 불규칙적으로 원형을 중첩시켜 합친 후에 이를 원통의 표면에서 제외해주었다. 또한, 체인 메일의 형태로 연결시킬 수 있는 유닛으로 만들어야 하기 때문에 원통을 링 형태로 변형하였고 안쪽에도 표면과 같은 효과를 적용하였다. 제작된 텍스타일 3 유닛과 크기가 비슷한 원형 파이프를 각도를 달리하여 배치함으로써 텍스타일 패턴에 입체감을 더해주었다.

표 5 3D 프린팅 텍스타일 패턴 디자인 과정 및 출력물

	Motif & Design Sketch	Modeling of Textile Unit	Textile Pattern Modeling	3D Printing Textile
텍스타일 1	 <p>Spiralled Green Pumpkin Tendrils<sup>2)</sup></p> 	 		
텍스타일 2	 <p>Luck four leaf clover<sup>3)</sup></p> 	 		
텍스타일 3	 <p>Tree texture bark<sup>4)</sup></p> 	 		

2) <https://www.publicdomainpictures.net/en/view-image.php?image=394086&picture=spiralled-green-pumpkin-tendrils>

3) <https://pixabay.com/photos/luck-four-leaf-clover-plant-4397584/>


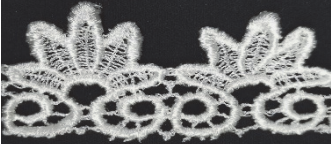
4) <https://pixabay.com/photos/tree-texture-bark-plant-nature-1119305/>



### 3.2. 텍스타일 패턴 물성 실험

본 연구에서는 디자인한 3 개의 3D 프린팅 텍스타일의 의류 적용 가능성 평가와 시제품 제작을 위한 디자인 선정을 위해 인장강도와 강연도 측정을 진행하였다. 대조군은 오픈형 구조(open structure)의 섬유소재 중 케미컬 레이스와 경편성물인 라셀을 선정하여 물성을 비교하였다. 대조군으로 선정된 케미컬 레이스와 라셀의 물성은 표 6 과 같다.

표 6 3D 프린팅 텍스타일 물성 평가를 위한 대조군 소재의 특성

	Textile	Fiber(%)	Thickness(mm)	Weight(g/cm <sup>2</sup> )
라셀		Polyester 100%	0.19±0.01	0.002
케미컬 레이스		Rayon 100%	1.62±0.1	0.047

#### 3.2.1. 인장강도

그림 3 은 인장강도 결과로, 텍스타일 1 의 인장강도는 대조군 소재인 케미컬 레이스보다 약 0.6 배 강도가 낮지만, 라셀보다는 약 2.6 배 강도가 우수하게 나타나 의류용 소재로써 사용이 가능한 것으로 확인하였다. 텍스타일 2 는 라셀 소재와 강도가 유사하여 의류용 소재로 사용이 가능한 것으로 예상되었다. 그러나 텍스타일 3 은 3D 프린팅 텍스타일 소재 중 가장 강도가 낮았고, 대조군인 라셀 및 케미컬 레이스와 비교하여도 강도가 낮게 나타나 의류용 소재로 사용하기에 부적합한 것으로 판단하였다. 이는 텍스타일 3 의 디자인 단위가 큰 것에 비하여 연결 부위의 두께가 얇아 강도가 약한 것으로 사료된다.

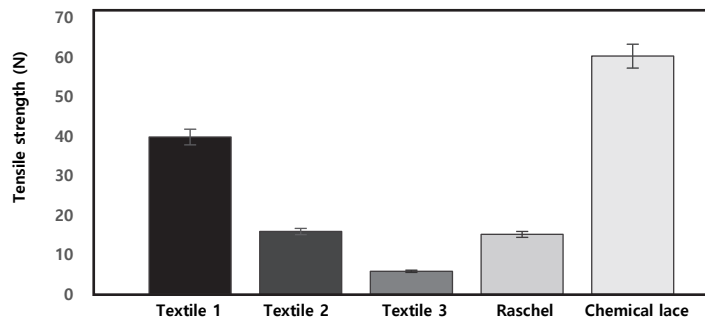


그림 3 3D 프린팅 텍스타일과 대조군 소재의 인장강도

### 3.2.2. 강연도

3D 프린팅 텍스타일과 대조군 소재의 강연도 측정 결과는 표 7에 정리하였다. 강연도 측정 결과, 텍스타일 1은 캔틸레버법으로 유연도를 측정할 수 없는 매우 강직한 소재인 것으로 나타났다. 3D 프린팅 텍스타일의 유연도는 텍스타일 구조체의 크기와 두께에 영향을 받는 것으로 예상되며, 적절한 유연도를 유지하기 위해서는 구조체 간 적절한 공극이 필요한 것으로 확인되었다. 텍스타일 2는 3D 프린팅 텍스타일 중 가장 유연하였으며 대조군 소재들에 비해서도 가장 유연한 것을 확인하였다. 텍스타일 3는 텍스타일 2보다는 강직하지만, 대조군 소재인 케미컬 레이스와 라셀 소재보다 유연한 것으로 확인되었다.

본 연구에서 개발한 3D 프린팅 텍스타일의 인장강도와 강연도를 분석한 결과, 대조군 소재와 비슷한 강도를 가지면서도 유연성이 우수한 텍스타일 2가 의류용 소재로 사용되기에 적합한 것으로 확인되었다.

표 7 3D 프린팅 텍스타일과 대조군 소재의 강연도


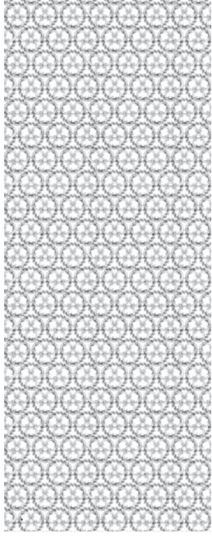

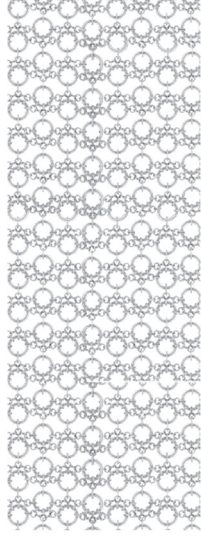

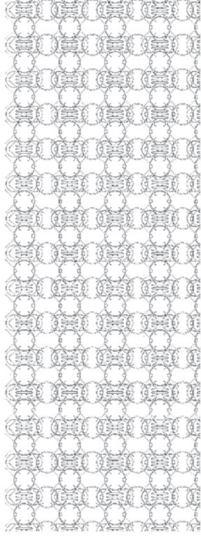
	텍스타일 1	텍스타일 2	텍스타일 3	라셀	케미컬 레이스
Flex Stiffness(cm·g)	N/A	0.438	0.791	0.952	3.515

(N/A = Not applicable)

### 3.3.3 3차원 가상 착의 시스템을 이용한 의류 샘플링

튜닉은 고대의 서양 남녀가 착용하던 소매가 없는 헐렁한 옷으로(Doopedia, n.d.) 넉넉한 실루엣과 착용이 편한 것이 특징이다. 지퍼나 단추와 같은 여밈을 위한 부자재 사용 없이도 착용을 용이하도록 하기 위해 목둘레선을 깊게 파주어 패턴을 설계하였고, 장식적인 표현을 배제하는 간결한 디자인으로 구성함으로써 텍스타일 패턴이 적용되는 모양새를 확인하기 용이하게 하였다. 이와 같이 튜닉 디자인으로 제작한 3D 프린팅 의류는 이너 드레스 위에 겹쳐 입어 착용할 수 있으며, 착용하는 이너 드레스와 3D 프린팅 의류의 디자인을 변경함에 따라 다양한 형태로 연출이 가능한 2-way 디자인의 가변적인 드레스이다.

표 8 3D 프린팅 텍스타일 패턴과 3차원 가상착의 시뮬레이션 적용

텍스타일 1		텍스타일 2		텍스타일 3	
CLO 3D	Textile Pattern	CLO 3D	Textile Pattern	CLO 3D	Textile Pattern
					

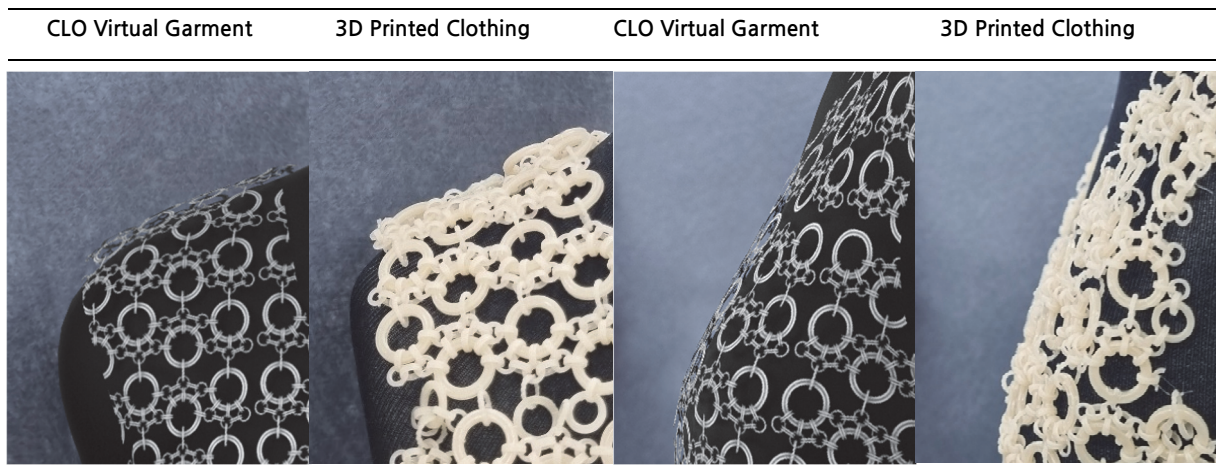
### 3.4. 3D 프린팅 및 시제품 제작

3차원 가상 착의를 바탕으로, 3D 프린팅 텍스타일을 2D 패턴에 배열하여 이를 Rhino 프로그램상에서 출력할 수 있도록 모델링을 변경하였다. 2D 패턴의 형태에 맞추어 모델링을 변경한 텍스타일 패턴은 출력한 후 에탄올에 10분간 침지하고 수세, 건조하였다. 출력한 텍스타일 패턴은 2D 패턴에 맞추어 배치한 후, 투명한 실로 이음새를 묶는 방식으로 연결하여 완성하였다. 제작한 시제품과 3차원 가상착의 의류를 비교하여 표 9에 제시하였다. 완성한 3D 프린팅 의류와의 3차원 가상 착의 시뮬레이션의 의류를 비교해본 결과, 패턴의 맞춤새나 제작된 의류의 전체적인 실루엣이 유사하게 표현되는 것을 확인하였다. 그러나 표 10에서 볼 수 있듯이, CLO 프로그램에서는 3D 프린팅 소재가 그림 파일로 적용이 되기 때문에, 3D 프린팅 텍스타일이 평면적으로 표현된다는 한계점이 존재한다. 그로 인해, 시제품으로 제작한 의류에는 3D 프린팅 텍스타일 고유의 입체적인 실루엣과 요철감이 나타나지만 CLO 프로그램을 사용하여 제작한 가상 착의 의류는 평면적이고 매끈하게 표현된다는 차이가 존재한다. 따라서, CLO 프로그램을 이용한 가상 착의 의류와 실제로 제작한 3D 프린팅 의류는 입체감의 측면에서 차이가 나타나는 것을 확인하였다.

표 9 3 차원 가상 착의 의류와 3D 프린팅 의류의 비교



표 10 3 차원 가상 착의 의류와 3D 프린팅 의류의 디테일 비교



#### 4. 결론

3차원 가상 착의 시스템과 3D 프린팅 기술은 섬유·패션 산업에서 제조 패러다임을 변화시킬 수 있는 디지털화 기술에 해당한다. 본 연구에서는 의류 제작 프로세스에 3D 프린팅 기술과 3 차원 가상 착의 기술을 함께 도입함으로써, 디지털화와 더불어 폐기물 감소 방법을 제안하였다. 또한, 3D 프린팅으로 개발한 소재를 3 차원 가상 착의 시뮬레이션을 통해 제작 양상을 예측하고, 이를 시제품으로 제작함으로써 의류 생산 과정에 디지털화를 도입하였을 때의 제품 제작 방법 및 생산 가능성을 확인하였다. 본 연구에서 진행한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 자연물의 구조적인 요소를 모티브로 3D 프린팅 텍스타일 유닛을 개발하여 이를 이용한 체인메일 구조의 텍스타일 패턴을 제안하였다. 기존 패브릭에서는 표현이 어려운 입체적인 형태와 구조가 나타나는 텍스타일을 개발하였다.

둘째, CLO 프로그램을 이용하여 의류의 패턴을 설계하고 디자인한 텍스타일 패턴을 적용함으로써 3D 프린팅 텍스타일의 적용되는 형태와 실루엣을 빠르게 검토하여 효율성을 증대하였고 실제 샘플을 제작하는 과정을 생략하여 폐기물 감소를 실현하였다.

셋째, 3차원 가상 착의를 바탕으로 3D 프린팅 텍스타일의 모델링을 일부 수정하여 DLP 3D 프린터를 통해 텍스타일 패턴을 출력하고, 이를 연결하여 시제품을 제작함으로써 의류 생산 과정에서의 디지털 기술의 도입을 통한 의류 제작 방법을 제안하였다는 점에서 의의가 있다.

그러나, 본 연구의 한계는 CLO 프로그램에서 기존에 사용되지 않았던 3D 프린팅 텍스타일을 적용함으로써, 소재의 물성과 입체감 재현이 제한적인 부분이다. 이는 CLO 프로그램에서 텍스타일을 적용 시 그림으로 적용되는 기능으로 인해 발생하는 차이로 사료된다. 이에, 후속 연구에서는 3D 프린팅 텍스타일을 CLO 에 적용한 연구를 지속적으로 제시함으로써 새로운 소재의 물성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다. 본 연구 및 후속 연구를 바탕으로 3차원 가상 착의 기술과 3D 프린팅 기술이 의류 생산 프로세스 활용될 수 있기를 기대한다.

---

## 참고문헌

- 김민경 (2020). 3 차원 가상착의 시스템을 이용한 북아메리칸 스모킹 디자인 재현 연구. *패션비즈니스*, 24(5), 106-124. DOI : 10.12940/jfb.2020.24.5.106
- 김현아, 유효선, 이주현, 남윤자 (2011). 플레어 스커트의 실제착의와 가상착의 이미지 비교. *감성과학*, 14(3), 358-394.
- 문명선 (2015. 08. 07). 패션 3D, '클로 버추얼 패션' 주목. *Fashionbiz*. Retrieved from <http://www.fashionbiz.co.kr/TN/?cate=2&recom=2&idx=148672>
- 민은선 (2015. 11. 11). 3D '클로버추얼패션' 어떤회사?. *Fashionbiz*. Retrieved from <http://www.fashionbiz.co.kr/TN/?cate=2&recom=2&idx=151051>
- 신혜경 (2014). 3D 가상 시뮬레이션을 활용한 팬츠슈트룩 디자인연구. *상품문화디자인학연구*, 36, 117-126.
- 심연제, 김현진, 김혜림 (2022). DLP 3D Printed Textile 의 유연성 향상을 위한 모델링 디자인 및 염색성 평가. *한국의류학회지*, 46(3), 1-15. DOI : 10.5850/JKSCT.2022.46.3.375
- 안효선, 김지영 (2021). 자하 하디드의 기하학적 형태를 활용한 3D 프린팅 패션디자인 연구. *한국의류학회지*, 45(1), 155-167. DOI : 10.5850/JKSCT.2021.45.1.155
- 이종석, 이재정 (2016). FDM 3D 프린팅을 활용한 패션디자인 개발에 관한 연구. *한국패션디자인학회지*, 16(1), 101-115. DOI:10.18652/2016.16.1.7
- 이종석, 이재정 (2017). 보로노이 다이어그램을 이용한 3D 프린팅 패션디자인 연구. *한국패션디자인학회지*, 17(3), 155-167. DOI : 10.18652/2017.17.3.10
- 이현승 (2019). 패션쇼를 위한 3D 프린팅 의상 디자인 개발 연구. *한국의류산업학회지*, 21(3), 267-276. DOI : 10.5805/SFTI.2019.21.3.267
- 최설맹, 이윤미, 이연희 (2022). 3D 가상착의를 활용한 미래주의 패션 디자인. *복식문화연구*, 30(5), 735-751.
- 최아름 (2022. 02. 16). 섬유·패션도 DX 시대...메타버서서 '금맥' 캔다. *정보통신신문*. Retrieved from <http://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=93710>
- 최종윤 (2023. 03. 30). 적층제조 시대 여는 '3D 프린팅' 업계, "대체기술 아닌 새로운 생산기술로 봐야". *인더스트리 뉴스*. Retrieved from <http://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=49292>
- Kabir, S., Kim, H., & Lee, S. (2020). Characterization of 3D printed auxetic sinusoidal patterns/nylon composite fabrics. *Fibers and Polymers*, 21(6), 1372 - 1381. DOI : 10.1007/s12221-020-9507-6
- Petrack, I., & Simpson, T. (2013). 3D printing disrupts manufacturing: how economies of one create new rules of competition. *Research-Technology Management*, 56(6), 12-16. DOI : 10.5437/08956308X5606193

SBS Biz 온라인 뉴스팀 (2018. 01. 11). 클로버추얼패션, 3D 가상옷 디자인 소프트웨어 ‘CLO 4.0’ 출시  
-2D 패턴 기능 대폭 강화...개인, 소규모 기업 위한 플랜 출시. SBS Biz.

Tunic. (n.d.). (2023, January 17) In *Doopedia*

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1153688&cid=40942&categoryId=32087>

## Textile Production through 3D Printing Technology and Clothing Production Using a 3D Virtual Clothing System

**JUNEYOUNG MINN** Integrated Master's Course, Department of Clothing & Textiles, Sookmyung Women's University

**HYUNJIN KIM** Integrated PhD program, Department of Clothing & Textiles, Sookmyung Women's University

**HYE RIM KIM** Professor, Department of Clothing & Textiles, Sookmyung Women's University

---

### Abstract

Attempts to incorporate digital technologies into textile and fashion industries, inspired by the 4<sup>th</sup> industrial revolution and digitalization, are continuing. The digital technologies, such as three-dimensional (3D) printing, 3D virtual clothing, artificial intelligence, and metaverse, have an influence on the textile and fashion industries. Thus, the focus of this study was on using 3D printing to produce textiles and clothing.

The aim of the study was to produce 3D printed textiles and compare the prototype clothing produced using those textiles with 3D virtual clothing. Three different textile samples having a chain mail structure were first produced using 3D printing and the textile design motif used was inspired by natural objects. Considering its flexibility and physical properties, the sample "Textile 2" was selected for the prototype. Secondly, the two-dimensional pattern of a tunic-style dress was divided based on the 3D printing size. Each printed unit was sewn and a prototype tunic dress was obtained. Thirdly, the fit and silhouette of the prototype dress were compared with those of the virtual dress produced using CLO, a 3D fashion design software program. The comparison results indicated that the prototype dress made from the 3D printed textile was similar to the 3D virtual dress. Thus, clothing made from a 3D printed textile could be simulated using a 3D virtual program and the waste produced during garment production could be reduced by omitting the sample production.

The results of this study and follow-up studies indicated that 3D virtual garments and 3D printing technologies can be effectively used in garment production processes.

---

### Keyword

3D Printing, 3D Virtual Clothing, CLO, DLP