

3D 가상패션소재의 드레이프성 연구 - 3D 의상 CAD 시스템 활용 -

이윤주 · 김종준*

이화여자대학교 대학원 의류학과 석사과정 · 이화여자대학교 의류학과 교수*

A Study on the Drape Profile Analysis of the Apparel Textiles and 3D Virtual Textiles using a 3D Digital Clothing Software

Lee Yoonju · Kim Jongjun*

Master Course, Dept. of Clothing and Textiles, Graduated School, Ewha Womans University
Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*

Abstract

During a wearer's movement, the apparel fabric layers collide each other in a highly complicated manner. The collision involves cloth-cloth, and cloth-body collision. The diversity of the textile fabrics, including silk, wool, cotton, and other synthetic fibers, together with the complex details of the apparel construction, makes the collision and other calculation procedure involved in the 3-dimensional clothing software system much more complicated. Therefore, there is a need to measure the behavior of the fabrics during the fabric collision cycles. In this study, as a first step, static measurements pertinent to the factors governing the appearance of the apparel fabrics were implemented. The drape profile, stiffness(Sd and Sf), tensile properties, thickness, and the air permeability were measured. The correlation between the parameters were calculated and reviewed. It is found that there is a high correlation of 0.97 between the actual fabric drape parameters and the 3D virtual fabric drape parameters. The measured drape coefficients of the fabrics show relatively good correlation with the measured fabric stiffness.

Key Words : Digital clothing(디지털 클로딩), 3D CAD(3차원 캐드), Stiffness(강연도)
Drape coefficient(드레이프 계수)

1. 서론

현재 감성 산업은 IT와 연계되어 새로운 문화를 만들어 가고 있다. 인터넷의 발달 및 최근 스마트폰의 보급으로 감성 산업과 IT분야는 긴밀하게 연계되고 있으며, 향후 소비자의 감성을 자극하는 고감각의 감성 산업은 소프트웨어, 인터넷, 멀티미디어 등의 영향을 받을 것으로 보인다.¹⁾ 이러한 다양성을 포용하고 매 시즌 변화하는 트렌드를 이해하며 산업적으로 확산시키기 위해서는 기존의 방법을 새롭게 변화시키고 확장시키기 위한 시도가 필요하게 되었다. 대표적인 감성관련 산업의 하나인 패션산업은 IT 기술과 융합되어 경쟁력을 높이고 있으며, 패션 산업 구조의 새로운 패러다임을 구축하고 있다. 이러한 시도 중 중요한 변화의 하나는 3차원 가상의복 시스템의 산업적 도입이라고 할 수 있다.

본 연구의 의의와 필요성은 다음과 같은 배경에서 설명될 수 있다. 3차원 가상의복 시스템은 시뮬레이션(simulation), 충돌탐지(collision detection) 그리고 사용자 인터페이스 등 많은 기술들이 융합되어 만들어진다.²⁾ 1980년대 컴퓨터 그래픽스 분야의 급격한 성장과 함께 3차원 의상제작 소프트웨어 시스템은 애니메이션이나 게임 등에 사용되고 있으며 가상의류의 사실적 표현성이 향상되었고, 최근 전자상거래 분야에서도 사용되고 있다. 학계와 산업체에 도입되고 있는 3차원 의상제작 소프트웨어는 기존의 2D CAD와 연계되어 사실성이 높은 가상적 의상을 제작하는 유용한 시스템이 되고 있다.³⁾

3D CAD는 수작업에 의존하고 있는 의복생산과정을 간편화, 단순화 할 수 있다는 장점을 지닌다. 한편 3D CAD로 가상의복을 제작할 때 소재물성 표현에 있어서는 3D CAD 프로그램에 숙련되고 사용경험이 축적된 사용자에게 의해 렌더링 작업을 통해서 이루어지기 때문에 정교한 소재 시뮬레이션을 위해서는 컴퓨터와 프로그램에 익숙한 숙련자가 필요하다. 가상의상제작 프로그램이 보다 상용화, 보편화되기 위해서는 사용 프로세스가 합리적이고 간편해야 하며 직관적인 인터페이스 및 프로그램의 효율성이 요구된다. 즉 패턴의 설계 및 수정이 용이하고 간단한 조작을 통해 정교한 소재의 물성을 표현해

내는 것이 필요하다. 이러한 세밀한 사실적 표현성의 향상은 가상의복의 소재의 정확한 물성표현에 의존한다.

3차원 가상의복 프로그램이 상용화, 보편화되기 위해서는 간편하고 합리적이며 직관적인 사용프로세스가 요구된다. 그리고 3차원 시뮬레이션에서 구성된 가상의복이 실제의복을 유사하게 모사할 수 있는 표현력이 중요하게 된다. 패션상품은 실루엣이나 디자인뿐만 아니라 소재가 지니고 있는 역학적 성질⁴⁾⁵⁾에 따라 소재 고유의 아름다움이 표현되며, 소재의 드레이프성은 패턴구성과 함께 의복의 외관과 실루엣을 결정하는 주요 인자이다.⁶⁾ 이와 같은 소재의 특성은 의복을 구성하는 중요한 요소이며 3D 가상의복 시스템 발전을 위해 가상소재와 실제소재의 물성에 관한 연구의 필요성이 증대되고 있다. 실제의복을 묘사하기 위해 필수적인 소재의 물성값을 가상의복 프로그램에서 적절히 사용하도록 보완할 수 있는 시스템적 접근이 필요할 것으로 생각된다. 따라서 이론적 기반을 구축하기 위한 연구 및 응용성 확장을 위한 연구 측면에서 실제소재의 물성과 가상 의상제작 시스템의 가상적 소재의 물성에 대해 융복합적 연구의 필요성이 높아지고 있다.

본 연구에서는 다양한 직물에 대한 물성을 살펴보기 위해 20종의 패션소재를 선정하였다. 패션소재의 기본물성인 인장특성, 강연도, 무게, 두께, 공기투과도를 측정하였다. 정적 특성인 드레이프 계수 및 드레이프 형태 중 산과 곡의 높이를 측정하였다. 예비 실험을 통하여 동적 움직임에 대한 기본물성의 개연성을 확인하고, 이를 객관화, 정량화하였다.⁷⁾ 본 연구의 목적은 다음과 같다. 연구결과인 측정값에 대하여 상관성을 분석함으로써 정량화, 객관화된 실물 소재의 물성 분석 데이터가 3차원 가상의상 프로그램을 사용하여 가상소재를 구현할 때 수치 대입이 가능한지를 확인하고, 3차원 가상의상 제작 시 기초 데이터로 활용될 수 있도록 하였다. 향후 3D 디지털 의상 소프트웨어를 활용할 때, 이러한 연구를 통하여 패션소재의 외관이나 동적 거동에 대한 사실성을 향상시키기 위한 기초적 연구 자료를 획득할 수 있을 것으로 기대한다.

II. 실험

1. 시료 준비

패션소재의 물성 중 정적 특성 혹은 동적 특성의 차이가 많을 것으로 판단되는 총 20가지의 소재를 선정하였다. 여성복 및 남성복에 널리 사용되고 있는 Silk, Cotton, Wool 섬유를 포함한 소재를 선정하였고, 조직의 다양화를 위해 Woven fabric 외에 Knit 소재로 Plain knit, Rib, Jacquard knit, Jersey knit 조직의 소재를 선정하였다. 또한 고감성 소재 중 Artificial leather, Mesh spangle, Knit velour를 추가로 선정하였다. 예비실험에서 소재의 동적거동을 결정짓는 것으로 판단되었던 중량 요인의 범위가

가급적 넓어지도록 하였다. 즉 30g/m² ~ 570g/m² 중량범위의 소재를 시료로 선정하였다. 각 소재의 기호표시, 섬유구성비 및 조직 등 기본적 규격은 <Table 1>과 같다.

2. 기본 물성 분석항목

소재의 기본 물성 분석항목으로서 인장특성, 강연도(L, Sd, Sf), 단위면적당 중량, 공기투과도, 두께 등을 측정하였다.

<Table 1> Characteristics of samples used for the experiment

	Fabric No.	Fabric structure	Fabric characteristics	Fabric contents
Silk	S1	Plain	Organza	Silk 100%
	S2	Satin	Satin	Silk 100%
	S3	Plain	Radium silk	Silk 100%
	S4	Special weave	Dobby	Silk 100%
Cotton	C1	Plain	Gauze	Cotton 100%
	C2	Twill	Gabardine	Cotton 100%
	C3	Plain	40's Plain	Cotton 100%
	C4_DN	Twill	Denim	Cotton 100%
	C5_DS	Twill	Denim	Cotton 97% Spandex 3%
Wool	W1	Plain	Saxony	Wool 100%
	W2	Derivative	Hound tooth check	Wool 100%
	W3	Derivative	Melton	Wool 100%
Knit	K1	Knit	Plain stitch	Acrylic 80% Angora 20%
	K2	Knit	2X1 Rib stitch	Acrylic 100%
	K3	Knit	Jacquard knit	Polyester 100%
	K4	Knit	Jersey	Cotton 100%
Art Fabric	A_L	Non-woven +PVC laminated fabric	Artificial leather	Rayon 100%
	A_S	Mesh+ Spangle	Mesh Spangle	Polyester 100%
	A_S N	Mesh fabric	Mesh (Spangles intentionally removed from A_S)	Polyester 100%
	A_F	Knit pile	Velour	Polyester 97% Spandex 3%

3. 정적 드레이프 분석을 위한 소재의 촬영 방법

천의 드레이프성(drapability)은 의복, 장식용 제품 등의 외형과 실루엣을 결정하는 주요한 인자이며, 인장(tensile), 전단(shear), 굽힘(bending) 등과 같은 천의 일차적인 역학적 성질들의 복합적 작용으로

나타나는 현상이다. KS-0815법에 의거하여 25.4cm 지름의 시험편을 12.7cm 원형 시험대 위에 놓고 시료에서 68cm 떨어진 위치에서 시험편이 투영된 디지털 화상을 디지털카메라(제작사: SONY, 모델: CyberShot DSC-T700)로 획득하였다. 이를 사용하여 획득한 실물 소재의 형상을 <Table 2>에 나타내었다.

<Table 2> Drape images of actual fabric

S1	S2	S3	S4	
				
C1	C2	C3	C4_DN	C5_DS
				
W1	W2	W3		
				
K1	K2	K3	K4	
				
A_L	A_S	A_SN	A_F	
				

4. 가상소재 제작 및 드레이프 형상 제작

3차원 의상제작 소프트웨어 CLO 3D CAD ((주)클로 버추얼패션, V.3.0.3)를 사용하여 가상소재를 제작하였다. 의복을 착용했을 때 의복의 드레이프성은 직물의 두께, 중량, 소재의 유연성, 길이 등의 인자에 의해 결정된다.⁸⁾ 따라서 소재 기본 물성 분석 및 정적 특성 분석결과를 참고하여 실제 드레이프 측정

방식과 동일하게 모사하였다. '파일' 메뉴에서 'Table OBJ' 파일을 열어 실제 12.7cm 시험대와 동일한 크기의 가상오브젝트를 실행 시킨 후, 패턴 창틀에서 25.4cm의 '원 패턴생성' 후 속성창의 '표면속성' 중 '표면 텍스처' 메뉴에서 스캐너(제작사: Epson, 모델: Epson perfection V33) 300dpi로 스캔한 JPG 시료 이미지를 적용하였다. 가상소재의 물성 입력은 속성창의 '물성' 중 '세부 속성' 메뉴'

<Table 3> Drape images of virtual 3D fabric

S1	S2	S3	S4	
				
C1	C2	C3	C4_DN	C5_DS
				
W1	W2	W3		
				
K1	K2	K3	K4	
				
A_L	A_S	A_SN	A_F	
				

위사강도', '경사강도', '전단강도', '굽힘강도', '좌굴' 값을 조절하여 소재 드레이프성에 영향을 주는 소재의 기본 물성을 반영하였다. 밀도는 중량의 실측 단위인 g/mm³의 단위를 가지므로 실측치를 그대로 반영하였다. 이렇게 적용한 가상소재를 '기즈모'로 시료 이미지 비율과 위치를 조정하여 실제 드레이프 측정 방식과 동일하게 시뮬레이션 하였다. 정지상태의 소재 상태를 표현한 가상 소재의 형상을 <Table 3>에 나타내었다.

5. 정적특성 분석방법

1) 드레이프 계수 계산방법

소재의 드레이프성을 평가하기 위해 사용되고 있는 드레이프 계수는 천이 지지대 위에서 처지는 정도를 정량적으로 나타낸다. 드레이프 계수는 처지기 전후의 시료의 면적비로 정의된다. 이 면적비는 0~100%의 값을 가지며, 드레이프 계수가 크면 드레이프성이 좋지 못한 뻣뻣한 직물임을 나타내고, 드레이프 계수가 작으면 드레이프성이 좋다는 것을 말한다. 시험편이 투영된 면적 산출을 위하여 ImageJ (NIH, U.S.A)를 활용하여 화상분석을 진행하고 시료의 드레이프 면적을 구하였다.⁹⁾

2) 드레이프 형태(산 및 곡) 측정

동일한 드레이프 계수를 나타내는 소재들에서도

각 소재의 드레이프 형상은 서로 다르게 나타날 수 있다. 즉 드레이프 면적만으로는 노드(node)의 산(山)의 높이나 곡(谷) 등의 형상정보를 알아낼 수 없다. 정의된 드레이프 형상인자는 드레이프 형상의 굴곡 수, 중심점으로부터 굴곡의 최대점인 노드 산, 중심점으로부터 굴곡의 최저점인 노드 곡의 세 가지이다.⁶⁾⁸⁾ 또한 이들 인자로부터 도출한 노드의 산 높이의 평균은 값이 클수록 받침대 위에서 소재의 펼쳐진 상태가 커진 것을 의미하며, 작을수록 펼쳐진 상태가 작아지는 것을 의미한다. 노드 산의 높이 변동률은 굴곡의 균일성을 표시하는 것으로 값이 작을수록 주름이 균일하다는 것을 의미한다. 정적상태의 물성을 정밀하게 분석하고 3D형상과 실제형상의 객관적인 비교를 위해 식(1)에 표현된 것과 같이 노드 수, 식(2)에 대입하여 노드 산의 높이, 식(3)에 대입하여 노드 산의 높이 변동율(%), 노드 분포, 식(4)에 대입하여 노드 곡의 평균높이를 구하였다. 식 (5)에 대입하여 노드 곡 높이 변동율(%)을 비교 분석하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

1. 기본물성 분석결과

실험 소재의 인장특성, 강연도(L, Sd, Sf), 단위면적당 중량, 공기투과도, 두께의 기본 물성을 측정하였으며, 그에 따른 물성값은 <Table 5>와 같다.

<Table 4> Calculated parameters of drape profiles

	eqn(1)	No. of nodes	n
	eqn(2)	Average height of node crest	$\Sigma H_i/n = \bar{H}_i$
	eqn(3)	CV% of node crest height (%)	$\frac{\sqrt{\Sigma(H_i - \bar{H}_i)/(n-1)}}{\bar{H}_i} \times 100$
	eqn(4)	Average height of node trough	$\Sigma H_j/n = \bar{H}_j$
	eqn(5)	CV% of node trough height (%)	$\frac{\sqrt{\Sigma(H_j - \bar{H}_j)^2/(n-1)}}{\bar{H}_j} \times 100$

<Table 5> Measurement data of physical properties used for the experiments

sample		Load @ 1% Strain ,kgf	Lw ,cm	W ,gf/m ²	Sd ,cm	Sf ,cm·gf	Sd/w ,cm/gf	Air permeability ,cm ³ /cm ² /s	Thickness ,mm
S1	warp	0.4433	7.57	27	3.78	0.1462	1401.23	643.33	0.111
	filling	0.2313	8.00	27	4.00	0.1728	1481.48	643.33	0.111
S2	warp	0.0649	5.73	72	2.87	0.1704	396.31	61.13	0.156
	filling	0.0342	4.17	72	2.08	0.0654	288.02	61.13	0.156
S3	warp	0.0431	4.77	50	2.38	0.0677	476.67	19.73	0.083
	filling	0.6062	6.43	50	3.22	0.1664	643.33	19.73	0.083
S4	warp	0.0353	4.57	84	2.28	0.1000	271.83	22.17	0.198
	filling	0.3471	6.77	84	3.38	0.3253	402.78	22.17	0.198
C1	warp	0.1466	5.97	62	2.98	0.1646	481.18	281.67	0.218
	filling	0.0137	4.30	62	2.15	0.0616	346.77	281.67	0.218
C2	warp	0.0838	8.37	248	4.18	1.8180	168.46	7.87	0.418
	filling	0.1138	6.70	248	3.35	0.9336	134.90	7.87	0.418
C3	warp	0.1001	5.53	121	2.77	0.2562	228.65	16.20	0.208
	filling	0.0644	4.50	121	2.25	0.1378	185.95	16.20	0.208
C4_ DN	warp	0.0571	9.57	347	4.78	3.8014	137.72	9.54	0.740
	filling	0.0491	5.57	347	2.78	0.7489	80.13	9.54	0.740
C5_ DS	warp	0.0690	8.67	332	4.33	2.6988	130.65	3.25	0.640
	filling	0.0175	4.53	332	2.27	0.3862	68.34	3.25	0.640
W1	warp	0.0094	4.03	170	2.02	0.1394	118.63	21.30	0.320
	filling	0.0155	4.40	170	2.20	0.1810	129.41	21.30	0.320
W2	warp	0.0223	5.47	330	2.73	0.6746	82.74	17.97	0.845
	filling	0.0133	4.77	330	2.38	0.4472	72.15	17.97	0.845
W3	warp	0.0078	7.67	573	3.83	3.2295	66.86	81.07	2.570
	filling	0.0045	6.33	573	3.17	1.8206	55.23	81.07	2.570
K1	wale	0.0048	4.23	121	2.12	0.1151	174.45	215.33	0.537
	course	0.0009	2.90	121	1.45	0.0370	119.51	215.33	0.537
K2	wale	0.0060	11.27	58	5.63	1.0369	971.26	114.33	2.607
	course	0.0012	3.57	58	1.78	0.0329	307.47	114.33	2.607
K3	wale	0.0010	4.50	152	2.25	0.1731	148.03	678.67	0.710
	course	0.0005	3.87	152	1.93	0.1098	127.19	678.67	0.710
K4	wale	0.0109	5.20	108	2.60	0.1904	240.00	129.67	0.397
	course	0.0026	4.00	108	2.00	0.0867	184.62	129.67	0.397
AL	MD	0.0271	6.33	375	3.17	1.1897	84.52	0.04	0.782
	CMD	0.0118	5.53	375	2.77	0.7934	73.84	0.04	0.782
AS	MD	0.0032	3.50	213	1.75	0.1142	82.16	460.67	0.800
	CMD	0.0001	3.53	213	1.77	0.1174	82.94	460.67	0.800
A_SN	MD	0.0007	3.60	58	1.80	0.0340	308.57	804.00*	0.286
	CMD	0.0004	2.93	58	1.47	0.0184	251.43	804.00*	0.286
AF	wale	0.0023	2.80	267	1.40	0.0733	52.43	174.67	0.685
	course	0.0009	2.80	267	1.40	0.0733	52.43	174.67	0.685

1) 인장특성 분석

시료의 신축 정도를 알아보기 위해서 시료를 1% 신장하였을 때의 응력에 대해서 분석하였다. 즉 1% 신장 응력이 높을수록 잘 늘어나지 않는 소재임을 의미한다. 본 연구에서는 비교적 낮은 변형을 범위를 중심으로 인장특성을 파악하고자 하였다. 초기의 인장 모듈러스가 높은 견섬유로 구성된 견직물의 경우 1% 신장 응력이 상당히 높은 것을 알 수 있다. 한편 조직의 요인도 큰 영향을 미치고 있다. 즉 편환으로 구성된 Knit조직인 경우 사용한 섬유의 영향보다 조직의 영향이 비교적 크게 나타나고 있음을 시료 K 시리즈들이 보이는 낮은 응력값에서 확인할 수 있다.

2) 공기투과도 분석

Air Permeability Tester로 측정된 공기 투과도 측정에서 메쉬소재+Spangle소재에서 Spangle을 인위적으로 제거한 메쉬소재인 A_SN의 경우 조직사이의 공극이 많아져서 공기투과도의 측정범위를 넘어서기 때문에 측정할 수 없었다. 따라서 추정치인 804cm³/cm²/s를 사용하였다. K3는 공극이 많은 니트이고, 오갠저인 S1도 공극이 많아 공기투과도가 높게 나타났다. A_L은 공기가 거의 투과하지 않을 정도로 치밀한 소재이다.

3) 단위면적당 중량

단위면적당 중량은 패션소재의 정적인 외관, 예를 들면 드레이프 형상을 결정짓는 중요한 인자이다. 또한 본 연구실에서 행해진 예비실험에서 중량은 소재를 움직일 때 발생하는 변위, 응력 등의 변화, 즉 동적인 감쇠비와 최대진폭 등의 동적 거동을 결정짓는 주요인자 중 하나로 판단되었다. 따라서 이에 대한 설명력을 높이기 위해 약 30g/m²~570g/m² 중량범위 사이의 소재를 선정하여 중량에 따른 소재 특성의 변화를 살펴보도록 하였다. 단위면적당 중량(gf/m²)은 W3(573gf/m²), A_L(375gf/m²) 등이 매우 높고, S3(50gf/m²), S1(27gf/m²)이 매우 낮게 나타났다.

4) 두께

예비실험에서 중량과 함께 소재의 감쇠비와 최대진폭 등 동적 거동을 결정짓는 주요인자로 판단되었던 두께는 K2 > W3 > W2 > A_S > A_L > C4_DN > K3 > A_F > C5_DS > K1 > C2 > K4 > W1 > A_SN > C1 > C3 > S4 > S2 > S1 > S3 순으로 낮아지고 있다.

5) 강연도

강연도는 대체적으로 경사가 위사보다 뽀뽀한 것으로 나타났지만, 실크는 수자적인 S2를 제외하고는 위사가 경사보다 높은 것으로 나타났다. Rib조직인 K2의 경우 경·위사의 강연도가 매우 상이하게 나타났으며 능직인 C4_DN, C5_DS의 경우에도 경·위사의 강연도 차이가 큰 것으로 나타났다.

2. 드레이프특성 분석

1) 드레이프 계수 분석

천의 외관특성을 좌우하는 주요 인자인 드레이프 계수는 <Table 6>과 같이 나타났다. 드레이프 계수가 크면 드레이프성이 좋지 못한 뽀뽀한 직물임을 나타내고, 드레이프 계수가 작으면 그 직물이 부드러워 드레이프성이 좋다는 것을 의미한다. 이러한 드레이프 계수는 S1 > C2 > C4_DN > K2 > W3 > C5_DS > A_L > C3 > W2 > S4 > C1 > S3 > W1 > S2 > K3 > K4 > K1 > A_SN > A_S > A_F순으로 낮아지고 있다. 오갠저인 S1, 견고한 직물인 C2 개버딘, 두껍고 뽀뽀한 데님인 C4_DN이 드레이프 계수가 높고, 벨루어인 A_F, 메쉬 직물인 A_S는 드레이프계수가 낮은 것이 확인되었다.

2) 드레이프 계수와 기본물성의 상관성 비교

천의 드레이프성은 강연성, 굽힘, 전단특성과 강한 상관성을 가진다고 보고되어 왔으며,^{10,11)} 본 연구에서 이를 확인할 수 있었다. 정량적인 확인을 위해 상관성 분석을 진행하였고 그 결과를 <Table 7>에 나타내었다. 소재의 뽀뽀함과 부드러운 정도 즉

유연성을 뜻하는 강연도는 0.74의 비교적 높은 상관 계수를 나타내고 있다. 또한 실제 촉감과 유사하게 표현한 플레시 강연도와 0.56의 상관성을 보여 드레이프성에 영향을 주는 인자임을 확인하였다.

3. 3D 가상화 소재 평가

1) 3D 가상소재 물성 값과 실제소재의 기본물성 값 비교

현재 3D 가상의복 제작 소프트웨어 시스템에서 사용하고 있는 소재의 물성 값은 단위가 없는 무차원 상수로 가정하고 있다. 따라서 실험에 의해 측정된 수치는 조정하여 대입하여야 한다. 3D 가상소재의 물성 값을 정량적으로 비교하기 위하여 가상소재의 물성값과 실제소재의 기본물성 값에 대해 상관분석을 실시하였다.

가상소재와 실제소재의 기본물성 간의 상관계수는 대체적으로 낮은 것으로 확인되었다. 밀도는 상관계수 0.96으로 매우 높은 상관성을 보였는데 이는 밀도가 중량의 실제 단위를 지니기 때문에 실측치 그대로 반영한 결과에 기인한 것으로 풀이된다. 두께 또한 0.62의 상관계수를 나타내 비교적 높은 상관성을 보였다. 가상소재의 밀도와 실제소재의 중량, 가상 및 실제 소재의 두께, 플렉스 강연도와 굽힘강도 등 의상의 외관에 영향을 주는 인자들이 높은 상관성을 보이는 것을 확인할 수 있다.

2) 3D 가상소재 물성 값과 실제소재의 드레이프 특성 비교

(1) 드레이프 계수 비교

3D 가상소재를 실제 드레이프 계수 실험 조건과

<Table 6> Drape coefficient of virtual 3D fabric and actual fabric

sample	Virtual 3D Drape coeff. ,%	Actual Drape coeff. ,%	sample	Virtual 3D Drape coeff. ,%	Actual Drape coeff. ,%
S1	86.408	63.535	W2	34.037	33.545
S2	20.522	22.122	W3	54.854	53.671
S3	28.684	29.783	K1	17.048	13.589
S4	25.172	31.950	K2	64.807	54.432
C1	31.510	31.111	K3	16.009	16.015
C2	75.971	62.268	K4	14.484	13.651
C3	43.505	43.926	A_L	56.711	51.635
C4_DN	67.476	57.673	A_S	11.315	11.666
C5_DS	73.578	52.443	A_SN	13.424	12.543
W1	36.679	24.363	A_F	8.804	9.699

<Table 7> Correlation coefficient between drape coefficient and physical properties

	Load @ 1% strain	Lw	W	Sd	Sf	Sd/W	Air perme- ability	Thickness
Corr. Coeff.	0.270	0.740	0.338	0.740	0.564	0.319	-0.342	0.311

동일하게 설정하여 3D 가상소재의 드레이프 계수를 구하였다. 그 결과는 상기의 <Table 6>에 나타내었다. 또한 3D 가상소재와 실물소재의 상관성을 비교하기 위해 각 시료의 드레이프 계수를 상관분석하였다. 그 결과 상관계수 0.97로 가상시료와 실물시료 간의 정적상태는 매우 유사한 것으로 나타났다. 이로써 3D CAD를 사용하여 가상의복을 제작할 때 실물과 매우 유사한 형상의 표현이 가능할 것으로 판단된다.

(2) 3D 가상소재와 실물소재의 드레이프 형상 특성치 비교 분석

노드의 산 높이가 클수록 드레이프 형상이 퍼지는

것을 의미하며, 평균값이 작으면 천이 자중에 의해서 아래로 처지는 것이라 할 수 있다. 노드 산의 산 높이 변동률은 플레어의 주름의 균일성을 표현하는 것으로 값이 작을수록 플레어가 균일하다는 것을 의미한다. <Table 8>에 노드 산과 곡의 변동률을 나타내었다.

3D 가상소재가 실물소재보다 노드의 산의 높이가 미세한 차이이긴 하지만 약간 크게 모사된 것을 알 수 있는데, 이것은 가상소재의 경우 아바타와 가상소재사이의 충돌을 막기 위해 미세한 공간을 두어야 하는 필요조건에 기인한 것으로 생각된다. 또한 노드 산의 차이가 큰 소재인 S1의 경우 실제소재와 가상소재의 드레이프 형상을 확인하면 실물 소재는

<Table 8> Wave amplitude and wave amplitude variation rate

Sample No.	Wave amplitude				Wave amplitude Variation Rate			
	Actual fabric drape		Virtual fabric drape		Actual fabric drape		Virtual fabric drape	
	Crest	Trough	Crest	Trough	Crest	Trough	Crest	Trough
S1	120.5	98.3	146.3	130.9	3.8	14.1	5.3	1.9
S2	99.2	67.5	97.8	65.0	6.2	11.0	5.7	4.0
S3	112.7	66.5	122.0	70.5	4.3	5.5	3.0	2.4
S4	113.2	68.0	111.3	68.1	2.5	1.1	1.4	4.8
C1	105.1	74.1	106.5	78.1	3.1	0.9	2.6	10.5
C2	123.4	97.7	122.3	100.7	3.0	16.4	7.4	5.3
C3	109.7	87.7	111.6	85.6	3.5	7.4	3.5	5.3
C4_DN	123.0	95.9	129.6	101.6	5.4	27.4	1.5	28.4
C5_DS	121.9	123.2	123.2	99.4	4.2	6.4	6.4	23.8
w1	102.4	67.0	124.9	85.6	2.2	5.7	2.3	2.5
w2	114.8	70.8	118.3	73.8	6.8	13.0	4.1	4.4
w3	116.0	90.3	118.3	89.9	5.2	5.2	5.2	6.7
K1	83.7	66.5	87.6	66.6	5.2	5.4	1.9	2.0
K2	121.5	96.0	120.1	98.7	6.1	32.3	6.1	19.8
K3	88.2	68.1	89.5	65.7	6.4	9.9	4.3	7.7
K4	90.8	63.8	89.4	65.0	5.8	5.5	2.6	5.7
A_L	118.5	88.5	117.7	88.5	7.2	12.7	10.2	7.4
A_S	85.7	65.3	84.7	65.0	2.5	2.7	7.4	6.1
A_SN	84.9	64.3	84.9	65.8	2.7	1.4	4.0	1.0
A_F	80.9	64.4	80.0	64.9	9.7	3.1	7.0	7.6

<Table 9> Correlation between the heights of actual drape and virtual drape node profiles

Sample	CORREL	Sample	CORREL
S1	0.695	W2	0.918
S2	0.963	W3	0.978
S3	0.993	K1	0.902
S4	0.995	K2	0.960
C1	0.911	K3	0.866
C2	0.820	K4	0.872
C3	0.909	A_L	0.936
C4_DN	0.932	A_S	0.619
C5_DS	0.075	A_SN	0.909
W1	0.975	A_F	0.828

불규칙하지만 부드러운 곡선임을 확인할 수 있다. 가상 소재의 경우 경사, 위사, 전단 강도로 물성을 조절하고 모사할 때 모든 소재에 대해 동일한 수식으로 계산하기 때문에 실크 오겐저와 같이 자연스러운 드레이프를 표현하기에는 부족한 것으로 생각된다. 따라서 시료의 특성별로 세밀한 물성 표현이 가능하도록 계산에 사용되는 변수의 미세한 조정이 필요할 것으로 생각된다. 하지만 S1을 제외하고는 거의 비슷한 수준의 수치로서 3D CAD를 사용한 구현은 거의 실제와 유사한 수준으로 이루어짐을 확인할 수 있다.

가상소재와 실물소재의 유사성을 살피기 위해 시료별 노드에 따른 산과 곡의 높이를 상관분석하여 상관계수를 <Table 9>에 나타내었다. 가상과 실물 소재간은 0.9수준 이상의 값을 나타내어 가상과 실물 소재의 정적 표현력은 매우 높은 것으로 확인된다. 하지만 C5_DS는 0.08, A_S는 0.62, S1의 경우 0.70의 수치를 보이는데, 이는 위사와 경사의 강연도 특성에 따라 독특한 드레이프 형상을 보인 시료들로, 이는 전술한 바와 같이 기존의 프로그램 물성값 입력 및 조절 기능 이외에도 시료별 특성을 반영하는 원단의 조직이나, 재질 조절 기능 등이 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구에서는 3D 가상의복의 표현력 향상을 위해 소재의 기본물성을 분석하였고 소재의 정적 특성 분석을 위해 실물소재와 가상소재의 드레이프 계수 및 노드의 산과 곡의 높이를 분석하였다. 또한 이들 측정값에 대하여 상관성을 분석함으로써 3D 가상의 상 프로그램을 사용하여 가상소재를 구현할 때, 정량화, 객관화된 실물소재의 물성 분석 데이터의 활용이 가능한지를 확인하고 기초적인 데이터로 적용될 수 있도록 실험을 진행하였다.

1. 시료의 정적특성인 드레이프 계수는 기본물성인 강연도와 0.74의 높은 상관성을 보였다. 또한 실제 촉감과 유사하게 표현한 플렉스 강연도와도 0.56의 상관성을 보여 드레이프성에 영향을 주는 인자임을 확인하였다.
2. 3D 가상소재 물성값과 실제소재의 기본물성값을 상관분석한 결과 가상소재와 실제소재의 기본물성값의 상관계수는 대체적으로 낮은 것으로 확인되었다. 그러나 의상의 외관에 영향을 주는 가상소재의 밀도와 실제소재의 중량, 가상 및 실제 소재의 두께, 가상소재의 굽힘강성과 플렉스 강연도의 외관에 영향을 주는 인자들은 높은 상관성을 보였다.
3. 가상소재와 실물소재의 정적상태에서의 유사성을 살피기 위해 두 소재의 드레이프 계수 및 드레이

프 형상의 산과 곡의 높이를 상관분석한 결과 0.9 수준 이상의 상관성을 보여 가상시료와 실물시료간의 정적상태는 매우 유사한 것으로 나타났다.

독특한 형상을 가진 시료의 경우에는 드레이프 계수 및 산과 곡의 상관성에서 낮은 수치를 보였다. 이로부터 기존의 프로그램 물성 조절 기능 이외에도 시료의 특성에 따라 세밀한 물성 표현이 가능하도록 시스템의 조정이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 3차원 디지털 클로딩 프로그램을 이용하여 패션소재의 가상화의 가능성을 확인하기 위해 실물소재와 가상소재의 기본 물성을 정량화, 객관화하여 비교 분석하였으며 그 결과, 가상소재의 물성을 조절하면 실제소재의 사실적 정적 표현이 가능함을 확인할 수 있었다. 본 연구결과에서 도출된 정적 표현력 향상을 위한 데이터는 향후 3차원 가상 패션소재의 동적 표현력 향상을 위한 기초자료로 활용될 수 있으며, 이는 현재 상용화, 보편화를 추진 중인 3차원 디지털 클로딩 프로그램의 설계에도 적용되어 3D 가상의복의 표현력 향상에 이바지하게 될 것이다. 이와 같은 3D 가상의복제작에 사용되는 패션소재의 가상화 데이터는 미래 의류산업의 주요 부분을 차지하게 될 3차원 가상의복제작 시스템 구축에 유용한 자료로서 그 가치가 있을 것으로 판단된다.

감사의 글: 본 연구를 위해 3D 의상CAD 프로그램을 제공한 (주)클로버추얼패션과 협조해주신 임직원께 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 벨러리 멘데스, 에이미 드 라 헤이(2006), *20세기 패션*, 김정은(역), 시공사, pp.328-329.
- 2) 강인애(2007), “3차원 가상착의 시스템 분석 및 개선방안 연구”, 건국대학교 대학원 박사학위 청구논문, pp.3-8.
- 3) 이주현(2007), “3차원 가상착의와 실제착의 비교연구”, 서울대학교 대학원 석사학위 청구논문, pp.11-14.
- 4) 윤세희, 전동원, 김종준(2004), “키토산-폴리우

레탄 혼합용액으로 처리된 면직물의 KES에 의한 태분석(II)”, *패션비즈니스*, 8(1), pp.156-163.

- 5) 서효정, 김종준, 전동원(2003), “PTT직물의 물리적 특성 및 주관적 평가에 관한 연구”, *패션비즈니스*, 8(4), pp.121-128.
- 6) Lee Minjeong, Sohn Heesoon, Kim Jongjun(2011), “A Study on Representation of 3D Virtual Fabric Simulation with Drape Image Analysis II - Focus on the Comparison between Real Clothing and 3D Virtual Clothing-”, *Journal of Fashion Business*, 15(3), pp.97-111.
- 7) 이운주 외(2011. 04. 30), “3차원 의상제작 소프트웨어 CLO 3D CAD의 응용을 위한 패션소재의 변위 측정방법에 대한 제안”, *2011년 한국패션비즈니스학회 정기총회 및 춘계학술대회 발표논문집*, pp.62-68.
- 8) 구미란, 서미아(2009), “재단 각도에 따른 세미 플레어 스커트의 외관 및 헴라인 드레이프 형상에 관한 연구”, *복식문화연구*, 17(3), pp.499-511.
- 9) 오은경(2010), “텍스타일 CAD System을 활용한 니트 소재의 외관특성 및 물리적 특성에 관한 연구”, 이화여자대학교 대학원 석사학위 청구논문, pp.18-19.
- 10) S. Kawabata, M. Niwa(1988), “Clothing Engineering based on objective measurement system and geometric model”, *Journal of Testing and Evaluation*, 32(3), pp.263-272.
- 11) 김은애 외(2000), “의류소재의 이해와 평가 - 의류시험법”, 교문사, pp.121-123.

접수일(2011년 8월 22일),
수정일(1차 : 2011년 10월 5일),
게재확정일(2011년 10월 10일)