

팬츠 실루엣에 따른 실제착의와 가상착의 유사도 비교 연구

원윤혜 · 이정란[†]

부산대학교 의류학과

A Study on the Comparison of Fit Similarity Between the Actual and Virtual Clothing According to the Pants Silhouette

Yunhae Won and Jeong Ran Lee[†]

Department of Clothing & Textiles, Pusan National University; Busan, Korea

Abstract: The purpose of this study was to compare the similarity between actual and virtual pants using a virtual 3D CLO program. A subject corresponding to the average size of a women in her twenties was selected and an avatar with the same specifications was produced. Silhouettes of the pants were classified into trousers, slacks, and wide pants and images of actual and virtual pants were evaluated from the front, side, and back. The results were as follows: Overall, the resemblance of the trousers was evaluated higher than that of other pants. The average similarity of trousers was 4.20 at the front, 3.98 at the side, and 4.17 at the back, which was much like the actual clothing. In contrast, that of the slacks was 3.62, 3.73, and 3.79 and of the wide pants was 3.81, 3.53, and 3.97. The similarity between the actual and virtual clothing was relatively well reproduced when the shape of the pants was like the silhouette of the human body. However, if the pants were tight or loose, virtual fits failed to display the wrinkles caused by the tightness or the excessive slack. The virtual fit showed fewer wrinkles and did not depict the location and the shape of hemlines as accurately as the actual fit, although virtual fits adequately displayed the baseline and dart on the pants.

Key words: virtual fitting (가상착의), fit similarity (맞음새 유사성), 3D CLO program (3D CLO 프로그램), pants silhouette (바지 실루엣)

1. 서 론

최근 Fortune Business Insights(2020)의 가상 피팅 시장보고서에 따르면 전 세계 가상 피팅 시장규모가 2019년에 24.4억 달러에서 연평균 성장률 20.1%씩 성장하여 2027년에는 100억 달러로 성장할 것이라고 한다. 가상 피팅 시장규모는 북미, 유럽, 아시아 등 순서로 시장 점유율을 크게 차지하고 있으며 그 중 아시아가 연평균 성장률(CAGR: Compound Annual Growth Rate) 측면에서 가장 빠르게 성장하고 있다. 가상 피팅은 의류, 악세사리, 주얼리, 선글라스 등에 이용되고 있으며 가상 피팅 시장에서 의류가 가장 큰 부분을 차지하고 있다. 의류업계에서 사용되고 있는 3D 가상착의 프로그램으로는 Pattern Design

Software(PDS), CLO 3D, V Stitcher 등이 있으며, 의류 패션 기업과 벤더회사에서 적극적으로 해당 프로그램들을 의류제품 개발 분야에서 활용하고 있다(Ju & Jeong, 2016). 의류업체에서는 3D 가상착의 프로그램을 이용함으로써 상품기획, 의복 디자인, 생산 및 판매에 이르기까지 모든 공정에 3차원 가상의상을 적용하여 패턴 및 의복 제작의 시행착오를 줄일 수 있어 시간과 비용을 절감하는 경제적인 효과를 얻을 수 있게 되었다(Kim et al., 2015).

3D 가상착의 프로그램을 활용한 선행연구로는 3D 가상착의 프로그램을 이용한 패턴 비교 및 개발 연구(Lim, 2019; Shin & Suh, 2018; Shin et al., 2016), 3D 가상착의 프로그램을 이용한 디자인 개발 연구(Kim, 2020; Lee et al., 2019), 3D 가상착의 프로그램을 이용하여 실제착의와 가상착의를 비교한 연구(Kim et al., 2014; Kim et al., 2015; Kwak, 2016; Lee & Lee, 2013; Lee et al., 2011) 등이 있다. 선행연구들을 보면 가상착의에 적용된 의복 아이템은 원피스 드레스, 스커트와 재킷이 많았으며 상반신에 비하여 형태가 복잡한 팬츠의 맞음새를 대상으로 한 가상착의 평가는 부족하였다. 또한 가상착의와 실제착의 비교에서는 한 종류의 실험복에 대해 프로그램별, 소재별, 체형별 차이를 연구하였으나 동일 아이템에서 실루엣별

본 논문은 석사학위 청구논문의 일부임.

[†]Corresponding author; Jeong Ran Lee

Tel. +82-51-583-5975

E-mail: ljrij@pusan.ac.kr

© 2021 Fashion and Textile Research Journal (FTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의복에 따라 실제착의와 가상착의가 어떻게 재현되는지에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 팬츠를 대상 아이টে으로 하여 가상착의가 실제착의와 얼마나 유사한지를 알아보기 위하여 팬츠 기본형 외에 2개의 실루엣을 추가하고, 3D CLO 프로그램으로 팬츠 실루엣에 따른 외관 즉 맞음새 유사도를 비교 평가하고자 한다. 이를 통하여 인체 부위 중 입체감이 가장 요구되는 하반신에 대하여 팬츠의 핏(fit)이 가상착의에서 얼마나 구현되는지를 팬츠의 형태에 따라 파악하고 3D 가상착의 프로그램의 재현성을 밝힘으로써 의류제품 개발을 위한 가상착의의 활용성을 확인하는데 연구의 의의가 있다.

2. 연구방법

2.1. 팬츠 패턴 선정

팬츠 실루엣은 Armstrong(1999/2001)을 참고하여 살, 엉덩이 부위의 여유와 바지통의 크기에 따라 트라우저, 슬랙스, 와이드 팬츠로 분류하였다. 트라우저는 세 가지 실루엣 중 중간 정도의 여유를 갖고 있으며, 대부분의 패턴교재가 이 실루엣의 패턴을 제시하고 있다. 트라우저 원형을 선정하기 위하여 의복구성 서적(Chun & Oh, 2018; Kim, 2016; Lee, 2012; Lee & Nam, 2001; Lim, 2014; Uh, 1999)의 트라우저 패턴을 YUKA CAD로 제작한 후 중합하여 밑위길이 설정 방식이 다른 패턴을 제외하고 5종류의 트라우저 원형(Chun & Oh, 2018; Lee, 2012; Lee & Nam, 2001; Lim, 2014; Uh, 1999)으로 착의 평가를 실시하여 그 중 맞음새가 우수한 패턴을 연구용 트라우저 원형으로 선정하였다. 슬랙스와 와이드 팬츠 패턴은 트라우저를 기본으로 Armstrong(1999/2001)을 참고하여 제작하였다(Fig. 1). 착의 피험자는 제 7차 한국인 인체치수조사(Size Korea) 보고 서(Korean Agency for Technology and Standards, 2015) 자료를 바탕으로 20대 여성의 평균값에 근거하여 표준편차 안에

Table 1. Anthropometry data of the 7th Size Korea and subject in their 20's women (unit: cm)

Measurement item	7th Size Korea Mean (SD)	Subject
Stature	160.8 (5.1)	159.9
Waist height	97.1 (3.9)	98.7
Hip height	79.4 (3.8)	78
Crotch height	73.7 (3.3)	70.6
Knee height	41.6 (2.3)	42.5
Bust circumference	84.2 (7.2)	84
Waist circumference (natural indentation)	71.7 (7.5)	66
Hip circumference	92.9 (6.1)	90
Thigh circumference	54.8 (4.6)	53.2
Knee circumference	35.3 (2.3)	34.9

해당하는 20대 여성으로 하였다(Table 1).

2.2. 아바타 제작

아바타는 착의 피험자로 선정되었던 20대 평균 여성 피험자와 동일한 치수로 제작하였으며, 아바타 제작을 위한 피험자의 인체 측정항목은 높이 5항목, 둘레 6항목, 너비 3항목, 두께 3항목으로 총 17항목이었다(Table 2). 제 6차 한국인 인체치수조사(Size Korea) 보고서(Korean Agency for Technology and Standards[KATS], 2015), 2010)의 20대 여성 3차원 인체형상 데이터 파일에서 피험자의 키와 엉덩이둘레에 부합하는 인체형상을 1차로 분류한 후, 분류된 인체형상들은 모델링 소프트웨어 Blender 2.90.0으로 높이, 너비, 두께, 둘레 등을 측정하여 피험자와 가장 유사한 인체형상을 선택하였다. 최종 선택된 인체형상은 크기 조절 및 수정을 거쳐 CLO에서 ‘아바타로 변환’ 기능을 이용하여 OBJ파일인 인체형상을 불러와 아바타(AVT) 파일로 변환하여 아바타를 완성하였다.

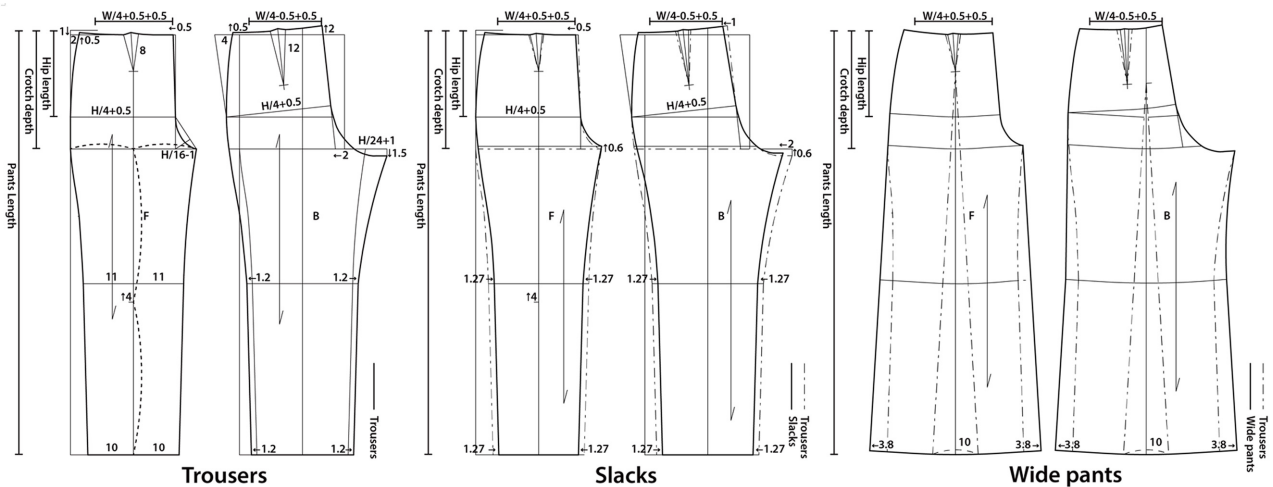


Fig. 1. Pants patterns.

Table 2. Measurement items for making avatar

Measurement item	
Height	Stature
	Waist height
	Hip height
	Crotch height
	Knee height
Circumference	Waist circumference(natural indentation)
	Waist circumference(omphalion)
	Hip circumference
	Thigh circumference
	Knee circumference
	Calf circumference
Breadth	Waist breadth i(natural indentation)
	Waist breadth(omphalion)
	Hip width
Depth	Waist depth(natural indentation)
	Waist depth(omphalion)
	Hip depth

2.3. 실험복 제작

2.3.1. 실제의상

피험자 인체 치수를 적용하여 팬츠길이 93 cm, 허리둘레 66 cm, 엉덩이둘레 90 cm, 엉덩이길이 19 cm, 밑위길이 26 cm에 해당하는 트라우저, 슬랙스, 와이드 팬츠를 제도한 후 30수 광목을 사용하여 실루엣별 실험복을 제작하였다.

2.3.2. 3D 가상의상

YUKA CAD로 제작한 최종 패턴을 DXF 파일로 변화하여 CLO 5.2로 불러와 재봉하여 아바타에 배치하였다. 가상의상을 실제 의상과 같은 조건으로 만들어 주기 위해서 벨트에 심지를 적용하였다. 가상의상에 적용한 원단은 실제의상과 동일한 광목 30수의 물성을 사용하였으며, 가상원단은 CLO의 원단 제작(Emualtor) 모드에서 CLO Fabric Kit를 이용하여 제작하였다. 원단 물성 테스트에 관한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. The characteristics of virtual textile

Width/height(mm)	220.00×30.00		Bending test	Weft	Warp	
Weight(g)	2.19		Contact Distance(mm)	30	33	
Thickness(mm)	0.26		Length(mm)	37	37.5	
Stretch Test	Weft		Warp		Bias	
	Length(mm)	Force(kgf)	Length(mm)	Force(kgf)	Length(mm)	Force(kgf)
1	1	0.050	1	0.095	1	0.010
2	2	0.103	2	0.210	2	0.016
3	3	0.165	3	0.333	3	0.020
4	4	0.225	4	0.512	4	0.024
5	5	0.305	5	0.710	5	0.028

2.4. 실제착의와 가상착의 유사도 평가







실제착의와 가상착의 외관 맞춤새 유사도는 실루엣별 팬츠 실제착의와 가상착의 앞, 옆, 뒤의 이미지 사진을 제시하여, 의복구성 전공 석·박사 이상의 전문가 총 11명이 평가를 하였다. 평가항목은 선행연구(Kim et al., 2015)를 참고하여 허리, 엉덩이, 밑위, 무릎, 밑단 등의 부위에 따라 실루엣, 위치와 형태, 여유분, 군주름을 앞면 16항목, 옆면 23항목, 뒤면 16항목으로 구성하였다. 평가방법은 5점 Likert 척도로 매우 유사하지 않다(1점), 유사하지 않다(2점), 보통이다(3점), 유사하다(4점), 매우 유사하다(5점)로 점수가 5점에 가까울수록 실제착의와 가상착의가 유사한 것을 의미한다.

3. 결과 및 논의

3.1. 팬츠 실루엣별 실제착의와 가상착의 앞면 비교

팬츠 실루엣별로 앞에서 본 실제착의와 가상착의 모습은 Table 4이며, 유사도 평가 및 다중비교 결과는 Table 5와 같다. 실제착의와 가상착의 외관 맞춤새 유사도 평가 결과(Table 5), 트라우저는 전체적인 외관에서 두 가지 착의 모습이 비교적 유사하게 나타났다(4.55). 세부적으로는 기준선의 위치에서 앞 중심선, 무릎선은 4.64로 가장 높았고, 엉덩이선, 다트선, 허리선은 각각 4.55, 4.36, 4.27로 평가되었다. 그러나 밑단에서는 두 가지 착의 유사도가 3.64로 다른 항목들에 비해 낮았다. 즉 트라우저의 경우 밑단을 제외하면 앞 중심이나 허리, 엉덩이, 허리 다트, 무릎에서 실제착의의 기준선 위치와 가상착의 기준선의 위치가 유사하여 가상착의가 실제착의를 잘 재현하였다. 여유분량의 유사도는 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레에서 각각 4.45, 4.27, 4.45로 나타났으나 허리둘레와 밑단에서 여유분량의 유사도는 3.73으로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다. 허리둘레를 보면 실제착의 시 벨트 부분이 체표를 따라 편안하게 놓였으나 가상착의에서는 벨트가 약간 꺾인 모습으로 표현되었고 밑단도 가상착의에서는 굴곡이 생기며 차이가 나타났다. 군주름 표현에서는 허리선에서 엉덩이선, 밑위선까지의 군주름은 4.18로 유사도가 좋은 편이나 밑위 선에서 무릎선, 밑단까지의 군주름에서는 3.82로 좀 더 낮게 평가되었다. 트라우저 팬

Table 4. Front view of actual and virtual clothing

Trousers		Slacks		Wide pants	
Actual clothing	Virtual clothing	Actual clothing	Virtual clothing	Actual clothing	Virtual clothing
					

츠의 앞면에서 살펴 본 실제착의와 가상착의 비교 결과 16개 항목의 전체 평균은 4.20으로 두 개의 착의 결과가 유사한 편이나 밀단은 형태, 여유량, 군주름 표현 모두에서 실제와 가상착의에 차이를 나타내었다.

트라우저에 비해 바지통이 좁은 슬랙스는 전체적인 외관에서 두 평가의 유사도가 3.45로 가장 낮았다. 앞 중심선의 위치(4.64), 다트의 위치(4.45), 엉덩이 선과 무릎선의 위치(4.00)는 유사도가 좋은 편이었으나 허리선의 위치는 실제착의보다 앞허리가 낮고 허리선이 다소 휘어져 보여 3.45로 낮았다. 밀단의 위치를 보면 바지 중심선은 유사하나 밀단의 형태가 다르게 나타났다(3.36). 여유분량을 보면 피험자가 착용한 실제착의 사진에서는 여유량이 적어 타이트 하고, 군주름이 많이 보이나 가상착의에서는 당김이나 군주름이 더 적게 표현되었다. 허리둘레에서 밀단에 이르는 각 부분 여유량의 유사한 정도는 3.82~3.18로 평가되었다. 군주름의 표현을 보면 허리선에서 엉덩이선까지의 군주름, 엉덩이선에서 밀위선까지의 군주름은 각각 3.73, 3.64이었다. 밀위선에서 무릎선까지의 군주름에서는 3.09, 무릎선에서 밀단까지의 군주름은 2.91로 실제착의와 가상착의 모습이 크게 달랐다. 슬랙스의 앞면에서 살펴 본 실제착의와 가상착의 비교 결과 16개 항목의 전체 평균은 3.62로 트라우저에 비해 실제착의와 가상착의 유사성이 낮았고, 트라우저와 동일하게 밀단 부위는 위치, 여유량, 군주름 표현 모두에서 실제착의와 차이를 보였다.

바지통이 가장 넓고 살 부위에 여유가 많은 와이드 팬츠는 전체적인 외관에서 두 평가방법의 유사도가 4.18로 트라우저와 슬랙스의 중간 정도였다. 앞 중심선, 다트선, 엉덩이선, 허리선의 위치는 각각 4.55, 4.55, 4.36, 4.36으로 비교적 실제착의와 가상착의가 유사하게 평가되었다. 그러나 무릎 선과 밀단의 위치나 형태는 3.64, 3.27로 다른 항목들에 비해 낮았다. 여유량의 유사도를 보면 허리둘레 여유(4.27), 무릎둘레 여유(4.27), 넓다리둘레 여유(4.00)의 순이었다. 그러나 엉덩이둘레 여유는 가상착의가 실제착의에 비해 여유량이 더 작아 보여 유사성에

서 3.64로 다른 항목에 비해 낮게 평가되었다. 군주름은 허리에서 엉덩이까지의 군주름 2.82, 엉덩이에서 밀위까지의 군주름 2.27로 실제착의와 가상착의가 유사하지 않았다. 이는 가상착의에서 와이드 팬츠가 좀 더 타이트해 보이면서 여유주름이 덜 나타난 결과이다. 밀위 선에서 무릎 선까지의 군주름은 3.36이었으며, 무릎 선에서 밀단까지의 군주름은 3.64이었다. 와이드 팬츠의 앞면에서 살펴 본 실제착의와 가상착의 비교 결과 16개 항목의 전체 평균은 3.81로 실제착의와 가상착의 유사도가 슬랙스보다 좋으나 트라우저에 비해 낮았고, 위치 항목보다는 여유량과 군주름에서 낮은 평가를 보였다.

Table 5의 다중비교 결과 엉덩이 선에서 밀위 선까지의 군주름에서 팬츠 실루엣에 따라 실제착의와 가상착의 차이가 가장 크게 나타났다($p < .001$). 그 외 전체적인 외관, 허리선에서 엉덩이 선까지 군주름, 넓다리둘레 여유, 무릎선의 위치 항목($p < .01$), 허리선의 위치, 허리둘레 여유, 엉덩이 둘레 여유, 무릎 둘레 여유분 항목($p < .05$)에서 실루엣에 따른 유의한 차이를 보였다. 즉 전체적인 외관은 트라우저, 와이드 팬츠에서 가상착의와 실제착의가 유사하지만 슬랙스는 이와 달랐다. 부위별 특징을 보면 앞중심선과 다트의 위치는 팬츠 종류에 관계없이 실제착의와 가상착의가 유사하게 나타났다. 그러나 슬랙스는 앞면의 허리둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 밀단에서 여유분, 밀위에서 무릎을 지나 밀단까지의 군주름 표현 및 허리선의 위치와 모양에서 실제착의와 차이가 커 다른 실루엣들에 비해 유의하게 낮은 유사도를 보였다. 와이드 팬츠의 경우는 엉덩이 둘레 여유분, 허리선에서 엉덩이 선까지의 군주름과 엉덩이 선에서 밀위 선까지의 군주름에서 다른 팬츠에 비해 유의하게 낮았는데 이는 와이드 팬츠의 실제착의에서 여유분 과다로 발생하는 군주름이 가상착의에서는 잘 표현되지 않았으며, 실제착의보다 주름이 유연하지 않고 옷감의 질감이 다소 종이처럼 딱딱하게 표현되었기 때문으로 생각된다. 또한, 3가지 실루엣의 유사도는 밀단으로 갈수록 낮게 평가되었는데, 가상착의가 실제착의보다 팬츠의 길이를 더 길게 표현하는 경향이 있고 바지통의

Table 5. Multiple Comparison of similarity by pants silhouette at front view

Evaluation items	Pants silhouette						F-value
	Trousers		Slacks		Wide pants		
	M	SD	M	SD	M	SD	
1. Is the overall appearance similar?	4.55	0.52	3.45	0.69	4.18	0.75	7.778**
	a		b		a		
2. Is the center front line similar?	4.64	0.50	4.64	0.50	4.55	0.52	0.116
3. Are the darts similar?	4.36	0.81	4.45	0.52	4.55	0.52	0.227
4. Is the waist line similar?	4.27	0.90	3.45	0.82	4.36	0.50	4.740*
	a		b		a		
5. Is the hip line similar?	4.55	0.52	4.00	0.63	4.36	0.50	2.745
6. Is the knee line similar?	4.64	0.50	4.00	0.77	3.64	0.67	6.458**
	a		b		b		
7. Is the hem similar?	3.64	0.92	3.36	0.81	3.27	1.01	0.468
8. Is the waist circumference ease similar?	3.73	0.90	3.27	0.79	4.27	0.47	5.000*
	ab		b		a		
9. Is the hip circumference ease similar?	4.45	0.52	3.82	0.60	3.64	0.92	4.085*
	a		b		b		
10. Is the thigh circumference ease similar?	4.27	0.47	3.27	0.90	4.00	0.63	6.139**
	a		b		a		
11. Is the knee circumference ease similar?	4.45	0.82	3.64	0.67	4.27	0.65	3.941*
	a		b		a		
12. Is the hem ease similar?	3.73	0.65	3.18	0.75	3.73	1.10	1.488
13. Is the wrinkles from the waist line to the hip line similar?	4.18	0.98	3.73	0.47	2.82	1.08	6.783**
	a		a		b		
14. Is the wrinkles from the hip line to the crotch line similar?	4.18	0.60	3.64	0.92	2.27	1.01	14.268***
	a		a		b		
15. Is the wrinkles from the crotch line to the knee line similar?	3.82	0.60	3.09	0.70	3.36	0.81	2.952
16. Is the wrinkles from the knee line to the hem similar?	3.82	1.17	2.91	0.70	3.64	1.12	2.456
	M		M		M		
	4.20		3.62		3.81		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Duncan Test(a>b)

변화에 따른 옷감의 드레이프 특성을 가상착의의 직물이 잘 반영하지 못하기 때문이다. Yin(2015)의 연구에서도 바지 길이 항목의 유사도는 전체 평균 유사도 중 가장 낮게 평가되었다.

3.2. 팬츠 실루엣별 실제착의와 가상착의 옆면 비교

옆에서 본 실루엣별 팬츠의 실제착의와 가상착의 모습은 Table 6이며, 두 착의모습의 유사도 평가결과는 Table 7과 같다.

트라우저의 외관 및 각 부위에 대한 옆면 23개 평가항목에 대한 착의평가 결과 유사도 전체평균은 3.98로 트라우저의 앞면(4.20)보다 낮아 트라우저 옆면의 가상착의와 실제착의가 덜 유사한 것으로 나타났다. 전체적인 외관, 옆선 앞쪽의 외관에서 각각 4.18, 4.45로 유사도가 높은 편이나 옆선 뒤쪽의 외관에서는 3.55이었다. Table 6에서와 같이 실제착의에서 보이는 군주름이 가상착의에서 덜 나타나고 이러한 현상은 특히 엉덩이에서 많이 나타났기 때문이다. 옆선의 위치, 뒤 허리선, 엉덩이

선 앞과 뒤의 위치는 4.00~4.55로 평가되었으며, 앞 허리선, 무릎선, 밑단의 위치와 형태는 3.55~3.82로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다. 착의 모습에 나타난 여유량을 보면 앞 허리둘레 여유, 뒤 허리둘레 여유에서는 각각 3.73, 3.55로 평가되었는데 가상착의 시 허리 뒤 중심이 신체에 밀착되지 않고 공간이 생겨 유사도가 낮아진 것으로 보인다. 밑단의 앞쪽은 4.00, 밑단의 뒤쪽은 4.18이었다. 옆선을 기준으로 허리선에서 엉덩이 선까지의 앞과 뒤 군주름은 4.00, 3.64, 엉덩이 선에서 밑위 선까지의 앞쪽 군주름은 4.18, 뒤쪽 군주름은 4.00이었다. 밑위 선에서 무릎 선까지의 앞쪽 군주름과 뒤쪽 군주름은 각각 3.82, 3.55로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다. 무릎 선에서 밑단까지의 앞쪽 군주름과 뒤쪽 군주름은 4.55, 4.45로 두 착의 모습이 유사한 것으로 평가되었다. 즉 트라우저의 옆면에서는 두 착의모습에서 옆선 뒤쪽 허리에서 무릎에 이르기까지 외관과 여유량, 군주름에서 실제착의와 가상착의가 다르게 나타났다.

Table 6. Side view of actual and virtual clothing

Trousers		Slacks		Wide pants	
Actual clothing	Virtual clothing	Actual clothing	Virtual clothing	Actual clothing	Virtual clothing
					

슬랙스는 전체적인 외관, 옆선 앞쪽의 외관에서 각각 4.09, 4.27, 옆선 뒤쪽의 외관은 3.09로 트라우저와 경향은 같았으며 트라우저 보다 유사도가 낮았다. 옆선의 위치, 뒤 허리선의 위치, 옆선을 기준으로 엉덩이선 앞과 뒤쪽 위치, 앞무릎선의 위치는 4.00~4.45로 유사도가 좋은 편이나 앞 허리선의 위치, 뒤 무릎선의 위치, 밑단의 위치와 형태는 각각 3.64, 3.91, 3.27로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다. 특히 앞 허리둘레 여유분은 2.73으로 유사하지 않다고 평가되었는데 슬랙스의 옆면 가상착의를 보면 허리선 앞부분이 많이 꺾여 보이기 때문이다. 뒤 허리둘레 여유, 밑단의 앞쪽과 뒤쪽에서는 각각 3.64, 3.82, 3.82이었다. 옆선을 기준으로 허리선에서 엉덩이 선까지의 앞과 뒤 균주름은 3.82, 3.18로 트라우저에서와 같이 뒤쪽이 잘 재현되지 않았고, 엉덩이 선에서 앞 밑위선까지의 균주름에서 3.64, 뒤 밑위선까지의 균주름은 3.55이었다. 밑위선에서 무릎 선까지의 앞쪽 균주름은 3.91이었으나, 뒤쪽 균주름은 2.27로 유사도가 매우 낮았는데 이 부분도 실제착의에서 보이는 균주름이 가상착의에서는 거의 나타나지 않았기 때문이다. 무릎 선에서 밑단까지의 앞쪽 균주름과 뒤쪽 균주름은 4.36, 4.18로 두 착의 모습이 유사한 것으로 평가되었다.

와이드 팬츠는 전체적인 외관 3.09, 옆선을 기준으로 앞쪽과 뒤쪽의 외관에서는 모두 2.82로 두 착의모습이 유사하지 않다고 평가되었다. 옆선과 엉덩이선의 위치, 무릎선의 위치는 4.00~4.36으로 평가되었으며, 허리선 앞, 뒤와 밑단의 위치는 각각 3.55, 3.36, 3.27로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다. 허리둘레 앞과 뒤의 여유, 밑단 앞쪽과 뒤쪽의 여유는 3.09~3.73으로 옆선 뒤쪽, 그리고 허리에서 아래로 내려갈수록 유사도가 떨어졌다. 옆선을 기준으로 허리선에서 엉덩이 선까지의 앞 균주름은 2.45로 실제착의와 가상착의가 유사하지 않다고 평가되었으며, 엉덩이 선에서 앞 밑위 선까지의 균주름은 3.00이었다.

허리선에서 엉덩이 선까지의 뒤 균주름은 3.36, 엉덩이 선에서 뒤 밑위 선까지의 균주름은 3.27로 와이드 팬츠의 경우는 트라우저, 슬랙스와 달리 옆선에서 보았을 때 앞부분의 유사도가 더 낮았다. 실제착의에서는 와이드 팬츠의 패턴에 여유가 많음으로 허리와 배 부분, 엉덩이에서 밑위에 이르기까지 많은 여유가 보이지만 가상착의는 동일한 치수의 엉덩이둘레의 가상 모델이지만 훨씬 딱 맞는 형태를 보였기 때문이다. 이는 가상모델에 인체의 유연함과 엉덩이 부분의 탄성 등이 표현되지 않기 때문으로 생각된다. 밑위선에서 무릎선까지의 앞쪽 균주름은 4.27이었으며 뒤쪽 균주름은 3.18이었다. 뒤쪽에는 바지통이 넓을수록 직물에서 나타나는 유연함을 표현하는데 가상착의의 한계점이 드러난 것을 볼 수 있다. 무릎 선에서 밑단까지의 앞쪽 균주름과 뒤쪽 균주름은 3.91, 3.73으로 평가되었다.

Table 7의 다중비교 결과 옆선 앞쪽의 외관, 허리선에서 엉덩이선 앞쪽 균주름 항목($p < .001$), 전체적인 외관, 앞 허리둘레 여유, 밑위 선에서 무릎 선까지 뒤쪽 균주름 항목($p < .01$), 엉덩이 선에서 밑위 선까지 앞쪽 균주름, 밑단의 뒤쪽 항목($p < .05$)에서 팬츠 실루엣에 따라 유의한 차이가 보였다. 전체 외관 유사도는 트라우저, 슬랙스, 와이드 팬츠의 순서로 좋았고 23개 항목 전체 평균치도 이와 동일하였으며 와이드 팬츠의 유사도가 유의하게 낮았다. 부위별 특징을 보면 옆선 앞쪽의 외관, 허리선에서 엉덩이선 앞쪽 균주름, 엉덩이 선에서 밑위 선까지 앞쪽 균주름, 밑단의 뒤쪽 항목에서 와이드 팬츠의 실제착의와 가상착의가 다른 것으로 나타났다. 그러나 앞 허리둘레의 여유와 밑위 선에서 무릎 선까지 뒤쪽 균주름 항목에서는 슬랙스의 유사도가 유의하게 낮았다. 전반적으로 옆면에서 본 실제착의와 가상착의 유사도는 앞면보다 낮았고, 23개 항목 중 6개 항목에서만 실루엣에 따른 유사도에 차이가 있었다.

Table 7. Multiple Comparison of similarity by pants silhouette at side view

Evaluation items	Pants silhouette						F-value
	Trousers		Slacks		Wide pants		
	M	SD	M	SD	M	SD	
1. Is the overall appearance similar?	4.18	0.98	4.09	0.54	3.09	0.94	5.636**
	a		a		b		
2. Is the frontwards of side seam similar?	4.45	0.52	4.27	0.47	2.82	0.87	21.159***
	a		a		b		
3. Is the backwards of side seam similar?	3.55	1.04	3.09	0.94	2.82	0.87	1.633
4. Is the side seam line similar?	4.55	0.52	4.45	0.52	4.36	0.67	0.273
5. Is the frontwards of waistline similar?	3.82	0.87	3.64	1.03	3.55	0.82	0.255
6. Is the backwards of waistline similar?	4.00	0.63	4.00	0.77	3.36	1.03	2.168
7. Is the frontwards of hip line similar?	4.09	0.54	4.00	0.00	4.27	0.47	1.250
8. Is the backwards of hip line similar?	4.09	0.54	4.09	0.83	4.18	0.40	0.079
9. Is the frontwards of knee line similar?	3.82	0.60	4.09	0.54	4.09	1.22	0.381
10. Is the backwards of knee line similar?	3.73	0.65	3.91	0.54	4.00	1.18	0.302
11. Is the hem similar?	3.55	1.04	3.27	1.01	3.27	1.10	0.247
12. Is the frontwards of waist circumference ease similar?	3.73	0.65	2.73	0.79	3.91	0.70	8.750**
	a		b		a		
13. Is the backwards of waist circumference ease similar?	3.55	0.82	3.64	0.92	3.73	0.79	0.127
14. Is the frontwards width of the hem similar?	4.00	0.89	3.82	0.60	3.45	1.44	0.787
15. Is the backwards width of the hem similar?	4.18	0.98	3.82	0.60	3.09	1.30	3.373*
	a		ab		b		
16. Is the wrinkles from frontwards of waist line to the frontwards of hip line similar?	4.00	0.63	3.82	0.60	2.45	1.04	12.822***
	a		a		b		
17. Is the wrinkles from the backwards of waist line to the backwards of hip line similar?	3.64	0.81	3.18	1.08	3.36	0.81	0.699
18. Is the wrinkles from frontwards of hip line to the frontwards of crotch line similar?	4.18	0.75	3.64	0.67	3.00	1.10	5.205*
	a		ab		b		
19. Is the wrinkles from backwards of hip line to the backwards of crotch line similar?	4.00	0.45	3.55	1.13	3.27	0.90	1.944
20. Is the wrinkles from frontwards of crotch line to the frontwards of knee line similar?	3.82	0.40	3.91	0.54	4.27	1.19	1.019
21. Is the wrinkles from backwards of crotch line to the backwards of knee line similar?	3.55	0.82	2.27	0.79	3.18	1.08	5.778**
	a		b		a		
22. Is the wrinkles from frontwards of knee line to the frontwards of hem similar?	4.55	0.69	4.36	0.50	3.91	1.22	1.598
23. Is the wrinkles from backwards of knee line to the backwards of hem similar?	4.45	0.82	4.18	0.40	3.73	1.35	1.678
	M		M		M		
		3.98		3.73		3.53	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Duncan Test(a>b)

3.3. 팬츠 실루엣별 실제착의와 가상착의 뒷면 비교

뒤에서 본 팬츠의 실루엣별 실제착의와 가상착의 모습은 Table 8이며, 유사도 평가결과는 Table 9와 같다.

트라우저의 뒷면을 보면 전체적인 외관은 4.27이었고, 뒤 중심선, 다트, 허리선, 엉덩이선, 무릎선의 위치에서는 4.36~4.55

로 유사도가 높게 나타났으나 밑단의 위치에서는 3.91이었다. 밑단은 팬츠 뒤 주름선의 위치는 유사하지만 바지단의 방향이 다르게 보였다. 허리둘레 여유, 엉덩이둘레 여유에서는 각각 4.27, 4.18로 평가되었으며, 넓다리둘레 여유에서는 4.09이었다. 무릎둘레, 밑단의 여유분에서도 4.27, 4.18로 대체로 유사도가

Table 8. Back view of actual and virtual clothing



높은 편이었다. 즉 트라우저의 뒷면에 있어서는 밑단을 제외하고 각 기준선의 위치와 여유량이 실제착의와 가상착의가 크게 다르지 않다고 볼 수 있다. 엉덩이 선에서 밑위 선까지의 군주름 4.36, 밑위 선에서 무릎 선까지의 군주름 4.09, 무릎 선에서 밑단까지의 군주름은 3.82이었고, 허리선에서 엉덩이 선까지의

군주름은 3.09였는데 실제착의에 비해 가상착의에서 군주름이 적게 나타났다.

슬랙스는 전체적인 외관의 유사도가 3.91로 다른 팬츠에 비해 낮았다. 뒤 중심선, 다트, 허리선, 엉덩이선, 무릎선의 유사도는 4.00~4.45이었고, 밑단의 위치는 3.64로 다른 항목들에 비

Table 9. Multiple Comparison of similarity by pants silhouette at back view

Evaluation items	Pants silhouette						F-value
	Trousers		Slacks		Wide pants		
	M	SD	M	SD	M	SD	
1. Is the overall appearance similar?	4.27	0.65	3.91	0.54	4.18	0.60	1.102
2. Is the center back line similar?	4.45	0.52	4.45	0.69	4.27	0.90	0.233
3. Are the darts similar?	4.36	0.81	4.00	0.89	4.27	0.90	0.520
4. Is the waist line similar?	4.36	0.50	4.36	0.67	4.27	0.65	0.081
5. Is the hip line similar?	4.45	0.52	4.45	0.52	4.45	0.52	0.000
6. Is the knee line similar?	4.55	0.69	4.18	0.40	4.00	0.89	1.772
7. Is the hem similar?	3.91	1.04	3.64	0.50	3.36	0.67	1.364
8. Is the waist circumference ease similar?	4.27	0.65	4.00	0.89	4.00	0.89	0.405
9. Is the hip circumference ease similar?	4.18	0.60	3.91	0.83	4.09	0.54	0.473
10. Is the thigh circumference ease similar?	4.09	0.70	3.09	0.70	4.09	0.54	8.643**
	a		b		a		
11. Is the knee circumference ease similar?	4.27	0.90	3.91	0.83	4.27	0.47	0.842
12. Is the hem ease similar?	4.18	0.75	3.64	0.67	4.09	0.70	1.867
13. Is the wrinkles from the waist line to the hip line similar?	3.09	0.70	2.91	1.14	3.27	0.79	0.455
14. Is the wrinkles from the hip line to the crotch line similar?	4.36	0.50	3.55	1.04	3.36	0.67	5.255*
	a		b		b		
15. Is the wrinkles from the crotch line to the knee line similar?	4.09	0.94	2.64	0.81	3.55	0.82	8.033**
	a		b		a		
16. Is the wrinkles from the knee line to the hem similar?	3.82	0.75	4.00	0.63	3.91	0.94	0.147
M	4.17		3.79		3.97		

* $p < .05$, ** $p < .01$, Duncan Test(a>b)

해 낮게 평가되었다. 허리둘레와 엉덩이둘레 여유는 각각 4.00, 3.91이었고, 무릎둘레와 밑단의 여유분은 각각 3.91, 3.64이었으나 넙다리둘레 여유는 3.09로 다른 여유항목들에 비해 낮았다. 군주름을 보면 엉덩이 선에서 밑위 선까지의 군주름 3.55, 무릎 선에서 밑단까지의 군주름은 4.00 정도 이었으나 허리선에서 엉덩이선, 밑위 선에서 무릎 선까지의 군주름은 각각 2.91, 2.64로 군주름의 양 뿐 아니라 주름의 방향이나 모양에서 차이를 나타내었다.

와이드 팬츠는 전체적인 외관에서 4.18로 트라우저와 비슷하였으며 뒤 중심선, 다트, 허리선, 엉덩이 선, 무릎 선의 위치에서는 4.00~4.45로 평가되었다. 밑단은 실제착의에서 보이는 넓은 밑단의 자연스러운 드레이프가 가상착의에서는 다소 뻣뻣한 종이처럼 보이면서 밑단의 형태가 달라져 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었다(3.36). 허리둘레에서 밑단에 이르는 기준선 부위의 여유는 4.00~4.27이었고, 밑단까지의 군주름은 3.36~3.91이었다. 특히 허리선에서 엉덩이 선까지의 군주름은 3.27로 다른 항목들에 비해 낮게 평가되었으나 다른 두 팬츠보다는 높은 점수이었다. 와이드 팬츠는 모든 군주름 항목에서 유사도가 다소 낮았는데 앞, 옆면에서와 같이 실제착의에서 여유분 과다로 발생하는 주름이 가상착의에 잘 표현되지 않았으며, 실제착의보다 주름이 유연하지 않고 종이처럼 딱딱하게 표현되었다.

Table 9의 다중비교 결과 바지 실루엣에 따라 실제착의와 가상착의의 유사도에서 넙다리둘레 여유분과 밑위선에서 무릎선까지의 군주름($p<.01$), 엉덩이선에서 밑위선까지의 군주름($p<.05$)이 유의한 차이를 나타냈다. 넙다리둘레 여유와 밑위에서 무릎 사이의 군주름은 슬랙스의 가상착의에서 당김 주름이 덜 표현되어 다른 팬츠에 비해 실제와 가상착의의 유사도가 유의하게 낮았다. 엉덩이에서 밑위 사이의 군주름은 트라우저가 다른 팬츠에 비해 유사도가 좋은 결과를 보였다. 전체적인 외관을 포함하여 전반적으로 슬랙스가 다른 실루엣들에 비해 낮은 유사도를 보였으나 팬츠 실루엣에 따라 유의한 차이가 없는 항목들이 많았다. 부위별 특징을 보면 밑단을 제외한 기준선 위치나 형태는 세 가지 팬츠 모두에서 유사도가 4점 이상으로 잘 재현되었다. 세 가지 실루엣의 유사도는 밑단으로 갈수록 낮게 평가되었다.

4. 결 론

본 연구는 가상착의 프로그램을 이용한 팬츠의 가상착의와 실제착의의 외관 유사도를 비교 평가함으로써 가상착의가 실제착의를 잘 재현하는지와 의류제품 개발 시에 맞춤세 평가를 위해 가상착의를 대체하여 사용하는 것에 대한 신뢰도를 알아보는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 제 7차 한국인 인체치수조사(Size Korea) 보고서(KATS, 2015)의 20대 여성 평균 치수에 해당하는 피험자를 선정하고 이와 동일한 조건의 아바타를 제작하였다. 팬츠의 실루엣은 팬츠의 피트한 정도에 따라 트라우저, 슬랙스, 와이드 팬츠로 분류하여 가상착의와 실제착의의 유

사도 평가를 실시하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

실제착의와 가상착의의 실루엣별 외관 유사도 비교 결과, 팬츠의 기본형에 해당하는 트라우저가 다른 실루엣들에 비해 유사도가 높게 평가되었다. 평가항목 전체평균 유사도는 트라우저의 경우 앞, 옆, 뒤가 각각 4.20, 3.98, 4.17로 나타났다. 이에 비해 슬랙스는 3.62, 3.73, 3.79, 와이드 팬츠는 3.81, 3.53, 3.97이었다.

두 가지 착의모습에 따른 앞면의 유사도 평가 결과 트라우저는 전반적으로 유사한 결과를 보였으나 밑단의 위치와 형태에서 재현성이 낮았다. 슬랙스는 밑단 뿐 아니라 허리선 모양의 차이를 보였고, 바지 실루엣이 타이트해지면서 여유량, 무릎에서 밑단에 이르는 부분의 군주름이 실제착의와 다르게 나타났다. 와이드 팬츠는 밑단을 제외하고 다른 기준선의 위치와 형태는 잘 재현되었으나 엉덩이의 여유량과 허리에서 밑위 사이의 군주름에서 실제착의와 차이를 보였다. 슬랙스의 유사도 점수가 가장 낮게 나온 것은 팬츠가 인체에 타이트하게 붙는 형상이 가상착의에 덜 나타나기 때문으로 대체로 가상착의는 실제착의보다 군주름이 덜 표현되어 착의 상태가 더 좋아 보이는 경향이 있었다.

옆면에서 관찰된 실제착의와 가상착의의 유사도를 보면 트라우저는 옆선을 기준으로 옆선 뒤쪽의 허리에서부터 무릎까지의 외관과 여유량, 군주름에서 차이가 나타났다. 슬랙스는 앞면에서와 같이 허리벨트의 모양이 잘 재현되지 않음으로써 옆선 기준 허리 앞쪽의 여유량, 허리에서 엉덩이와 무릎에 이르는 옆선 뒤쪽의 군주름 모양이 다르게 나타났다. 와이드 팬츠는 허리에서 내려갈수록 유사도가 낮아졌으며 특히 옆선을 기준으로 엉덩이 앞쪽의 군주름과 밑단의 형태에서 큰 차이를 보였다. 옆면의 가상착의에서도 기준선의 위치와 모양은 잘 나타나나 군주름이 덜 나타나고 옷감의 재질감이 딱딱해 보이는 특성을 보였다.

뒷면에서 트라우저는 허리선에서 엉덩이선 사이의 군주름 표현이 가장 다르게 보였고, 무릎에서 밑단 사이의 군주름, 밑단의 형태는 유사도가 낮았으나 그 외 모든 항목은 4점 이상으로 가상착의가 실제착의가 유사하게 재현하였다. 슬랙스는 앞면이나 옆면에서와 같이 허리에서 엉덩이 사이, 밑위에서 무릎 사이의 군주름이 가상착의와 실제착의에 차이가 있었다. 또한 넙다리둘레 여유에서도 유사도가 낮은 편이었다. 와이드 팬츠에서는 허리에서 엉덩이 사이의 군주름, 엉덩이에서 밑위선 사이의 군주름 표현과 밑단의 형태에서 실제착의와 가상착의의 차이가 컸다. 와이드 팬츠는 앞, 옆, 뒤 모두에서 공통적으로 밑단의 형태가 잘 재현되지 않았다.

결과적으로 팬츠가 인체의 실루엣을 따라 자연스럽게 놓일 때는 실제착의와 가상착의의 유사도가 비교적 높게 나타나 잘 재현된다고 볼 수 있으나 팬츠가 타이트해지거나 여유가 많을 경우에는 가상착의가 실제착의보다 당김의 주름이나 여분으로 인한 헐렁한 주름이 덜 표현되어 실제착의와 차이를 보였다. 또한 팬츠의 기준선, 다트 등은 잘 나타나지만 밑단은 그 위치와

형태에서 실제착의와 다르게 표현되었다. 따라서 본 연구에서 살펴 본 가상착의로는 기준선이나 전반적인 외형의 평가에는 무리가 없으나 섬세한 부분의 의복 맞춤새를 보는 데는 한계를 보임으로써 추후 이에 대한 기술적 검토가 필요할 것으로 생각된다. 그러나 본 연구의 가상착의에 사용한 CLO 3D 가상착의 프로그램은 아바타 제작 및 편집 시 인체의 다양한 두께와 너비를 기입할 수 없다는 점에서 실제 착용자를 재현하는 한계가 있었다. 또한 가상착의 프로그램에서 실물의상의 직물을 그대로 재현하는데도 한계가 있어 연구결과를 확대해석하기에 주의가 필요하다. 또한 피험자의 수가 제한적이고, 바지 패턴에 한정되었으므로 향후 다양한 아이템과 패턴 및 다른 가상착의 프로그램으로 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Armstrong, H. J. (2001). *Patternmaking for Fashion Design*(K. W. Park, Trans.). Busan: Norano. (Original work published 1999)
- Chun, J. S., & Oh, S. Y. (2018). *Clothing construction and pattern making*. Seoul: Gyomoon.
- Ju, K. S., & Jeong, Y. H. (2016). Usage & education of the CLO 3D virtual clothing program in the development office & academic. *Fashion Information and Technology, 13*, 51-59.
- Kim, K. A., Hong, E. H., & Uh, M. K. (2014). Comparative analysis of men's slim pants patterns-Using a 3D CLO virtual garment system. *The Research Journal of the Costume Culture, 22*(4), 605-618. doi:10.7741/rjcc.2014.22.4.605
- Kim, K. A. (2016). *Pattern making for women's clothes*. Seoul: Kyoungchun
- Kim, M. K., Nam, Y. J., & Kim, K. S. (2015). A comparative study on fit and appearance for the applicability of mass customization of a 3D virtual garment system. *Korean Society of Basic Design & Art, 16*(6), 77-87.
- Kim, S. R. (2020). A study on the development of fashion design through the convergence of digital technology-focusing on big data and 3D virtual clothing program. *Journal of Cultural Product & Design, 62*, 285-297. doi:10.18555/kiacd.2020.62.26
- Korean Agency for Technology and Standards. (2010). *The 6th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2015). *The 7th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Kwak, Y. S. (2016). A study on the 3D simulation system improvement through comparing visual images between the real garment and the 3D garment simulation of women's jacket. *The Journal of the Convergence on Culture Technology, 2*(3), 15-22. doi:10.17703/JCCT.2016.2.3.15
- Lee, H. C. (2012). *Rules of pattern*. Gyeonggi-do: Gyomoon.
- Lee, H. S., & Nam, Y. J. (2001). *Patternmaking for Ready-to-wear*. Seoul: Kyohakyongusa.
- Lee, J. S., & Lee, J. R. (2013). Comparison on the pants fitting for obese women between 3D virtual garment and real garment. *Journal of Fashion Business, 17*(2), 33-45. doi:10.12940/jfb.2013.17.2.33
- Lee, N. Y., Sung O. J., & Kim, S. K. (2019). The design development of family formal clothes using 3d virtual clothing software. *Journal of Fashion Business, 23*(3), 35-50. doi:10.12940/jfb.2019.23.3.35
- Lee, S. K., Lee, S. Y., Kim, H. S., & Kang, I. A. (2011). The comparative analysis of shapes of 3D apparel CAD virtual clothing and actual clothing. *Journal of Korea Design Forum, 30*(2), 255-264. doi:10.21326/ksdt.2011..30.023
- Lim, J. Y. (2014). *기초 패턴 디자인 [Basic pattern design]*. Seoul: Kyohakyongusa.
- Lim, J. Y. (2019). Development of the slacks pattern for the elderly women from 3D virtual garment simulation. *Fashion & Textile Research Journal, 21*(1), 59-66. doi:10.5805/SFTI.2019.21.1.59
- Shin, J. Y. A., Nam, Y. J., & Kim, K. S. (2016). Comparative pattern analysis and the fitness evaluation of brassieres using 3D virtual clothing simulation - Focusing on cross section of human body shape & changing of silhouette. *Journal of the Korean Society of Costume, 66*(8), 46-60. doi:10.7233/jksc.2016.66.8.046
- Shin, K. H., & Suh, C. Y. (2018). A study on the development of basic pants pattern for men using virtual fitting program - Focused on the menswear textbook. *Fashion & Textile Research Journal, 20*(4), 410-421. doi:10.5805/SFTI.2018.20.4.410
- Uh, M. K. (1999). *Apparel Making*. Seoul: Kyohakyongusa.
- 'Virtual fitting room market size, share and covid-19 impact analysis, by component(hardware, software, and services), by services (integration, support, maintenance, and consulting), by application(apparel, eyewear, jewelry, watches, and others), by end user(physical and virtual stores) and regional forecast, 2021-2028.' (2020, August). *Fortune Business Insights*. Retrieved October 10, 2020, from <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/virtual-fitting-room-vfr-market-100322>
- Yin, S. Y. (2015). *A comparison of fit and appearance between real clothing and virtual clothing depending on types of virtual clothing program, body shape and fit status*. Unpublished master's thesis, Kyung Hee University, Seoul.

(Received November 14, 2021; 1st Revised November 29, 2021; 2nd Revised December 8, 2021; Accepted December 21, 2021)