

CLO 3D 아바타 사이징과 실제인체간의 치수 및 형태 차이 비교 분석⁺

이민정* · 손희순

숙명여자대학교 의류학과 강사* · 숙명여자대학교 의류학과 교수

A Comparative Analysis of the Different between CLO 3D Avatar Sizing and Actual Body Measurement Shapes

Lee Minjeong* · Sohn Heesoon

Lecturer, Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University*
Professor, Dept. of Clothing⁺ and Textiles, Sookmyung Women's University

Abstract

This study aims to use the avatar sizing system of the 3D apparel CAD program instead of the existing 3D body scanners, and to commercialize 3D personal avatars. Towards these ends, the study examined a difference between a 3D avatar and actual body was determined to verify the 3D avatar sizing system. For the experiment, three subjects were selected, were measured as they were, and were made to undergo 3D body scanning and photographing. Then, using avatar sizing system on the 3D apparel CAD program, three types of virtual bodies, namely 3D avatars. The 3D avatar and actual body measurements were compared, and 3D avatars and 3D body-scanned shapes were likewise compared. As a result, the three types of actual bodies and their 3D avatars that were created based on the sizing system of the 3D apparel CAD program were overall similar. but, the thin body-YY type and the normal body-A type were different from their avatars. In the case of type B, who had a bulging abdomen, the 3D avatar was bigger than the actual body as measured. Also, in all body shapes, the girths around the chest, waist and abdomen were produced with exaggerated muscular amounts compared to their actual muscular amounts.

Key Words : 3D apparel CAD(3D 어패럴 CAD), 3D avatar(아바타, 가상인체), 3D avatar sizing(3D 아바타 사이징), 3D body scan(3D 바디 스캔).

⁺ 본 논문은 박사학위논문을 부분 발췌한 것입니다.

I. 서론

오늘날 컴퓨터 그래픽스 기술 발전, 인터넷 보급 확산 및 3D 어패럴 CAD 프로그램의 도입에 따라 3차원 가상 피팅 기술은 패션산업의 뉴 패러다임으로 급부상하고 있다. 이러한 3차원 가상 피팅 기술은 대량생산체제에서 개별 고객의 사이즈와 취향 등을 반영하여 개별 고객 맞춤 서비스를 제공할 수 있는 핵심기술이 되고 있다. 유럽연합의 'e-Tailor'와 국내 'i-Fashion 의류기술센터'는 3D 바디 스캐너(Body Scanner)를 활용한 3D 아바타(Avatar, Virtual Body) 생성 및 인체 측정, 2D CAD, e-commerce 기술 개발로 MTM(Made-to-Measure) 시스템 및 가상 쇼핑 환경 기반을 구축하여 상용화하고 있다.¹⁾

3D 아바타 모델링에 관한 연구는 초기에 애니메이션과 관련된 3D CAD 프로그램인 Maya, Qualoth, 3D Max 등을 이용한 캐릭터 개발 기술로부터 출발되었으며, 스위스 제네바 대학 MIRALab을 중심으로 Lee et al²⁾, Magnenat-Thalmann³⁾⁴⁾ 등은 실제인체의 3D 바디 스캔 데이터를 기반으로 3D 가상인체 모델링과 가상 착의 시뮬레이션에 대한 연구를 하였다. 여영인 외⁵⁾, 김기현 외⁶⁾ 등은 2D 사진 이미지로부터 3D 아바타 모델링을 연구하였다. 지금까지의 3D 아바타 모델링에 관한 연구는 컴퓨터 공학 분야에서 3D 바디 스캔 데이터를 기본으로 인체 및 실제인체를 직접 스캐닝 하는 방식이 주류를 이루었다. 이러한 방식은 3D 바디 스캐너를 구비하는데 있어서의 고비용뿐만 아니라 촬영에 대한 번거로움, 고객의 인체정보 유출에 대한 보완상의 문제, 탈의 후 촬영에 대한 거부감 등으로 인하여 패션업체에서 사용상의 문제가 야기되었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 최근 3D 어패럴 CAD 프로그램에서 제공되는 3D 아바타 사이징 기술은 3D 가상 피팅에 즉시 활용될 수 있으며, 3D 아바타를 용이하게 생성할 수 있는 솔루션으로 제공되고 있다. 이 같은 맥락에서 의류학 분야의 임지영⁷⁾, Lee et al⁸⁾, 임호선 외⁹⁾ 등은 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 시스템에 의한 3D 아바타 생성에 대한 연구를 하였다. 현재 3D 어패럴 CAD 프로그램은 패션업체

에 본격적으로 도입되는 단계에 있는 실정이므로 3D 아바타 사이징 시스템에 의한 3D 아바타의 상용화를 위해서는 3D 아바타 사이징의 기술개발에 따른 다각도의 검증이 시급히 요구되고 있다.

이에 본 연구는 기존 3D 바디 스캐너를 대신하여 3D 어패럴 CAD 프로그램의 3D 아바타 상용화를 목적으로, 3D 아바타 측정치수와 실제인체의 직접 측정치수간의 차이와 직접치수 및 자세를 반영한 3D 아바타 형상과 피험자의 3D 바디 스캔 형상을 비교 분석하여 3D 아바타 사이징 시스템을 검증하고자 한다. 이를 통해 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 시, 실제인체를 반영하는 데에 따른 문제점을 파악하여 개선방안을 제안하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

본 연구 실험을 위해 먼저 20-30대 성인 남성의 피험자 3명을 선정한 후, 인체치수를 직접측정하고 3D 바디 스캔을 촬영하였다. 다음으로 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 시스템을 이용하여 피험자의 가상인체인 3D 아바타를 생성한 후, 3D 아바타 측정치와 직접치수간의 차이를 비교분석하고 3D 아바타와 3D 바디 스캔 형상을 비교분석하였다. 본 연구에 사용된 3D 어패럴 CAD 프로그램은 국내 기술로 개발되어 상용화되고 있는 (주)클로버추얼패션의 CLO3D v.3.22이며, 3D 아바타 사이즈 측정 및 형상 추출에는 Rapidform XOS3와 XO V SP2가 사용되었다. 이미지 분석법에는 시각적 유사성 평가 방법과 Adobe Photoshop CS5가 사용되었다.

1. 연구대상 및 자료

본 연구의 자료는 제6차 사이즈 코리아 인체치수 조사(2010) 자료 중, 20-30대 성인 남성 437명을 대상으로 3차원 인체 형상 측정 자료 분석을 실시한 후, KS K 0050(2004)의 드림치에 의거하여 보통체형의 A체형, 마른형의 YY체형, 역삼각형의 마른형 Y체형, 허리가 굽은 형의 B체형, 배가 나온 형의 BB체형으로 1차 분류하였다. 이를 토대로 본 실험의 피험자 선정을 위하여 20-30대 직장 남성 45명

을 대상으로 본 연구자가 직접측정을 실시한 후, 1차 분류 5개 유형의 대표체형과 신체 치수가 유사한 피험자를 선정하였다. 본 연구에 최종 선정된 피험자는 신체치수와 인체형상에서 유사성이 있는 YY체형과 Y체형, B체형과 BB체형은 동일한 체형군으로 다시 분류하여 3가지 유형 즉, 키 크고 마른 체형의 YY형, 보통 체형의 A형, 키 작고 배가 나온 체형의 B형으로 총 3명을 최종 선정하였다.

피험자의 직접측정은 R. Martin식 계측기, 줄자, 각도계, 체중계를 사용하였으며, 측정항목 · 기준점 · 측정자세 · 측정방법은 3차원 전신 자동 인체측정(사이즈 코리아, 2010)과 동일하게 하였다. 3D 아바타 측정치와 피험자 직접치수간의 비교항목은 CLO3D의 아바타 사이징 파라미터를 토대로 하여 <표 1>과 같이 길이 7항목, 둘레 16항목, 기울기 2항목 등 총 25항목으로 재설정하였으며, 높이항목은 사이즈 측정 시 기준항목으로써 동일하게 하여 제외하였다.

2. CLO3D 아바타 사이징에 의한 피험자 3D 아바타 제작

CLO3D의 아바타 사이징 시스템은 Avatar Open > Avatar Size Loader > Avatar Size Editor > Avatar Save(*.avs)로 되어있다. 아바타 사이즈 에디터는 아바타 사이징 컨트롤러로서 인체 치수를 적용하여 아바타를 제작할 수 있으며, 키, 비만도, 높이 4항목, 길이 4항목, 너비 17항목으로 총 27항목으로 인체 치수 파라미터가 설정되어 있다. 치수 단위는 cm이다.

CLO3D의 아바타 사이징 기준점은 인체의 관절을 기준으로 여자, 남자 동일하게 설정되어 있으며, 현재 아바타 사이징은 동양 여자와 남자의 신체를 기준으로 지원하고 있다. 아바타 사이징 에디터의 키, 높이, 길이 항목의 기준선은 관절과 관절사이의 직선길이를 기준으로 컨트롤 할 수 있으며, 너비항목은 둘레 치수에 해당한다. 특히 아바타 사이징에서 키와 둘레항목인 너비항목은 체형을 분류하는데 기준이 되고 있으며, 허리둘레 치수를 기준으로 비만도를 반영하고 있다. 또한 머리, 손, 발의 치수는 신체 둘레치수가 아니라 비만도를 반영하는 특징을 지니고 있다. 아바타 사이징 시 키와 허리둘레를 기초로 우선적으로 체형을 반영한 후, 사이즈를 컨트롤 한다.

3개 유형의 피험자 아바타 사이징 제작은 CLO3D v.3.22의 아바타 사이징 시스템 매뉴얼에 따라 실시하였으며, 우선적으로 아바타 사이즈 로더에서 피험자 모두의 인체 치수가 반영될 수 있도록 사이즈 항목별 파라미터 범위의 최소값과 최대값을 재설정하였다. 다음으로 <표 2>¹⁰⁾와 같이 아바타 사이즈 에디터의 아바타 사이징 컨트롤러 파라미터에 각 유형의 피험자 직접치수를 적용하였다. 유색으로 표시된 길이항목의 Neck, 너비항목의 Upper Chest, Upper Back, Forearm, Hand, Foot 등 7개 항목은 CLO3D 아바타 사이징 시스템에서 자동 조절되는 항목으로서 본 실험에서는 제어하지 않았다. 마지막으로 피험자들의 3차원 바디 스캔 형상을 토대로 하여 체형과 자세를 적용하여 피험자들의 3D 아바타를 제작하였다<그림 1, 2, 3>¹¹⁾.

<표 1> 3D 아바타 측정치와 직접치수간의 비교항목

길이항목	어깨길이, 어깨가쪽길이, 앞중심길이, 등길이, 엉덩이옆길이, 팔길이, 위팔길이
둘레항목	목둘레, 목밑둘레, 가슴둘레, 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 넓다리중간둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 종아리최소둘레, 편위팔둘레, 편팔꿈치둘레, 손목둘레
기울기	오른쪽어깨기울기, 왼쪽어깨기울기

<표 2> CLO3D 아바타 사이징 파라미터와 피험자 적용 신체치수

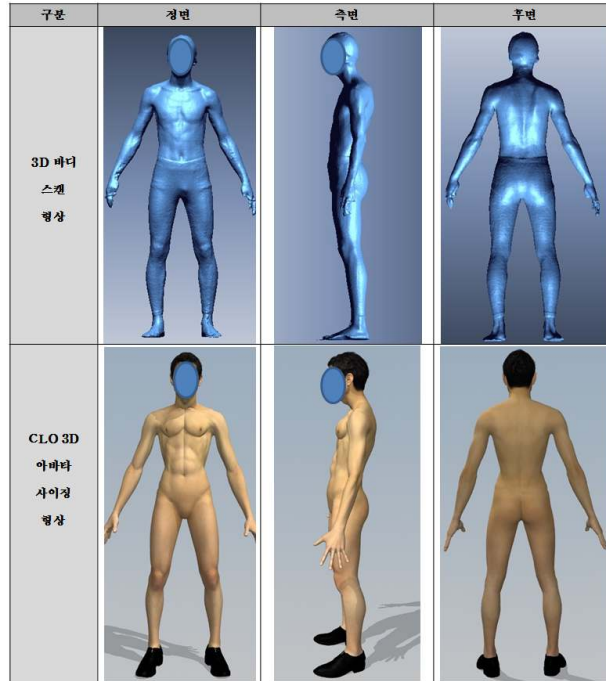
unit : cm

분류	No.	측정항목	피험자 직접측정치수		
			YY체형	A 체형	B체형
Body Space	1	Height	178.3	173.2	166.0
	2	Width(Waist)	69.5	80.6	84.0
Height	3	To Neck	152.3	147.4	140.7
	4	To Waist	109.5	104.9	102.0
	5	To Hip	91.8	85.4	81.5
	6	To Knee	50.4	46.7	46.0
Length	7	Neck	-	-	-
	8	Shoulder	43.5	41.1	44.1
	9	Arm	60.5	55.1	54.4
	10	Upper Arm	35.5	30.7	30.4
	11	Head	-	-	-
Width	12	Neck	45.0	48.2	51.0
	13	Upper Chest	-	-	-
	14	Upper Back	-	-	-
	15	Chest	83.7	94.5	96.2
	16	Waist	69.5	80.6	84.0
	17	Hip	92.0	95.0	89.3
	18	Bicep	27.0	29.6	32.0
	19	Elbow	25.5	29.9	31.2
	20	Forearm	-	-	-
	21	Wrist	17.0	15.9	18.2
	22	Hand	-	-	-
	23	Thigh	53.0	58.1	50.0
	24	Knee	37.4	37.1	39.4
	25	Calf	36.2	39.1	42.5
	26	Ankle	22.5	23.0	22.5
	27	Foot	-	-	-

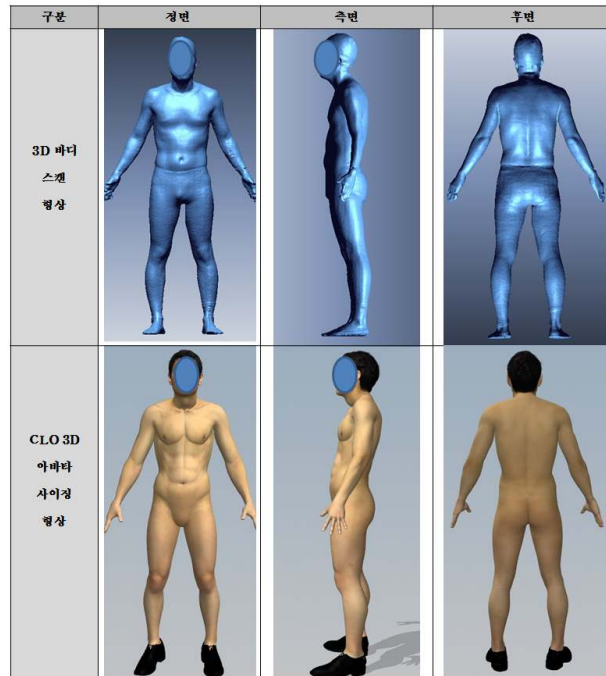
3. 3D 아바타와 실제인체간의 비교평가를 위한 실험조건 및 분석방법

본 연구의 동일한 실험조건 설정을 위해 예비실험으로 Rapidform XOV SP2에서 피험자들의 3차원 바디 스캔 형상 사이즈 측정을 3회 반복 실험하였다. 그 결과, CLO3D 아바타 사이징 파라미터에 <표 3>¹²⁾의 유색으로 표시된 높이 11항목을 추가하여 사이즈 측정의 기준항목으로 설정한 후, Rapidform XOV SP2의 Plan을 이용하여 직접치수를 반영한 높이항목에 대한 정확한 위치선을 찾아냈다<그림 4>.

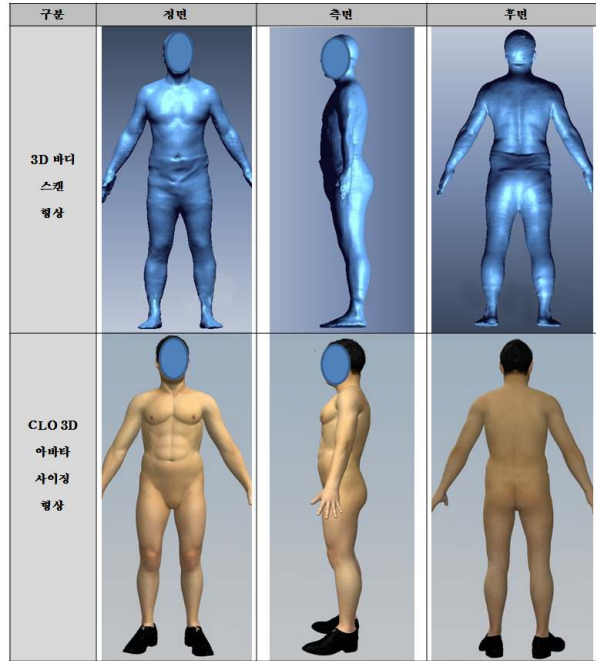
이는 3차원 상의 아바타에 측정점을 시각적 판단에 의해 표시하는 것 보다 객관적이고 보다 정확성을 준 것으로 예비실험을 통해 도출하였다. 또한 CLO3D 아바타의 구두굽 높이는 이와 같은 방법으로 측정한 후, 4cm(소수점아래 반올림)를 제외시켜 높이항목의 사이즈 측정을 하였다<그림 5>. <그림 4>는 Rapidform XOV SP2의 Plan을 이용하여 3D 아바타 사이즈 측정을 위해 설정된 기준선과 측정방법을 나타내고 있다. 사이즈 측정방법은 제6차 사이즈 코리아 인체치수조사 직접측정 방법과 3차원 전신측정방법을 토대로 앞서 실시한 본 연구의 피험자



<그림 1> YY체형 피험자의 3D 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상 비교 - 이민정 , p.68.



<그림 2> A체형 피험자의 3D 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상 비교 - 이민정 , p.69.



<그림 3> B체형 피험자의 3D 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상 비교 - 이민정, p.70.

<표 3> 체형별 직접치수와 3D 아바타 사이즈 측정 기준 항목

unit : cm

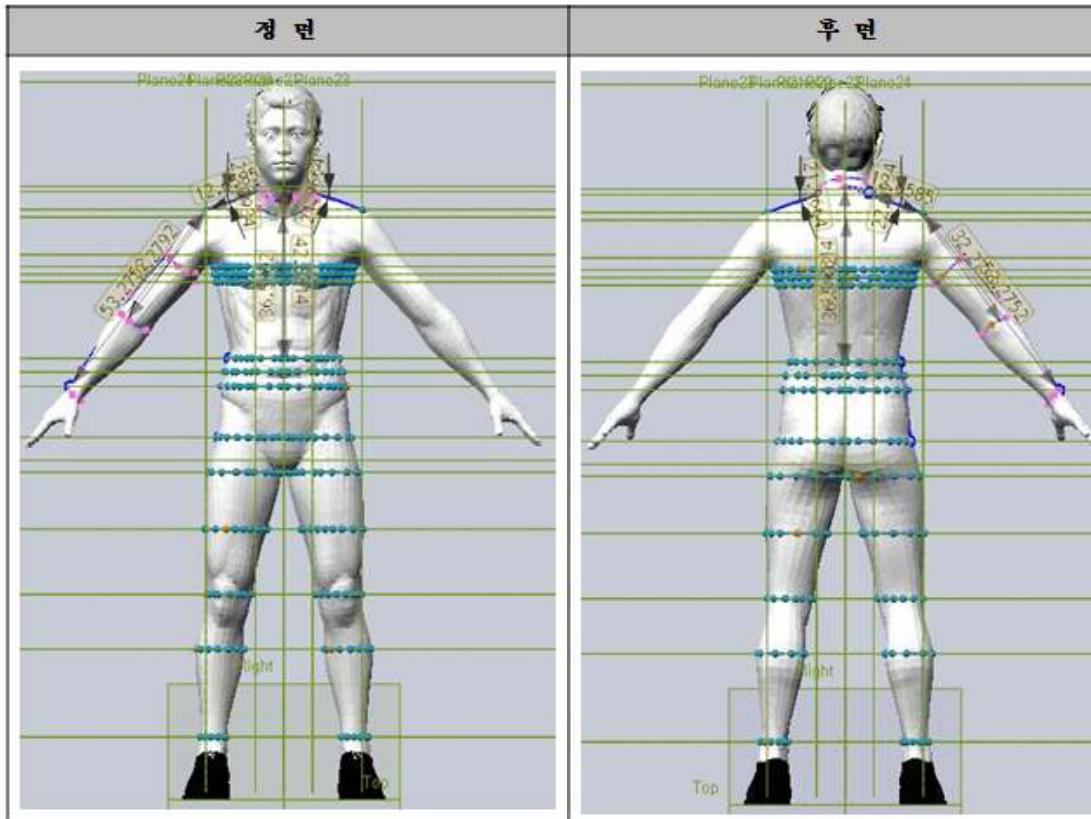
부위	No.	측정항목	YY체형	A체형	B체형
높이 기준 항목	1	키	178.3	173.2	166.0
	2	목뒤높이	152.3	147.4	140.7
	3	목옆높이	150.1	146.1	140.7
	4	어깨가쪽높이	145.6	141.7	136.3
	5	목앞높이	146.0	139.8	135.1
	6	겨드랑높이	135.2	130.5	123.6
	7	젓가슴높이	128.3	123.8	119.7
	8	허리높이	109.5	104.9	102.0
	9	배꼽수준허리높이	105.4	101.6	96.4
	10	배높이	102.0	98.0	92.0
	11	엉덩이높이	91.8	85.4	81.5
	12	살높이	85.5	79.8	76.8
	13	볼기고랑높이	81.6	76.8	73.1
	14	넓다리중간높이	70.5	62.8	60.7
	15	무릎높이	50.2	46.7	46.0
	16	장딴지높이	37.6	33.2	33.5
	17	종아리최소높이	10.2	11.5	12.0

선정을 위한 직접측정 방법과 동일하게 하였다. 3D 아바타 측정치와 직접측정치간의 비교분석을 위해 3D 아바타 사이즈와 직접측정 사이즈의 차이를 구한 후, 5% 오차막대 선형그래프로 나타내었다.

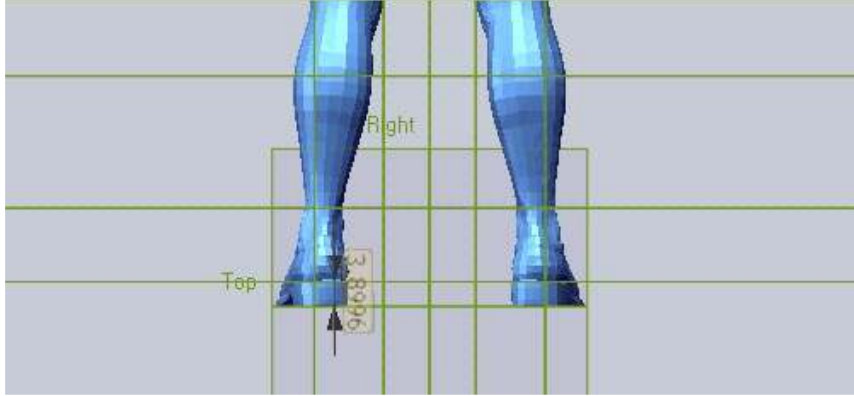
인체는 동일한 사이즈를 갖더라도 같은 체형으로 보기가 어렵다. 왜냐하면 인체는 다양한 요인으로 인해 체형이 세분화되기 때문이다. 본 연구에서는 현재의 3D 어패럴 CAD 프로그램의 기술로, 3D 아바타를 실제인체와 유사하게 구현하기 위한 주요한 인자를 '자세'로 판단하여 이를 반영한 후, 피험자의 3차원 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상을 비교하였다.

본 연구의 동일한 실험조건 설정을 위해 피험자들의 3차원 바디 스캔 형상과 아바타 형상을 Rapidform XOS3에서 VirtualRescan을 이용하여 정

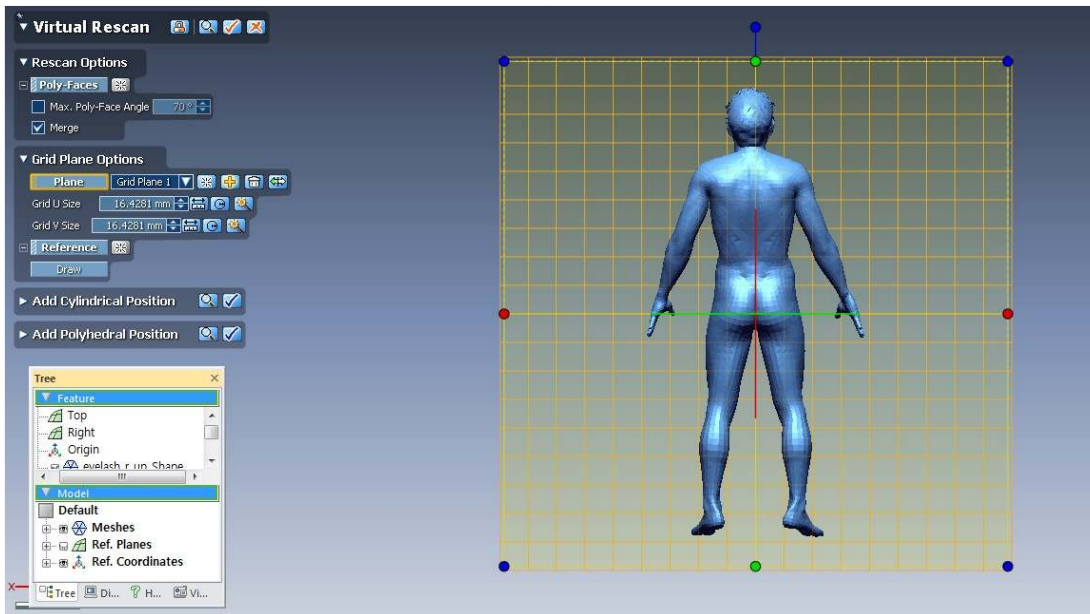
면과 후면을 추출하였으며<그림 6>, 측면은 XOV SP2의 Section을 이용하여 외곽 형상을 추출하였다 <그림 7>. 이와 같은 방법을 통하여 동일한 크기의 이미지를 그리드와 함께 추출하여 정량적이고 정확한 이미지 중합을 할 수 있었다. 획득된 정면과 후면의 외곽 형상을 추출하기 위한 이미지 전처리와 이미지 중합에는 Adobe Photoshop CS5를 사용하였다. 이 후, 각 유형별 피험자의 3차원 스캔 바디 형상과 3D 아바타 형상의 중합도를 이용하여 3D 어패럴 CAD의 아바타 사이징 재현에 대한 유사성을 분석하였다.



<그림 4> 3D 아바타 사이즈 측정을 위한 기준선 설정 및 측정방법 - 이민정, p.73.



<그림 5> CLO3D 아바타 구두굽 사이즈 측정법 - 이민정, p.72



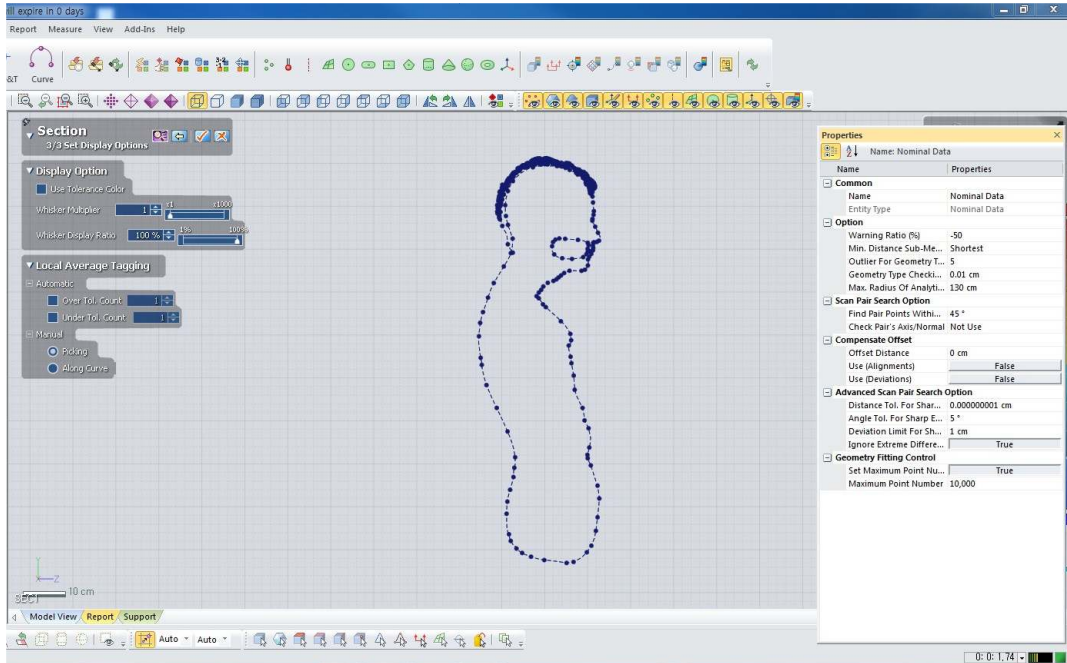
<그림 6> 3D 아바타 후면 형상 추출 과정 - 이민정, p.75.

III. 결과 및 논의

1. 3D 아바타 측정치와 직접치수간의 차이 값 비교

<표 4>¹³⁾는 각 체형에 따라 측정 항목별 3D 아바타 측정치와 직접치수간의 차이 값을 비교하여 제시하였다.

3D 아바타 측정치와 직접치수간의 차이 값이 크게 나타난 항목을 살펴보면, YY 체형에서는 3D 아바타의 위팔길이가 직접치수 치수에 비해 -5.2cm로 가장 작게 나타났으며, 왼쪽어깨기울기는 3D 아바타가 -3.7°로 더 경사진 것으로 측정되었다. A체형은 배꼽수준허리둘레에서 -5.4cm, 3D 아바타가 직접치수에 비해 작게 측정되었고, 넙다리둘레에서는



<그림 7> 3D 아바타 측면 형상 추출 과정 - 이민정, p.76.

+3.6cm 3D 아바타가 더 크게 측정되었다. B 체형에서는 3D 아바타가 직접치수보다 넓다리중간둘레에서 +4.6cm, 허리둘레에서 +3.3cm 더 크게 측정되었다.

<그림 8, 9, 10>은 <표 4>에 대한 항목별 차이를 5% 오차막대 선형그래프로 비교하여 나타낸 것으로, 의복 패턴 제작에 중요한 몸통부위인 젓가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레 항목을 살펴보면, 젓가슴둘레에서는 YY(+2.1cm), A(+1.3cm), B(+2.4cm)체형 모두 3D 아바타 쪽이 더 크게 측정되었다. 허리둘레와 배꼽수준허리둘레에서는 YY체형 경우 허리둘레 -2.1cm, 배꼽수준허리둘레 -2.7cm 3D 아바타 쪽이 더 작게 측정되었으며, A체형의 경우 허리둘레 -2.6cm, 배꼽수준허리둘레 -5.4cm 3D 아바타 쪽이 더 작게 측정되었다. B체형의 경우 허리둘레 +3.3cm, 배꼽수준허리둘레 +2.4cm 3D 아바타 치수가 직접치수보다 크게 측정되었다. 배둘레에서는 YY체형 +2.6cm, A체형 -3.0cm, B체형 +1.5cm로 측정되었으며, 엉덩이둘레에서는 YY체형 -2.3cm, A체형

+0.6cm, B체형 +1.5cm로 측정되었다.

항목별로 체형에 따라서 상이한 차이를 보이고는 있으나, 종합적으로 YY체형, A체형과는 다르게 B체형은 이들 항목 모두에서 3D 아바타 쪽이 더 크게 측정되었음을 파악할 수 있다. 또한 목둘레, 젓가슴둘레, 넓다리둘레, 넓다리중간둘레 등의 부위는 체형에 따라 유의한 차이가 있으나, 3D 아바타 쪽이 과장되게 생성되어 사이즈가 더 크게 측정되었다. 이는 CLO3D 아바타 사이징 시스템에서 비만도를 지원하고 있는데 YY, A체형에 비해 비만도가 높은 B체형의 경우, 각 항목 간에 비례적인 치수가 크게 적용되어 이와 같은 차이를 보이는 것으로 사료된다. 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레 등은 의복을 제작하는데 기본이 되는 측정 항목이므로 아바타 사이징에 있어서 시급히 개선되어야 할 사항이다.

한편, CLO3D에서 기본으로 사용하고 있는 높이 6항목으로는 3차원 환경에서 정확한 측정 기준선을 설정하기 어려운 관계로 본 아바타 사이징 예비실험에서 실시했던 높이 17항목 중, CLO3D에서 기본은

로 사용하고 있는 높이 6항목 이외에 <표 3>에서 제시된 11항목이 추가되어야 할 것이다. 이와 더불어 현재 CLO3D의 아바타 사이징 기술은 가슴둘레, 허리둘레, 배둘레 등의 근육량과 형태의 재현에 있어 실제인체를 기본한데 비해 서양 근육형의 이상 체형을 반영하고 있어 한국 남성 체형을 반영하는 아바타 사이징 모델 개발이 요구된다.

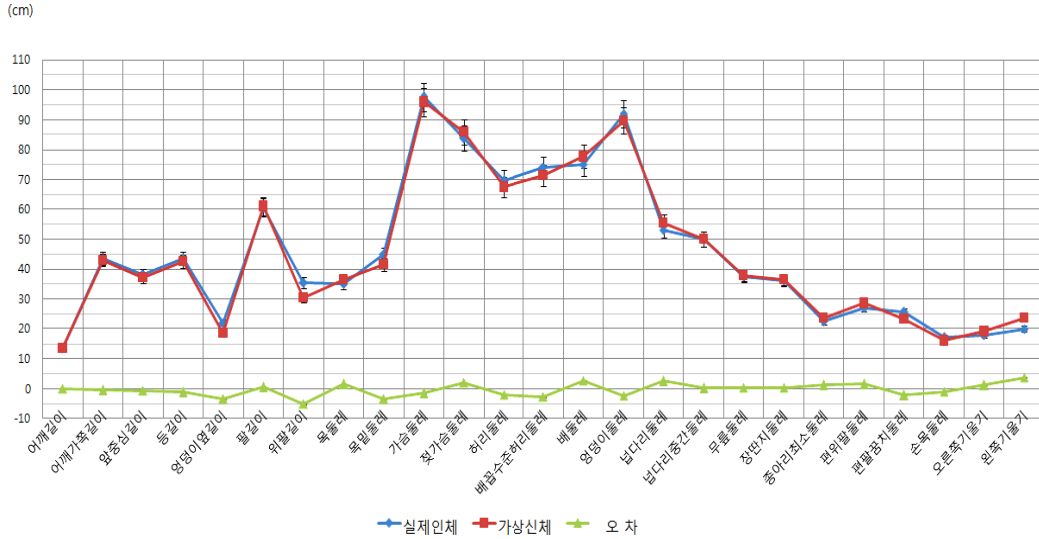
2. 3D 아바타 형상과 피험자의 3D 바디 스캔 형상 비교

본 연구를 위해 제작된 피험자들의 3D 아바타 사이징 결과 생성된 3D 아바타의 정면, 측면, 후면의 형상 차이를 파악하기 위해 <그림 11>과 같이 3D 아바타 형상에 피험자의 3D 바디 스캔 형상의 외곽

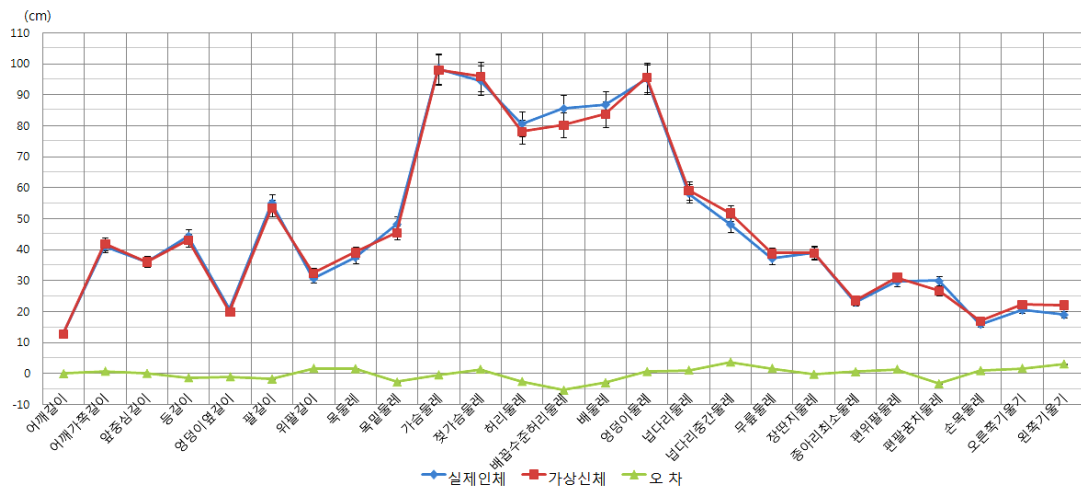
<표 4> 체형별 직접측정치와 3D 아바타 측정치간의 차이 비교 분석

unit : cm

분류	No.	측정항목	YY체형			A체형			B체형		
			직접 치수	3D 아바타	차이	직접 치수	3D 아바타	차이	직접 치수	3D 아바타	차이
(7)	1	어깨길이	13.5	13.4	-0.1	12.8	12.7	-0.1	12.1	12.0	-0.1
	2	어깨가쪽길이	43.5	43.0	-0.5	41.1	41.8	+0.7	44.1	42.8	-1.3
	3	앞중심길이	38.0	37.2	-0.8	36.0	36.0	+0.0	36.2	35.3	-0.9
	4	등길이	43.7	42.5	-1.2	44.3	42.9	-1.4	39.8	39.0	-0.8
	5	엉덩이옆길이	22.0	18.6	-3.4	20.8	19.7	-1.1	22.7	22.5	-0.2
	6	팔길이	60.5	61.0	+0.5	55.1	53.3	-1.8	54.4	55.1	+0.7
	7	위팔길이	35.5	30.3	-5.2	30.7	32.3	+1.6	30.4	31.9	+1.5
(16)	8	목둘레	35.0	36.5	+1.5	37.5	39.0	+1.5	38.6	40.0	+1.4
	9	목밑둘레	45.0	41.5	-3.5	48.2	45.4	-2.8	51.0	49.3	-1.7
	10	가슴둘레	97.5	95.9	-1.6	98.4	97.9	-0.5	101.0	101.5	+0.5
	11	젓가슴둘레	83.7	85.8	+2.1	94.5	95.8	+1.3	96.2	98.6	+2.4
	12	허리둘레	69.5	67.4	-2.1	80.6	78.0	-2.6	84.0	87.3	+3.3
	13	배꼽수준허리둘레	74.0	71.3	-2.7	85.5	80.1	-5.4	87.5	89.9	+2.4
	14	배둘레	75.0	77.6	+2.6	86.7	83.7	-3.0	89.3	90.8	+1.5
	15	엉덩이둘레	92.0	89.7	-2.3	95.0	95.6	+0.6	99.0	98.7	-0.3
	16	넙다리둘레	53.0	55.5	+2.5	58.1	59.1	+1.0	60.0	62.3	+2.3
	17	넙다리중간둘레	50.3	50.1	+0.1	48.1	51.7	+3.6	50.0	54.6	+4.6
	18	무릎둘레	37.4	37.8	+0.4	37.1	38.7	+1.6	39.4	40.8	+1.4
	19	장딴지둘레	36.2	36.5	+0.3	39.1	38.8	-0.3	42.5	42.2	-0.3
	20	종아리최소둘레	22.5	23.7	+1.2	23.0	23.5	+0.5	22.5	22.6	+0.1
	21	편위팔둘레	27.0	28.5	+1.5	29.6	30.9	+1.3	32.0	31.7	-0.3
	22	편팔꿈치둘레	25.5	25.3	-2.2	29.9	26.6	-3.3	31.2	28.8	-2.4
	23	손목둘레	17.0	16.0	-1.0	15.9	16.8	+0.9	18.2	19.9	+1.7
(2)	24	오른쪽어깨기울기(°)	18.0	19.1	-1.1	20.5	22.1	-1.6	19.0	19.1	-0.1
	25	왼쪽어깨기울기(°)	20.0	23.7	-3.7	19.0	22.0	-3.0	18.0	16.8	-1.2



<그림 8> YY 체형의 직접치수와 3D 아바타 측정 사이즈 비교 - 이민정 , p.107.

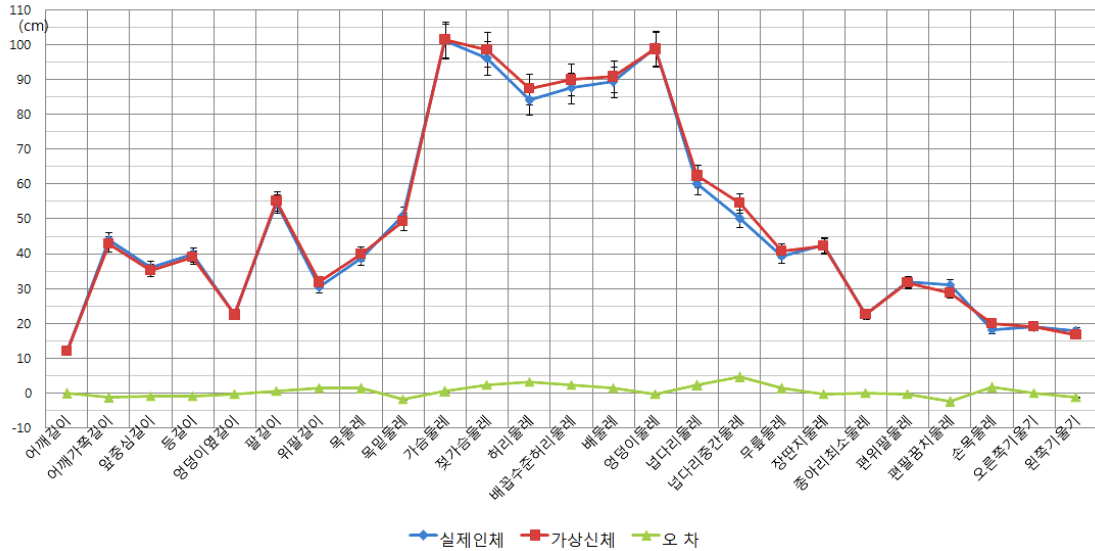


<그림 9> A 체형의 직접치수와 3D 아바타 측정 사이즈 비교 - 이민정 , p.107.

선을 중첩하여 종합도로 제시하였으며, 분석결과와는 다음과 같다.

YY체형의 형태적 측면을 살펴보면, 3D 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상이 비교적 유사하게 생성되었다. <그림 11>의 정면과 후면의 형상에서 3D 아바타 형상의 허리부위가 3D 바디 스캔 형상의 경정 윤곽선에 비해 여성스럽게 왜곡되어 있는 것을 발견할 수 있다. 이는 측정된 치수에서도 3D 아바타가

직접치수에 비해 -2.1cm 작게 측정된 같은 결과에서도 알 수 있다. 자세 측면에서 다리의 자세는 다소 차이를 보이고 있다. 이는 연구자의 프로그램 숙련도와 CLO3D의 아바타 포즈를 이용하여 자세를 생성할 때, 시각적 유사성을 가지고 포즈를 생성한 결과라고 해석된다. 측면 자세 형상의 경우, 3D 바디 스캔과 3D 아바타의 유사성이 매우 높게 반영된 것을 확인할 수 있다.



<그림 10> B체형의 직접치수와 3D 아바타 측정 사이즈 비교 - 이민정, p.108.

A체형의 형태적 측면의 경우는 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 배둘레 등에서 측정치의 차이를 보인데 반하여 3D 바디 스캔 형상과 3D 아바타 형상이 비교적 유사하게 생성되었다. 이는 아바타 사이징 시, 두께, 너비 항목이 CLO3D의 아바타 사이징 시스템에서 자동 조절된 것으로 사료된다. <그림 11>의 정면과 후면 형상의 비교 결과. 우측 허리선에서 3D 바디 스캔 형상의 검정 윤곽선이 보다 큰 차이가 있는 것을 알 수 있으나, 넙다리부위에서는 3D 아바타 형상이 조금 크게 보여 <표 4>에서와 같이 측정된 넙다리중간둘레(+3.6cm)의 결과와 일치하고 있음을 알 수 있다. 다리 자세는 비교적 유사하나 다리 벌림 정도와 후면의 우측 장딴지에서 발목부위를 형성하는 실루엣이 3D 바디 스캔 형상인 검정 윤곽선 쪽이 안쪽으로 더 휘어 있어 다리 형상이 다소 다르게 나타났다. 이 역시 본 연구자의 프로그램 숙련도와 컴퓨터 화면상의 시각적 차이에 기인한 것으로 사료된다. 측면 자세의 유사성은 매우 높게 재현되었다.

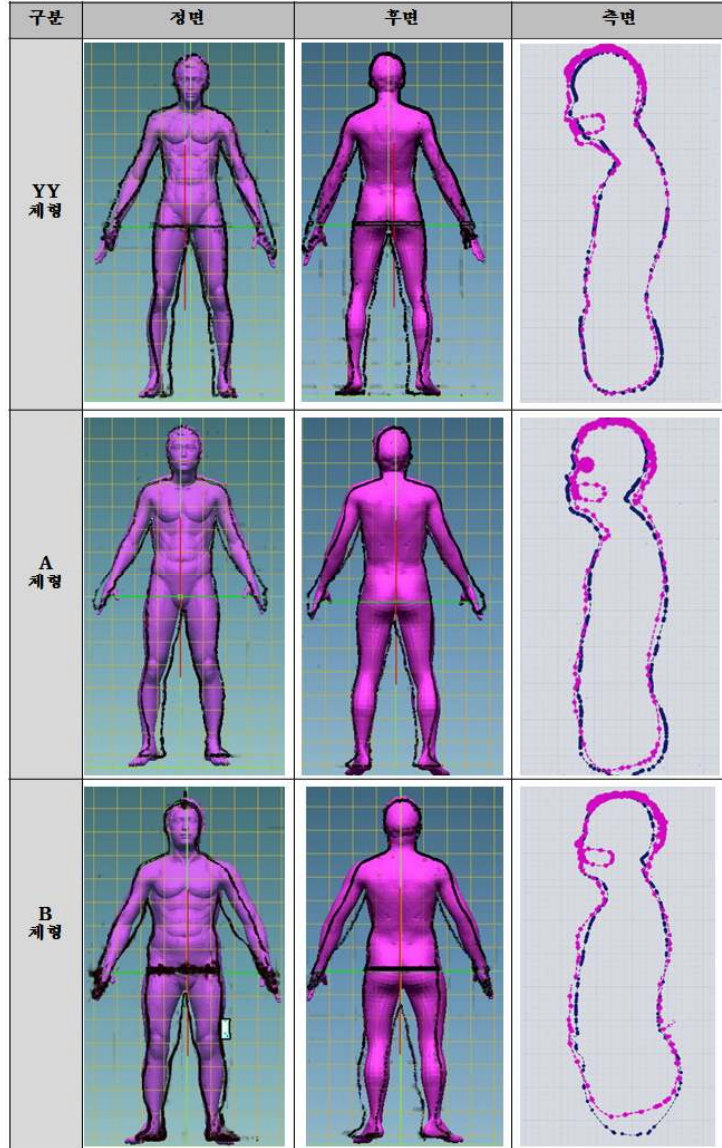
B체형의 형태는 젖꼭지점을 지나는 가슴둘레 위치가 3D 바디 스캔 형상보다 3D 아바타 형상 쪽이 높게 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 가슴 근육과 배부위의 근육량과 형태의 재현성은 3D 바디 스캔

형상보다 3D 아바타 형상 쪽이 더 과장되고 왜곡된 형상으로 나타나고 있음을 알 수 있다. <그림 11>의 정면과 후면 형상에서도 3D 아바타 형상이 3D 바디 스캔 형상보다 가슴둘레에서 영덩이둘레선 위까지 보다 큰 것을 파악할 수 있다. B체형의 경우, YY와 A체형에 비해 팔과 다리의 자세가 많이 다르게 나타났다. 측면의 자세와 크기는 비교적 유사하게 재현되었으나, 몸통 세로길이가 3D 바디 스캔 형상 쪽이 3D 아바타 형상보다 더 길게 나타났다. 이는 3차원 바디 스캔 촬영 시 다른 피험자들에 비해 신체 밀착도가 덜한 의복을 착용하였으며, 또한 넙다리부위의 비만과 복부 돌출로 인해 살부위의 의복이 늘어진 상태에서 촬영되었기 때문이다.

이상의 3D 어패럴 CAD 아바타 사이징 시스템 실험 결과, 3D 아바타는 실제인체의 치수와 형태를 비교적 유사하게 재현하고 있음이 검증되었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 기존 3D 바디 스캐너를 대신하여 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 시스템을 이용한 3차원 개인 아바타의 활용을 목적으로, 3D 어



※ 정면·후면의 검은 실선과 측면의 남색은 피험자의 3D 바디 스캔 형상을 나타냄.

<그림 11> 3D 아바타 형상과 피험자의 3D 바디 스캔 형상 중합도 - 이민정, p.111.

패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 시스템에 대한 검증 실시하였다. 이를 위해 20-30대 남성, 3가지 유형의 피험자 3D 아바타 측정치와 직접치수간의 차이, 3D 아바타 형상과 3D 바디 스캔 형상을

비교 분석하였다. 그 결과, 3가지 유형 피험자의 실제인체와 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징에 의한 3D 아바타는 전반적으로 유사하게 생성되었으나, 피험자 각 유형에 따라서 3D 아바타 측정

치와 직접치수간의 치수값 차이를 보이는 인체 항목이 있었다. 공통으로 치수 차이를 보인 항목은 몸통 부위에 해당되는 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레 등의 항목으로써 각 체형별 치수 차이를 살펴보면 다음과 같다.

젖가슴둘레에서는 YY(+2.1cm), A(+1.3cm), B(+2.4cm)체형 모두 3D 아바타 쪽이 더 크게 측정되었다. 허리둘레와 배꼽수준허리둘레에서는 YY체형 경우 허리둘레 -2.1cm, 배꼽수준허리둘레 -2.7cm로 3D 아바타 쪽이 더 작게 측정되었으며, A체형의 경우에도 허리둘레 -2.6cm, 배꼽수준허리둘레 -5.4cm로 3D 아바타 쪽이 더 작게 측정되었다. 반면, B체형의 경우는 허리둘레 +3.3cm, 배꼽수준허리둘레 +2.4cm로 3D 아바타 치수가 직접치수보다 더 크게 측정되었다. 항목별로 체형에 따라서 상이한 차이를 보이고는 있으나, 종합적으로 YY체형, A체형과는 다르게 B체형은 이들 항목 모두에서 3D 아바타 쪽이 더 크게 측정되었음을 파악할 수 있다. 또한 모든 체형에서 가슴둘레, 허리둘레, 배둘레 등의 근육량이 실제인체 근육보다 과장되어 생성된 문제점을 도출하였다. 이러한 문제점의 가장 큰 이유는 3D 어패럴 CAD 프로그램의 아바타 사이징 프로토타입이 한국 남성 체형보다는 서양 근육형 남성의 이상체형을 반영하고 있는 것에 기인한 것으로 사료되며, CLO3D 아바타 사이징 시 피험자들의 직접치수가 3D 아바타의 관절 점을 기준으로 반영되어 생성되는 아바타 사이징 시스템 특성으로 인해 측정 기준점의 차이를 보인데 따른 것으로 파악된다. 특히 B체형과 같이 다소 비만도가 높으면서 배가 나온 체형의 경우, 아바타 사이징 시 가슴둘레의 근육이 실제인체 근육보다도 훨씬 과장되고 왜곡되게 생성되어 아바타 사이징에서 몸통부위에 대한 오차 발생의 문제점으로 나타났다. 이상의 결과는 CLO3D의 아바타 사이징 시스템에서 자동 적용되는 아바타 사이징의 비례항목들이 비만도에 따라 적용되기 때문이라고 사료된다.

피험자들의 아바타 사이징에 의해 생성된 3D 아바타와 3D 바디 스캔의 형상을 정면, 측면, 후면의 중합도를 비교 분석한 결과, YY체형, A체형, B체형 모두 유사한 형상을 나타냈으며, 자세도 유사하게

반영되어 생성된 것을 발견할 수 있었다. 다만 <그림 1, 2, 3>에서와 같이 젖꼭지점을 지나는 가슴둘레 위치가 실제인체보다 가상인체의 경우 더 높게 생성된 것을 확인할 수 있었다. 이는 어깨부위에서 가슴부위 사이가 짧게 생성되었기 때문이며, 아바타 사이징 시 높이항목에서 젖꼭지점을 지나는 가슴높이, 어깨가쪽높이 등이 <표 3>에서와 같이 높이항목에 추가되어 세분화된다면 이러한 문제점은 개선될 것이다.

결론적으로, 3D 어패럴 CAD 프로그램의 3D 아바타의 상용화를 위해서는 아바타 사이징의 파라미터 항목을 더욱 세분화하여 보다 정확하고 사실적인 아바타 사이징 시스템을 갖추어야 할 것이다. 앞에서도 언급한 바와 같이, 인체 측정에서 기준이 되는 높이항목에 대해 본 연구에서 실제인체와 3D 아바타의 사이즈 측정 비교 시 제시하였던, <표 3>에서 사용된 높이 17항목의 설정과 <그림 4>와 같은 측정점을 위한 3차원 상의 기준선 설정을 제안하고자 한다. 이로써 3차원 환경에서의 인체 기준선의 표준화가 가능하며, 동일한 조건에서 3D아바타 생성 및 실제인체와 3D 아바타와의 사이즈 측정이 보다 용이해 질 것으로 사료된다. 또한 아바타 사이징 시, 몸통부위의 근육량과 형태가 실제인체에 비해 3D 아바타 쪽이 더 발달되고 왜곡된 형상으로 나타나 실제인체와의 차이를 보이는 문제점 해결을 위해서 현재 3D 어패럴 CAD 프로그램에서 자동으로 설정, 제어되는 아바타 사이징 비례 항목이 실제인체를 구현하는데 필요한 항목과 부합되게 개발되어야 할 것이다. 특히 3D 아바타의 몸통 근육 생성에 대한 문제점의 시급한 보완작업이 요구된다. 마지막으로, 3D 어패럴 CAD 프로그램의 숙련도에 따라 아바타 사이징에 대한 연구 결과가 달라 질 수 있는 점과 CLO3D의 아바타 사이징 시 반영되는 직접치수의 측정점과 아바타 사이징의 관절점 불일치에 따른 치수 차이에 대한 본 연구 결과에 대한 한계가 있었다. 향후, 3D 어패럴 CAD 시스템의 보다 객관적이며, 실제적인 상용화 접근을 위해서는 한국인 실제 체형을 기준으로 한 아바타 사이징 프로토타입 개발과 다양한 체형에 대한 후속 연구, 더욱 선진적인 아바타 사이징 시스템의 자동화 프로그램, 과학적

측정법에 대한 정량화 개발 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 이민정, 손희순(2012. 4. 28), “3D 어패럴 CAD 시스템의 아바타 사이징 비교분석 II), *한국패션비즈니스학회 춘계학술대회 발표논문집*, p.57.
- 2) Lee, W. S., Magnenat-Thalmann N.,(2001. 7. 4), "Virtual Body Morphing", *Proceeding of 14th Annul. Computer Animation Conference*, pp.158-166.
- 3) Magnenat-Thalmann N., Seo H. W. and Cordier F.(2004), "Automatic Modeling of Virtual Humans and Body Clothing", *Journal of Computer Science and Technology*, 19(5), pp.575-584.
- 4) Nagnenat-Thalmann N.(2010), *Modeling and Simulating Bodies and Garments(1st ed)*, London: Springer-Verlag, pp.1-159
- 5) 여영인, 서혜원, 원광연(2005), "이미지 입력을 이용한 3차원 아바타의 데이터기반 생성 기법", *한국컴퓨터종합학술대회 논문집*, 32(1A), pp. 682-684.
- 6) 김기현 외(2007), "맞춤양복 제작을 위한 인체 치수 측정 시스템 개발". *한국콘텐츠학회 종합 학술대회 논문집*, 5(1), pp.16-20.
- 7) 임지영(2010), "중년여성의 상반신 비만유형 분석 및 3D 가상모델 제작", *자연과학*, 21(1), pp.67-81.
- 8) Lee, M. J., Sohn, H. S., Ko, H. S.(2011. 10. 24), "Analysis of 3D Body Sizing in 3D apparel CAD System", *Proceeding of International Textiles and Costume Congress*, pp.230-231.
- 9) 임호선, Istook Cynthia L.(2011), “가상아바타에 따른 가상의복의 비교평가”, *복식문화 연구*, 19(6), pp.1359-1371.
- 10) 이민정(2012), “남성정장 MTM 시스템 구현을 위한 3D 아바타 사이징과 가상 피팅 기술 연구”, 숙명여자대학교 박사학위논문, p. 67.
- 11) Ibid., pp.68-70.
- 12) Ibid., p.74, 표 재구성.
- 13) Ibid., p.106, 표 재구성.
- 14) 박창규(2004), “의류 패션산업에서의 3차원 및 디지털 응용기술의 현황”, *패션정보와기술*, 1(1), pp.99-100.
- 15) 박창규(2008), “건국대학교 i-Fashion의류기술센터”, *한국의류산업학회지*, 10(7), p.407.
- 16) 산업자원부 기술표준원(편)(2010), *제6차 한국인 인체치수 3차원형상측정 조사사업 최종보고서 및 부록*, pp.1-204.
- 17) “제6차 한국인 인체치수조사”, (2011.1), SizeKorea, 자료검색일 2011. 1. 15, 자료출처 <http://www.sizekorea.kats.go.kr>
- 18) "CLO 3D v.3.22", (2011. 1), 클로버추얼패션, 자료검색일 2011. 1. 10, 자료출처 <http://www.clo.co.kr>
- 19) "i-Fashion", (2010. 2), i-Fashion 의류기술센터, 자료검색일 2011. 3. 20, 자료출처 <http://www.ifashion.or.kr>

접수일(2012년 7월 24일),
수정일(1차 : 2012년 8월 7일),
게재확정일(2012년 8월 27일)