

3D 가상착의를 통한 모터사이클팬츠 패턴 개발

Development of Ergonomic Pattern for Motorcycle Pants Using 3D Virtual Clothing

정연희

군산대학교 의류학과

Jeong, Yeonhee

Dept. of Clothing and Textiles, Kunsan National University

Abstract

The objective of this study was to set up the development process of making ergonomic pattern for motorcycle pants using 3D virtual simulation program (Clo 3D modelist). 3D avatar was developed by using 6th size Korean in his late 20s. The most important items for making 3D avatar were width and height items as input data in the avatar editor. Length(outseam, inseam) and circumference(waist, hip, thigh, front & back rise, etc) data on 3D avatar surface were measured by using measurement fit tool to make the ergonomic pattern for motorcycle pants. As a result, ergonomic patterns were developed for motorcycle pants using surface size data obtained from avatar's dynamic posture. Five pair of pants with pattern 1, 2, 3, 4, and 5 were simulated by wearing them on 3D avatar remodeled with the 6th size Korean. Those pants were evaluated in terms of their virtual fitting by basic pattern line through using transparent texture. These developed patterns were divided into 3 areas (hip area, thigh area, calf area). Each pattern area was reflected by moving the avatar shape. Clothing stress of five pants(pattern 1,2,3,4, and 5) has no significant difference in 3D standing virtual simulation. However, it showed significant difference in 3D motorcycling virtual simulation. In motorcycling posture, clothing stress was greatly reduced depending on the pattern. Pattern 5 was superior to pattern 1, 2, 3, or 4 in terms of clothing stress and strain map. In the development of ergonomics pattern, the most important factor is not in the area or the length of the pattern. Instead, the distribution and division of pattern area as well as the dynamic posture are the most important factors.

Keywords: 3D avatar, 3D virtual simulation, motorcycling posture, motorcycle pants, clothing stress

I. 서론

1. 연구의 필요성

기능성 의류에 대한 수요는 아웃도어웨어(outdoor wear) 시장의 성장과 웰빙(wellbeing) 의류에 대한 사회적 관심의 증가와 함께 빠르게 성장하고 있다. 특히 동작기

능성이 중요시되는 등산복, 모터사이클복, 사이클복 등의 기능성 의류의 패턴개발은 스포츠의 대중화와 함께 과학적 의류생산이란 측면에서 그 중요성이 부각되고 있다. 모터사이클의복은 국내의류업체가 미주와 유럽에 OEM (Original Equipment Manufacturing)을 통해 수출하는 의복아이템으로서, 이의 평가는 의복의 기능적 패턴개발과 국내의류산업의 기술경쟁력 확보라는 측면에서 의의가 있

본 논문은 2014년도 군산대학교 교수장기국외연수경비의 지원에 의하여 연구되었음

* Corresponding author: Yeonhee Jeong

Tel:+82-63-469-4665, Fax: +82-63-469-4661

E-mail: jlucia@kunsan.ac.kr

© 2016, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

다. 모터사이클의복은 의복 자체의 기능과 성능이 착용자의 안전과 직접적 연관이 있어 모터사이클을 즐기는 많은 선진국들은 의복에 대한 세부규정을 만들어놓고 있다 (Woods, 1996). 즉 모터사이클 의복은 의복이 인체를 보호할 수 있는 최후의 수단임으로 유럽연합(EU: European Union)은 의복구조 및 소재의 물리적 특성이 일정 규정을 통과하도록 강제하고 있다. 모터사이클팬츠의 패턴개발은 일반 정장 팬츠나 등산복 팬츠 등과는 다르게 모터사이클링시의 동적자세를 구체적으로 반영하여 구성하고 있다. 현재 교육용이나 산업체에 사용되는 팬츠 패턴설계 방법은 인체가 정자세로 서 있는 것을 가정하여 패턴을 구성하고 있다. 이에 산업체로 유입되는 대부분의 패턴사들은 패턴사 개인의 숙련도와 경험에 따라 패턴설계의 완성도가 달라지는데, 개발실로 유입되는 많은 신입 패턴사는 동적자세를 반영한 패턴제도 및 원리를 대학교 교과과정에서 체계적으로 접하지 못하는 한계로 인해 패턴개발에 있어 동작 변화와 이의 활용에 대한 이해의 폭이 협소하다. 이에 3D 아바타(avatar) 생성 및 3D가상착의(virtual simulation)를 이용한 모터사이클팬츠 패턴설계 방법을 통해 동작을 고려한 패턴개발, 즉 기본패턴에서 동작기능성이 확보되는 3차원 입체패턴의 설계방법을 모터사이클팬츠 패턴설계를 통해 소개하고자 한다.

3D 가상착의와 이를 이용한 3D 패턴개발은 향후 패션 의복 개발에 있어 그 영향력이 매우 클 것이라 기대되는데, 이는 지금까지의 한국 의류산업이 OEM을 통한 의류 산업에 주력하였다면, 앞으로는 풍부한 메이킹 경험과 함께 3D 가상착의 프로그램을 통해 의류산업의 내용을 ODM(Original Design Manufacturing)으로 더욱 빠르게 성숙시킬 수 있는 계기가 될 것이기 때문이다. 3D가상착의 및 패턴개발 프로그램은 디자인개발, 패턴개발, 샘플 대체, 타겟 소비자(target consumer)의 아바타 생성, 아바타의 동작특성 분석과 같은 강력한 특징을 보유하고 있다. 즉 디자인개발 측면에서 본다면 하나의 기본패턴을 아바타에 착의하여 다양한 디자인의 의복으로 쉽게 전환할 수 있다는 장점이 있다. 샘플 대체라는 측면에서는 의복의 일차 피팅과 디자인 셀렉(select)을 쉽게 하여 샘플작업의 단순화와 간소화를 꾀할 수 있으며, 소비자군에 따른 패턴개발은 타겟 소비자군에 맞게 아바타를 생성하고 생성된 아바타의 동작 등을 통한 패턴 메이킹의 사이즈 변화를 비교적 과학적으로 예측할 수 있고, 이를 응용하여 패턴설계를 수행할 수 있다는 점이다. 이러한 과정은 패턴

제작, 샘플제작, 가상착의로 이어지는 비교적 번거로운 의복제작의 과정을 쉽고 빠르게 변화시키는 특징이 있다. 즉, 3D 가상착의의 특징은 다양한 인체모형을 사용자의 요구에 의해, 업체의 소비자 타겟층의 사이즈 스펙(size specification)에 의해 자유자재로 변환 가능하다는 측면과 아울러 다양한 동작을 구현하고, 인체의 정자세와 동작시의 응력(clothing stress)을 가상으로 가늠할 수 있다는 측면과 의복소재의 다양한 선택과 색상, 문양의 변환 등을 자유자재로 수행할 수 있다는 측면에서 기능성 의복개발의 가능성을 크게 부여하고 있다. 특히 한국 의류산업기반에 있어 2차원 컴퓨터 패턴 CAD(computer aided design)의 전면적 보급과 사용은 3D 패턴 메이킹과 가상착의를 시행함에 있어 풍부한 토양을 제공하고 있다 하겠다.

3D 가상착의를 이용한 최근의 연구를 살펴보면 다음과 같다.

현재까지의 3D 가상착의 및 가상시뮬레이션 연구는 크게 세 방향으로 이루어지고 있는데, 대략적인 내용을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 3D 가상착의와 실제착의의 비교 평가를 들 수 있다(Kim, et al, 2011; Kim, et al, 2014; Lee & Lee, 2013). 둘째로는 3D 프로그램의 아바타 생성 및 평가와 시뮬레이션 평가에 관한 연구(Kim, et al, 2007; Lee & Sohn, 2012; Park, 2013)이며, 마지막은 3D 프로그램을 활용한 패턴 개발 및 분석(Cha & Kang, 2013; Lee & Lee, 2012; Lim, 2011; Lim, 2013)으로 다양한 기본패턴의 생성 및 평가를 수행하는 것이다. 이러한 연구는 가까운 미래에 2차원 패턴개발, 3차원 패턴개발과 함께 3차원 시뮬레이션과 쌍방향 프로세스로 통합되어 3D 가상착의를 통한 일대일 맞춤형 의복 제작으로 나아가 갈 것으로 기대된다.

본 연구에서는 모터사이클팬츠의 동작특성을 고려하여 모터사이클팬츠 설계를 체계적으로 제안하고, 제안된 패턴을 3D 가상착의를 통해 평가하고자 하였다. 이를 위하여 패턴설계에 들어가기 앞서 3D 가상착의를 위한 아바타 생성 및 아바타 컨트롤 방법을 제안하고 생성된 아바타의 정자세와 동작시의 사이즈 측정방법을 연구하였다. 또한 정자세와 모터사이클 자세시의 체표데이터 변화를 고찰하였다. 패턴설계는 동작변화에 의한 체표면데이터를 이용하여 기본패턴에서 단계별 패턴설계를 이루었으며, 개발된 팬츠 패턴은 동작시의 가상착의에 의한 맞음새와 응력 변화를 고찰하여 최종 모터사이클팬츠 패턴을 제안하였다.

II. 연구 방법

1. 연구의 구성

연구 구성은 [Figure 1]과 같다. 연구는 아바타 생성 및 동작에 의한 체표사이즈 추출과 얻어진 체표사이즈정보를 이용하여 패턴개발을 수행하며, 이를 아바타에 가상착의 하여 맞춤새 고찰과 응력평가를 수행하여 최종 모터사이클팬츠 패턴을 제안하는 것으로 구성하였다.

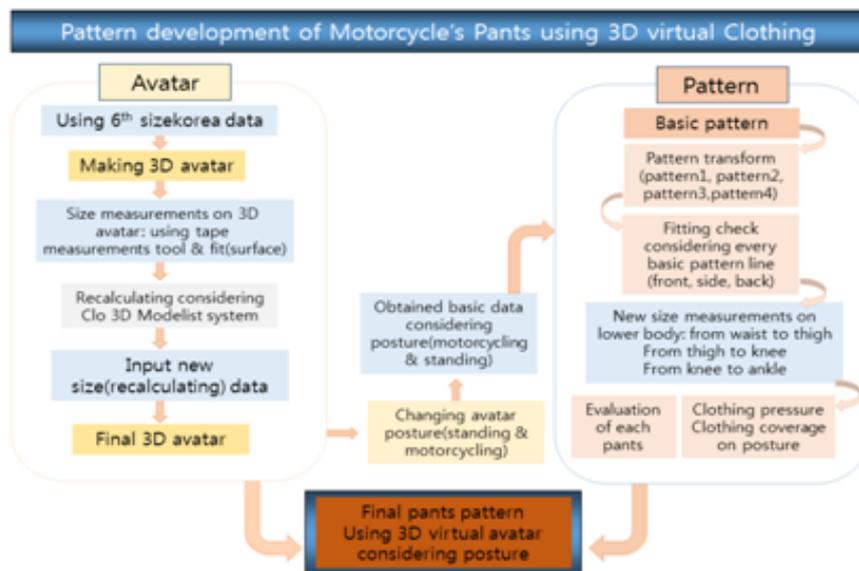
2. 3D 가상착의를 위한 아바타 생성 및 동작 변환

3D 모델리스트 프로그램은(Clo 3D Modelist, ㈜클로버추얼패션) [Figure 2]의 (a)에서와 같이 원하는 사이즈의 아바타를 구성할 수 있다. Clo 3D Modelist는 대표체형의 선택뿐 아니라 높이항목과 둘레항목을 임의대로 수치화하여 자신만의 아바타를 구성할 수 있는 특징이 있다. 이에 아바타의 신체사이즈를 제6차 한국인인체치수조사자료(25-29세 남성 평균데이터)를 이용하여 아바타의 체표데이터가 사이즈코리아의 데이터와 동일하게 구성되는지 확인하는 것에서부터 연구를 시작하였다. 즉, 3D 모델리스트 프로그램이 인체의 기준사이즈를 입력하였을 때 체표면의 아바타데이터가 원하는 아바타로 구성되는가를 먼저 확인하고자 하였다. 이는 프로그램에 의하여 아바타

의 입력사이즈가 체표사이즈와 상이할 수 있기 때문이다. 나아가 가상착의를 위한 아바타의 구성과 함께 아바타의 동작 변환을 수행하여 동작에 따른 사이즈의 변화를 세부적으로 고찰하였다. 아바타 동작은 [Figure 2]의 (b)와 같이 (avatar→how x-ray joints→ove joint: file→ave as→ose) 변형하였다. Clo 3D Modelist 프로그램은 아바타의 동작 변환시 각도를 입력하여 아바타를 변화하도록 프로그램되어 있지 않아 정확한 각도로 아바타의 동작을 제어할 수 없었다. 이에 선행연구(Jeong & Lee, 2012)의 사이클 팬츠개발을 위한 인체동작과 유사한 각도를 유지하도록 변형하였다. [Figure 2]의 (b)에서 보는바와 같이 인체의 동작 자세와 아바타의 동작 자세가 거의 유사하게 구성되었음을 알 수 있다. 허리부위의 각도, 즉 구부림에 의해 형성된 상체와 하체의 각도는 약 100°이며, 무릎각도는 약 94°로 형성하였다.

3. 모터사이클팬츠 개발을 위한 기본팬츠 패턴

모터사이클팬츠를 개발하기 위해 사용된 기본패턴(Jeong, 2014)은 캐주얼 팬츠에 많이 사용되는 한 장 팬츠를 이용하였다. [Figure 3]은 본 연구에서 사용된 기본팬츠와 팬츠제도 방법을 보여준다. 본 연구에서 사용된 한 장 팬츠 패턴은 청바지나 캐주얼 팬츠를 개발하는 업체에서 사용되는 제도 방법이며, 이 제도의 특징은 옆솔기가



[Figure 1] Scope of the experiment

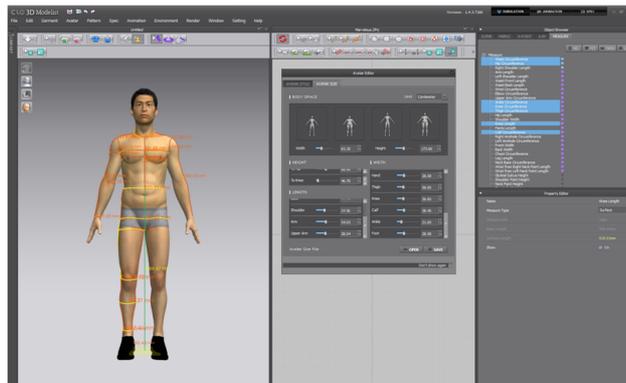
직선으로 제도되고 안솔기가 사선화되어 있어 디자인 변형이 유리하고, 착용자가 다리를 벌리거나 운동이 큰 활동에 유리한 팬츠 패턴제도이다. 기본패턴은 제6차 한국인 인체사이즈의 25-29세의 남성 평균데이터를 이용하여, 허리둘레는 82 cm, 엉덩이둘레는 96 cm, 엉덩이둘레여유분은 4 cm로 하였으며, 패턴제도 시 사용된 둘레데이터는 1/2로 하여 허리둘레는 41 cm, 엉덩이둘레는 48 cm, 엉덩이둘레여유분은 2 cm로 하였다.

4. 3D가상착의를 통한 패턴 수정 및 피트니스 평가

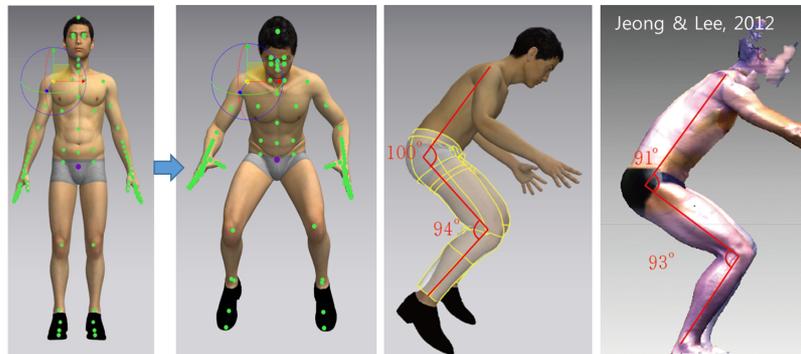
제6차 한국인인체치수자료를 이용하여 생성된 아바타를 정자세와 동작자세를 변형하여 하체부위의 아바타치수 변화를 추출하고, 이를 이용하여 기본패턴을 단계적으로 수정하였다. 수정된 패턴은 1차로 길이방향에서의 변화를 고려하였고, 2차로 둘레 변화량을 고려하였다. 각 패턴의 변화에 따라 정자세와 동작자세 시의 착의변화를 고찰하였다. 각 패턴의 맞음새는 정면, 후면 및 허리둘레선, 엉덩

이둘레선, 넓다리둘레선, 무릎선의 적정 놓임을 확인하고, 동작에 따라 각 패턴과 기준선이 어떻게 이동하는가를 고찰하였다. 즉, 패턴의 기본선(앞·뒤 중심선, 밑위선, 힙선, 엉덩이둘레선, 넓다리둘레선, 무릎선, 팬츠길이)을 원단의 투명성능을 이용하여 각 신체위치와의 적합성을 고찰하고, 응력과 스트레인 맵(Strain map)을 통해 패턴의 여유 및 활동성을 고찰하였다. 3D가상착의 시 소재의 물성은 Clo 3D Modelist의 기본 물성값을 사용하였는데, 이는 소재물성 변인을 실험구성에 고려하지 않았기 때문이다. 모터사이클팬츠의 소재특징은 마찰력과 원단강도가 높아 물리적 특성을 실험하여 소재값을 변동하여야 함으로, 본 실험에서는 소재특징을 배제하고 순수한 패턴의 변형과 맞음새에 집중하도록 구성하였다. 팬츠의 허리밴드 소재물성은 동작시에 허리밴드가 내려가는 것을 방지하기 위하여 A_Waistband_for_Animation_CLO_V2로 하였으며, 팬츠원단은 D_Denim_Clo_v2로 하였다.

1) 패턴의 기준선 및 제 부위 맞음새 평가 및 수정

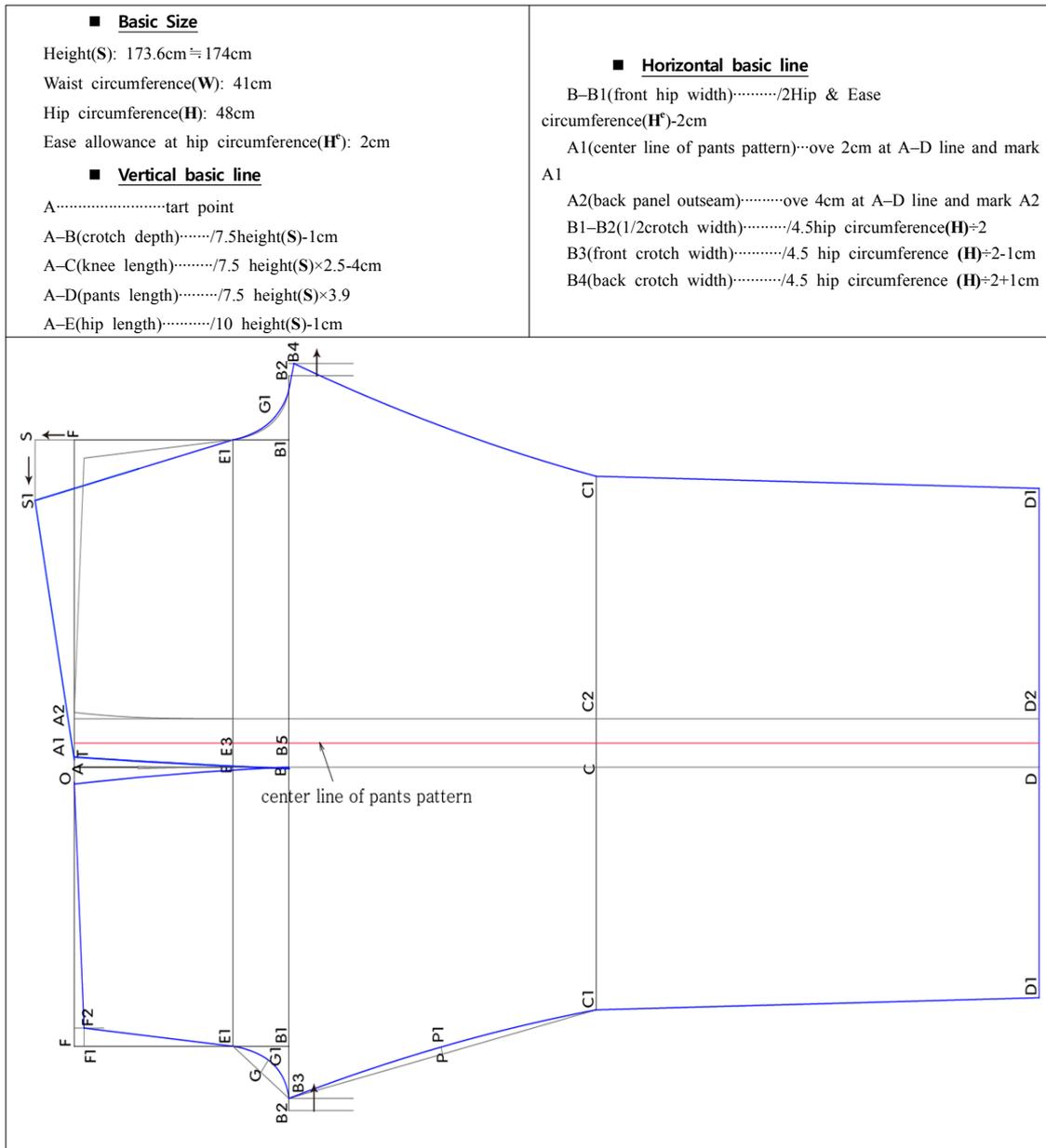


(a) Avatar editor & editing of avatar size



(b) Changing avatar posture

[Figure 2] Making 3D avatar & changing avatar posture



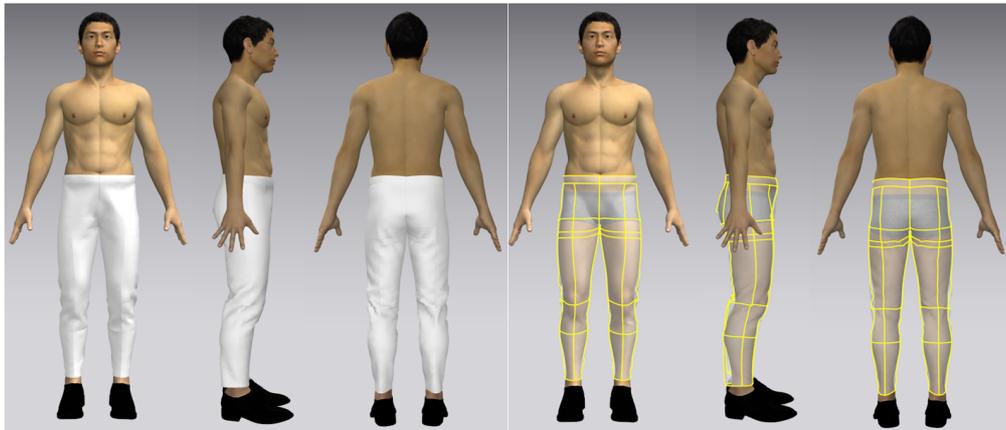
[Figure 3] Basic pattern & pattern making method (Jeong, 2014)

아바타에 의한 가상착의의 특징은 고정된 사이즈를 이용하여 반복적으로 다양한 의복을 착용할 수 있다는 강력한 장점과 함께, 관찰자가 아바타의 정면, 측면, 후면과 함께 관찰하고자 하는 각 부위를 세밀하게 고찰할 수 있다는 점이다. 또한 의복의 맞춤새는 패턴의 변화에 따라 기본선의 제 위치가 아바타 위에 적당하게 놓여지는지 확인할 수 있어 패턴에 따라 패턴간의 차이를 비교적 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다. Clo 3D Modelist는 기본선을 내부선으로 활성화하여 의복을 착의하였을 때, [Figure 4]

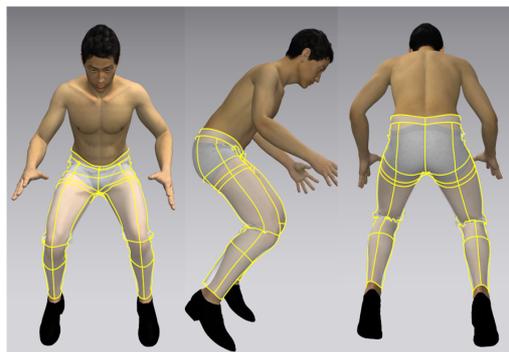
의 (b)와 같이 각 기준선이 아바타의 동작시 그 위치가 어떻게 변화되는가를 고찰할 수 있다. 이는 패턴개발자가 패턴의 기본선의 위치확인을 통해 인체형태정보와 패턴정보를 쌍방향으로 이해할 수 있어 초기 패턴개발에 있어 개발을 용이하게 하는 장점이 있다.

2) 패턴변화 및 동작에 따른 응력 분포 및 스트레인 맵 고찰

3D 아바타상에서 응력 고찰은 [Figure 5]와 같다. 응력

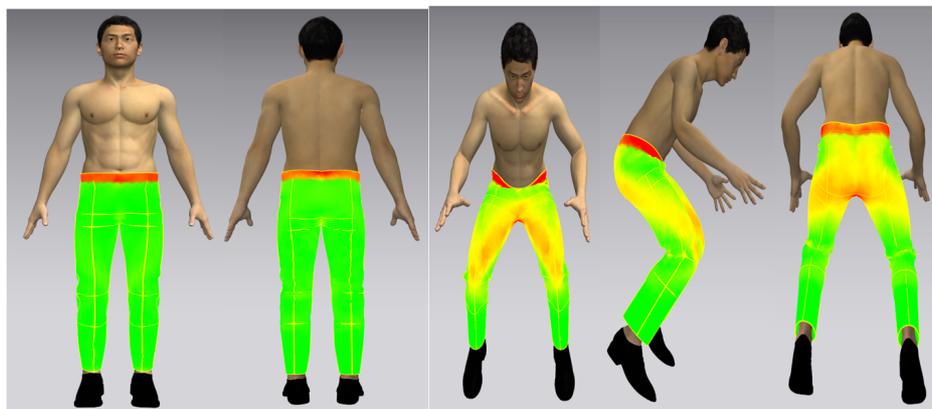


(a) Standing posture & changing the texture properties



(b) Check fitting on motorcycling posture

[Figure 4] 3D virtual fitting & check pants considering posture



(a) Standing posture

(b) Motorcycling posture

[Figure 5] 3D virtual clothing pressure

이 높은 부위에서 붉은색상으로 표시가 되고, 응력이 낮을 때는 연초록색을 보여 의복자체의 압력과 더불어 동작 변화에 따른 응력의 변화를 동시에 고찰할 수 있다.

본 연구에서는 응력(stress, unit: KPa)과 스트레인 맵(strain map, unit: %)의 변화를 각 패턴개발 순서에 따라 살펴보고, 또한 동작에 따라 팬츠 패턴의 응력이 어떻게 변화

하는 가를 고찰하여 가능한 국소부위의 응력과 원단의 스트레인을 축소하는 방향으로 팬츠 패턴을 개발하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

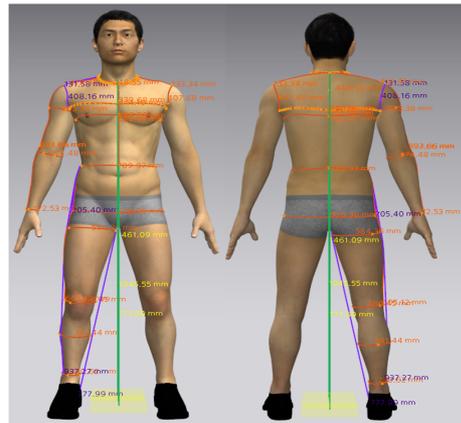
1. Clo 3D Modelist 에서 20대 남성 후반(25-29세)의 아바타 생성 방법 고찰

1) 남성 20대 후반의 제6차 한국인인체데이터를 이용한 아바타 생성

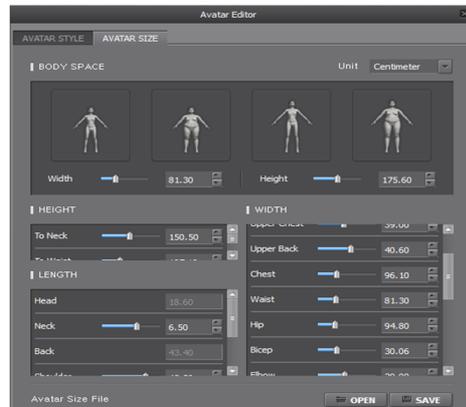
Clo 3D Modelist 프로그램에서 아바타 생성은 아바타 에디터(avatar→vatar editor→vatar size)를 통하여 형성하였다. 아바타는 인체사이즈를 이용하여 가상의 아바타를 구성하는 것이나 프로그램 구성이 각 인체의 조인트구성으로 입력사이즈가 입력되어, 아바타 완성사이즈는 입력사이즈와 동일하게 형성되지 않고 있다. 아바타에 입력되는 대표사이즈는 둘레(width)와 신장(height)이며, 이를 기준으로 기타 둘레와 높이가 조합적으로 구성된다. 현재의 프로그램은 아바타 사이즈 입력이 곧바로 아바타의 체표사이즈로 직결되지 못하는 한계가 있다. 이는 선행연구(Lee & Sohn, 2012)에서 이미 아바타 입력사이즈와 생성된 아바타의 사이즈에 차이가 발생하여 연구용으로 아바타를 사용할 경우는 이러한 차이에 대한 이해를 수반해야 함을 지적한바 있다. 본 연구에서 아바타의 체표측정은 프로그램의 avatar/tape measure에서 수행하였으며, 각 항목은 작업자에 의해 임의로 추가 삭제가 가능하며, 각 사이즈도 basic과 surface로 나누어 측정할 수 있다. 프로그램의 세부 활용순서는 다음과 같다. Avatar tool→measure→create basic tape measure→fit[surface or basic]→measure each part→save이다. 이에 본 연구에서는 각 사이즈의 basic항목을 체표사이즈로 활용하였는데, 이는 의복에서 활용하는 데이터가 인체의 체표사이즈를 활용하고 인체치수의 체촌 방식도 tape measure방식이기 때문이다.

본 연구에서는 20대 후반 남성의 제6차 한국인인체사이즈 데이터를 아바타 에디터에 입력하여 실제 구성되는 아바타의 체표사이즈 차를 계산하였고, 아바타 에디터의 입력 시 주요 통제요인에 대한 고찰을 수행하였다. 먼저 아바타 에디터는 [Figure 6]의 (b)에서 보는 바와 같이 둘레와 신장이 가장 주요한 변인으로 다른 모든 데이터에 선행하여 입력해야 함을 알 수 있었다. 아바타 체표치수의 측정은 [Figure 6]의 (a)와 같이 체표면의 길이가 측정

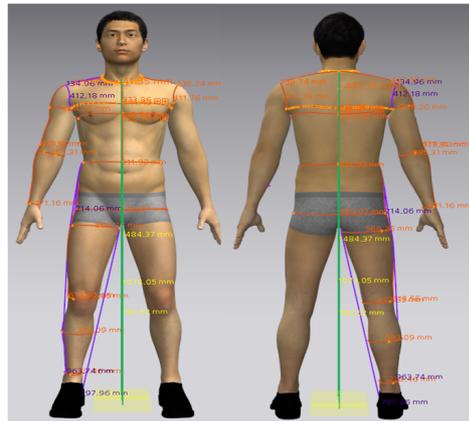
된 것인데, (a)는 제6차 한국인 인체치수데이터를 그대로 입력하였을 때 생성된 아바타로, 목밑둘레, 넓다리둘레를 제외하고 허리둘레, 가슴둘레, 엉덩이둘레 데이터는 감소하였다. Clo 3D Modelist 프로그램 상에서 20대 후반의 한국인 평균 남성데이터로 대변될 수 있는 아바타의 최종 모습은 [Figure 6]의 (c)와 같다.



(a) 3D avatar using the 6th sizekorea data



(b) Avatar editor



(c) 3D avatar using recorrecting sizekorea data
[Figure 6] Measurements of surface datas of 3D avatar

〈Table 1〉 Input and output data for making an avatar

| NO | Item | A | B | C | D | E |
|------|-------------------|--------|--------|-------|---------------|--------|
| 1 | Height | 173.60 | 173.60 | 0 | 173.60 | 173.60 |
| 2 | Width | 81.30 | 78.52 | 2.78 | 84.16 | 81.80 |
| 3 | To neck height | 148.40 | 146.10 | 2.30 | 150.74 | 148.43 |
| 4 | To waist height | 105.10 | 104.55 | 0.55 | 108.00 | 107.40 |
| 5 | To hip height | 86.60 | - | - | 88.51 | - |
| 6 | To knee height | 44.70 | - | - | 46.70 | - |
| skip | Head width | 57.50 | - | - | 0 | - |
| 7 | Neck width | 43.20 | 44.85 | -1.65 | 41.61 | 44.13 |
| skip | Upper chest width | 39.00 | - | - | - | - |
| skip | Upper back width | 40.60 | - | - | - | - |
| skip | Waist width | 81.30 | 78.52 | 2.78 | 84.16 | 81.80 |
| 11 | Hip width | 94.80 | 93.97 | 0.83 | 100.64 | 94.49 |
| skip | Bicep width | 43.10 | 40.84 | 2.26 | - | - |
| 12 | Elbow width | 29.00 | 27.30 | 1.70 | 30.81 | 28.5 |
| skip | Forearm width | - | - | - | - | - |
| 13 | Wrist width | 16.60 | 17.20 | -0.60 | 16.02 | 17.11 |
| skip | Hand width | - | - | - | - | - |
| 14 | Thigh width | 56.70 | 58.40 | -1.60 | 54.14 | 56.67 |
| 15 | Knee width | 37.60 | 38.64 | -1.04 | 36.59 | 37.99 |
| 16 | Calf width | 38.40 | 38.14 | 0.26 | 38.66 | 38.30 |
| 17 | Ankle width | 22.30 | 23.06 | -0.74 | 21.58 | 22.90 |
| skip | Foot width | - | - | - | - | - |
| skip | Neck length | - | - | - | - | - |
| 18 | Shoulder length | 43.50 | 41.84 | 1.66 | 45.23 | 42.25 |
| 19 | Arm length | 58.00 | 59.09 | -1.09 | 56.93 | 57.94 |
| skip | Upper arm length | 33.80 | - | - | - | - |

A: Frist input data-6th sizekorea men data(25-29)

B: Frist output data of 3D avatar using 6th sizekorea

C: Difference of A-B

D: Second input data recalculated using difference of A-B

E: Final output data of 3D avatar

아바타 데이터 입력은 <Table 1>의 순서에 따라 입력하였는데, 신장과 둘레(1,2), 높이항목(3-6), 둘레항목(7-17), 길이항목(18-19) 순으로 입력하였다. 본 연구를 통해 아바타의 사이즈 입력에 있어 신장과 둘레, 높이항목, 둘레항목, 길이항목 순으로 입력하여야 데이터를 일관성 있게 컨트롤 할 수 있음을 알 수 있었다. 높이항목은 목뒤높이, 허리높이, 엉덩이높이, 무릎높이로 구성되어있으며, 아바타가 신발을 착용하고 있는 관계로 인체치수를 넣을 때 신발굽을 고려하여 2-3 cm 를 더하여 주어야 함

을 알 수 있었다. 길이항목은 머리길이, 목길이, 어깨사이 길이, 팔길이, 위팔길이 항목으로 어깨사이길이와 소매길이만 조절하였다. 둘레항목은 <Table 1>과 같이 7-17순으로 사이즈를 입력하였다.

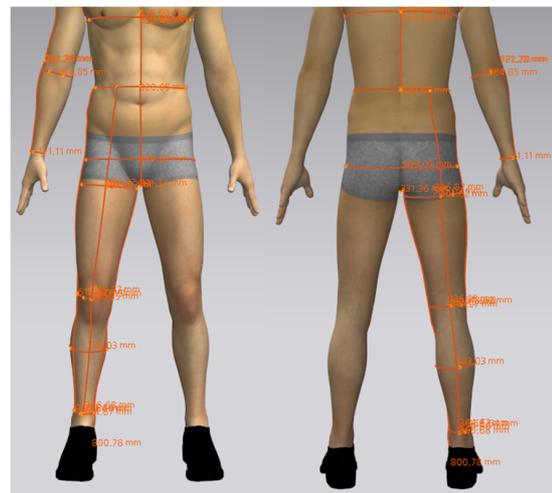
20대 후반의 한국 남성 평균데이터와 유사한 아바타를 구성한 방법은 <Table 1>과 같다. 먼저 <Table 1>의 A는 한국인 20대 후반 남성(25-29세)의 평균데이터이며, 이 데이터를 아바타 에디터에 넣어 형성된 사이즈가 <Table 1>의 B로 구성되었다. 아바타 에디터의 첫번째 규정성이 큰

데이터는 둘레와 신장인데, 이 둘레는 보통 허리둘레를 사용한다. 규정성이 높은 이 둘레 사이즈에 81.3 cm를 입력하였을 때, 실제 허리둘레는 78.52 cm로 - 2.78 cm, 엉덩이둘레가 - 0.83 cm, 가슴둘레가 - 2.4 cm 작게 구성되고, 넓다리둘레가 + 1.60 cm, 무릎둘레 + 1.04 cm로 크게 구성되었다. 또한 목뒤높이는 - 2.3cm작게 구성되었다. 즉, 20대 후반의 한국인 인체평균데이터를 입력하였을 때 형성되는 바디는 넓다리둘레를 제외하고 허리둘레, 가슴둘레, 엉덩이둘레가 가늘어지고 목뒤높이는 낮아지는 모습을 보였다. 이에 A-B의 차에 의해 형성된 C데이터를 사이즈 보정하여 D데이터를 아바타 에디터에 입력하여 제6차 한국인 인체치수와 비교적 유사하게 구성되는 아바타(E)를 구성하였다. 즉, 아바타 구성 시 입력하는 사이즈와 생성되는 아바타의 실제 체표사이즈는 차이가 발생하므로 아바타의 체표길이를 측정하여 부위에 따라 증가 혹은 감소되는 부위에 대한 부분보정을 수행하였다. 즉 둘레가 제6차 한국인인체데이터보다 줄어들 경우는 입력사이즈를 그만큼 증가시켜 최종 아바타 상에서 바디의 체표사이즈가 유지되도록 하고, 둘레가 늘어난 경우는 입력사이즈를 그만큼 줄여 사이즈를 입력하였다. 특히 엉덩이둘레와 넓다리둘레의 경우는 상관이 커서 엉덩이둘레를 키워주면 넓다리둘레도 같이 조정되었다. 본 연구에서는 엉덩이둘레의 경우 별도의 보정을 더하였는데 기본입력치수의 보정에 5 cm를 더하여주어 입력하였으며, 넓다리둘레는 보정값에서 - 1 cm를 감하여 입력하였다. 이러한 방법을 반복적으로 수행하여 최종 가상 아바타를 생성하였다.

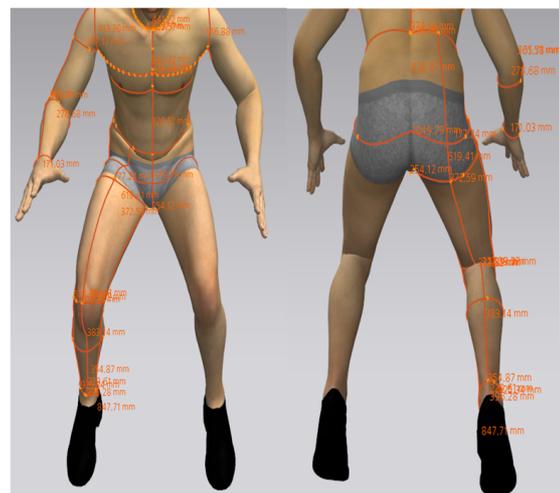
2) 정자세와 동작시의 아바타 체표면의 변화 고찰

특수 기능복을 개발함에 있어 인체의 동작변화 및 동작시의 체표면 변화고찰은 기능복 패턴개발의 기본 데이터로 활용된다. 많은 선행연구(Choi, 2004; Do, 2008; Jeong, 2006; Kim & Kim, 2003; Han et al, 2012; Hwang & Kim, 2003; Ryu & Park, 2006)들은 인체의 동작변화를 고찰하고자 특정 동작의 인체를 대상으로 인체계측의 방법이나 석고법(Kim & Kim, 1992), 3차원 측정방법(Jeong & Lee, 2012; Kim & Hong, 2009; Kim & Hong, 2012; Lee & Ashodown, 2005; Sohn & Hong, 2009)을 동원하여 기본 데이터를 추출하였다. 그러나 이러한 계측의 장점은 계측자가 인체의 변화를 직접 계측하는 과정을 통해 동작 변화의 구체적인 정보를 실제적으로 감지하며 패턴개발의 기본자료로 활용할 수 있다는 점

나, 단점으로는 계측자가 대표체형일 수 없다는 한계로 인해 많은 인체측정을 전제로 작업을 수행하여야 하며, 피계측자의 한계와 더불어 계측자의 안정적 계측이라는 측면에서 많은 불안정한 요인들이 과학적 데이터 구축에 한계를 준다는 것이다. 이에 반하여 현재 활용되는 프로그램은 체형적 특징과 함께 아바타를 원하는 데이터로 구축할 수 있는 측면에서 유리하고, 아바타의 정자세와 동작자세의 변화를 통한 데이터 추출이 비교적 쉽게 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 이는 계측자의 숙련도라는 불안정 요인, 피계측자의 대표성의 문제 등을 쉽게 제거하는 이점이 있어 향후 특수 기능복의 패턴개발에 있어 기본 데이터의 확보를 쉽게 할 수 있을 것이라 예견된다.



(a)standing posture of avatar



(b)cycling posture of avatar

[Figure 7] Posture of avatar & measurement of surface length on avatar

본 연구에서는 20대 후반의 한국 남성 평균데이터와 유사하게 구성된 아바타를 정자세와 모터사이클 자세로 변환하여 하체 부위의 체표면 변화를 고찰하였다. 아바타의 정자세와 동작 시의 아바타 체표면 측정위치는 [Figure 7]과 같다. 동작변화 시의 체표사이즈변화는 앞허리에서 앞넙다리중심, 앞무릎중심, 앞발목중심을 지나고 선과 뒤허리에서 뒤넙다리중심, 뒤무릎중심, 뒤발목중심을 지나고 선의 변화를 살펴보았다. 이는 정자세와 모터사이클 동작시에 허리부위와 무릎부위의 동작변화가 큰 부위로서 이 부위의 변화를 고찰하여 패턴변형의 기본 자료로 활용하고자 하였기 때문이다. 또한 정자세와 동작시에 허리둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레, 안솔기길이, 바깥솔기길이 등의 변화를 고찰하였다. <Table 2>는 동작에 따라 각 부위의 체표면 변화를 볼 수 있다.

먼저 둘레항목은 아바타의 체표치수계측에서 베이직(basic)을 활용하여 측정하나 길이항목은 표면(surface)측정을 수행하여 측정하였다. 길이방향의 경우 계측선이 직선으로 떨어지는 경향으로 인해 인체의 표면과 다르게 측정되어 인체의 동작이 심한 경우의 길이방향은 필히 표면

측정을 수행하여 참고 자료로 활용해야 함을 알 수 있었다. 아바타의 정자세와 동작자세에 따라 둘레항목에서는 엉덩이둘레가 +5.30 cm(+5.61%), 넙다리 둘레가 +3.58 cm(+6.32%), 허리둘레가 +0.99 cm(+1.21%) 증가하였다. 선행연구(Ham, 1981; Jeong & Lee, 2012)에서 동작시에 허리둘레와 엉덩이둘레는 동작에 의해 큰 차이가 발생하지 않으나 본 아바타의 측정은 길이 증가가 비교적 크게 발생하였다. 이는 치수계측에서 기본 설정선이 아바타의 위치를 그대로 반영하여 나타나는 것으로 보이나 실제 동작이 증가하는 부위는 기본여유의 설정이 요구됨으로 본 연구에서는 증가한 부분 만큼을 의복제작의 여유로 활용하였다. 길이항목에서는 앞허리에서 앞넙다리까지의 길이가 -10.64 cm(-37%)로 크게 줄어들었으며, 앞넙다리에서 앞무릎까지 +4.15 cm(+12.33%), 앞무릎에서 앞발목까지 +3.17 cm(+8.70%)로 증가하였다. 이는 Kirk과 Ibrahim (1966)의 무릎 굴곡시 슬개골을 중심으로 상하로 각각 6.35 cm 신전이 일어난다는 연구와 Rye와 Park(2006)의 남성 스노보드복 여유량 설정에 관한 연구에서 무릎을 90° 구부렸을 때 6.7 cm(33.5%) 증가한다는 연구와 유사한 연구결과이다. 뒤허리에서 뒤넙다리까지의 길이는

(Table 2) Circumference & length data while standing & motorcycling posture of avatar(unit: cm)

| Measurements | Measurement Item | Standing posture(a) | motorcycling posture(b) | Difference (a)-(b) | Percentage (a)-(b) (%) |
|---------------|--|---------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| Basic | Waist circumference | 81.80 | 82.79 | +0.99 | +1.21 |
| | Hip circumference | 94.49 | 99.79 | +5.3 | +5.61 |
| | Thigh circumference | 56.67 | 60.25 | +3.58 | +6.32 |
| | Knee circumference | 37.99 | 33.00 | -4.99 | -13.14 |
| | Calf circumference | 38.30 | 38.30 | 0.00 | 0.00 |
| | Ankle circumference | 22.90 | 22.94 | 0.04 | 0.17 |
| Surface | Length from side waist to side knee | 61.35 | 58.18 | -3.17 | -5.17 |
| | Length from front waist to front thigh | 28.75 | 18.11 | -10.64 | -37.00 |
| | Length from front thigh to front knee | 33.67 | 37.82 | +4.15 | +12.33 |
| | Length from front knee to front ankle | 36.45 | 39.62 | +3.17 | +8.70 |
| | Length from back waist to back thigh | 30.08 | 36.64 | +6.56 | +21.81 |
| | Length from back thigh to back knee | 31.96 | 33.14 | +1.18 | +3.69 |
| | Length from back knee to back ankle | 36.68 | 35.51 | -1.17 | -3.19 |
| | Crotch length | 71.61 | 66.32 | -5.29 | -7.39 |
| | outseam length | 96.60 | 92.50 | -4.10 | -4.24 |
| inseam length | 80.07 | 84.77 | +4.70 | +5.87 | |

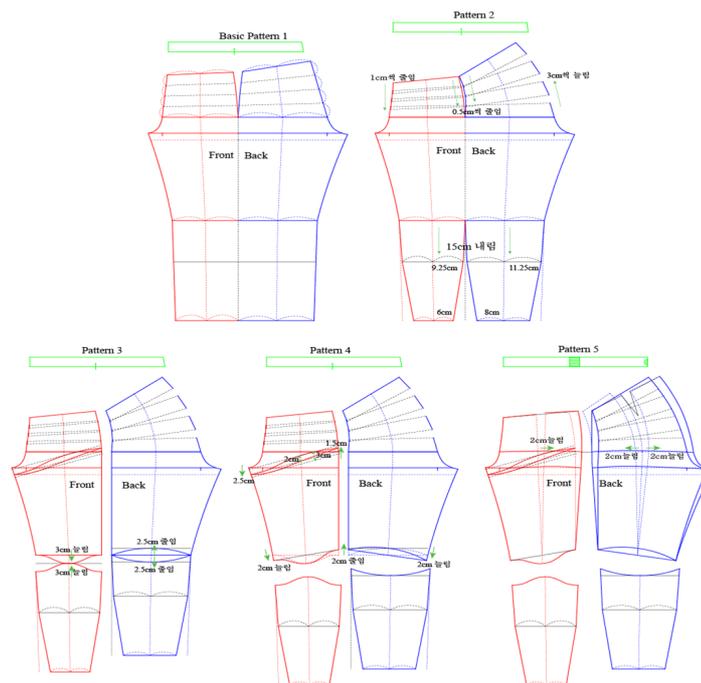
+6.65 cm 로 크게 증가하고, 뒤넙다리에서 뒤무릎까지의 길이는 +1.18 cm, 뒤무릎에서 뒤발목까지는 -1.17 cm로 변화하였다. 앉혀리선에서 넙다리둘레까지의 길이는 앞에서 크게 줄고, 뒤에서 크게 신장하는 것은 Ham(1981)의 연구와 같은 연구결과를 보여주고 있다. 즉, 동작으로 인하여 앉혀리에서 앞넙다리부위는 길이가 줄고, 뒤허리에서 뒤넙다리부위까지는 길이가 늘며, 앞무릎부위는 길이 증가가, 뒤무릎부위는 길이감소가 이루어짐을 알 수 있었다. 또한 안솔기길이는 +4.70 cm(+5.87%)증가하고, 바깥솔기길이는 반대로 -4.10 cm(-4.24%)감소하였는데, 이는 다리를 벌리고 앉은 자세임으로 안솔기는 늘어나고 바깥솔기는 줄어든 것으로 보인다. 바깥솔기의 길이감소는 허리에서 넙다리부위로 접혀지는 부위와 넙다리에서 종아리부위로 꺾여 접혀지는 부분에 의해 발생한 것으로 보인다. 실제 모터사이클팬츠의 경우 안솔기는 늘리고 바깥솔기는 줄여 패턴을 변형하는데 아바타의 동작으로 인해 이러한 인체변형이 반영되어 나타남을 알 수 있었다. 무릎부위의 둘레변화를 살펴보면, 정자세와 동작시에 -4.99 cm의 변화가 일어났다고 예측되었다. 선행연구(Ham, 1981)에 의하면 의자에 앉은 피험자의 무릎둘레(넙다리와 종아리가 90° 각도일 때) 증가율이 8.1%로 나타나 Clo 3D modelist 에 의한 아바타의 동작변형시 접히는 부위에 대

한 정보값에 오류가 있음을 알 수 있었다. 즉 인체의 경우 관절이 접히는 경우 체표변화가 유발되면서 둘레길이 증가가 유발되나 가상착의 프로그램의 경우 접히는 곳의 데이터는 데이터 손실이 발생하는 것으로 보인다. 이에 아바타의 동작시 접히는 특정부위에 대한 보다 면밀한 연구가 요구된다.

1. 동작을 반영한 기본패턴의 변형 및 모터사이클팬츠 패턴 제안

1) 한 장 기본팬츠를 이용한 동작을 고려한 패턴 수정 결과 및 고찰

20대 후반 한국 남성의 제6차 한국인 인체치수자료를 이용하여 개발된 기본팬츠(Pattern 1)는 다음의 방법으로 패턴 변형하였다. 먼저 [Figure 8]의 Pattern 2는 기본패턴에서 허리부위와 종아리부위의 패턴을 변형하였다. 앞중심에서 뒤중심까지 엉덩이부위 면적을 4등분하여, 앞중심선에서는 각각 1 cm씩 총 3 cm를 줄이고, 옆허리선에서는 각각 0.5 cm씩 총 1.5 cm 줄이고, 뒤중심선에 각각 3 cm 늘려 총 9 cm를 증가시켰다. 즉 앞중심선에서 3 cm의 길이감소를 피하고, 뒤중심선은 총 9 cm의 길이증가를 유



[Figure 8] Basic pattern 1 & developed pattern 2, 3, 4, 5 using obtained data from 3D avatar while standing & motorcycling posture

도하였다. 이는 모터사이클 자세가 허리를 앞으로 깊숙이 숙이는 자세임으로 앞중심부위의 면적 축소가 발생하고, 뒤중심부위가 크게 신장되는 모양을 패턴에 반영한 것이다.

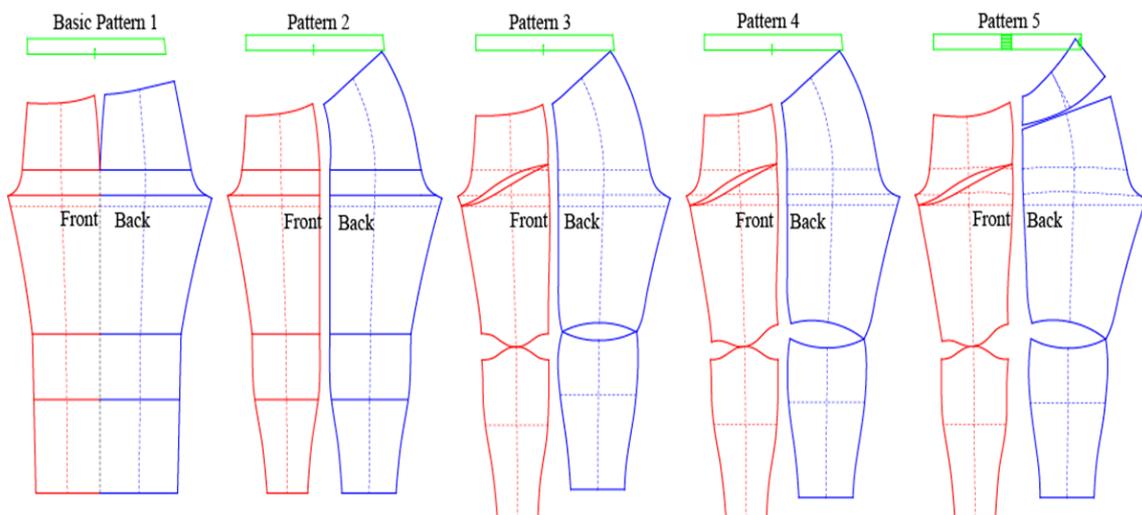
또한 모터사이클팬츠의 종아리 부위는 바람에 펄럭이는 현상을 없애고, 부츠 안에 바지부리가 들어가는 형태임으로, 종아리부위의 형태를 모방하여 패턴을 수정하였는데, 이를 위해 [Figure 8]의 Pattern 2와 같이 발목둘레를 28 cm로 하고 장판지둘레를 41 cm로 하였다. Pattern 3은 Pattern 2에서 모터사이클 동작에 의한 앞넙다리에서 앞발목까지의 길이 증가와 뒤넙다리에서 뒤발목까지의 길이감소를 고려하여 패턴을 변형한 것이다. 특히 앞엉덩이부위와 앞넙다리부위의 경계선이 형성되는 회음부에 절개선을 넣어 넙다리부위에 원단의 쌓임을 방지하였는데, 이러한 절개선은 패턴 응용에서 회음부에 고가의 신축성 소재의 활용을 용이하게 할 수 있도록 한다. 팬츠의 앞·뒤 길이증감은 앞무릎선에서 각각 3 cm씩 늘려주고, 뒤무릎에서는 각각 2.5 cm씩 길이를 줄여 무릎이 뒤로 젖혀지는 동작으로 변형하였다. Pattern 4는 <Table 2>의 inseam(+4.70 cm)과 outseam(-4.10 cm)의 길이변화를 반영하여 Pattern 3을 변형한 것으로, 안솔기에서는 +2 cm, 바깥솔기는 -2 cm 줄어들도록 패턴을 수정하였다. 즉 모터사이클자세는 넙다리의 방향이 바깥으로 향하게 벌어지면서, 바깥솔기의 길이는 축소되고 안솔기의 길이가 상대적으로 증가하는 모양임

로 이를 반영하여 패턴을 수정하였다. Pattern 5는 Pattern 4를 이용하여 패턴 변형한 것으로, 허리둘레(+0.99 cm), 엉덩이둘레(+5.30 cm), 넙다리둘레(+3.58 cm)의 증가를 반영하여 무릎중심에서 각각 패턴을 벌려 넙다리(+4.5 cm)와 엉덩이둘레(+5 cm), 허리둘레(+3 cm)의 증가를 유도한 것이다. 그 방법을 살펴보면, Pattern 5의 앞판에서는 패턴의 중심선을 엉덩이둘레선을 기준으로 2 cm 회전하여 벌려주었으며, 뒷판에서는 패턴의 중심선을 엉덩이둘레선을 기준으로 각각 2 cm씩 회전하여 엉덩이둘레에서 총 6 cm의 여유분 증가가 되도록 하였다. 특히 Pattern 5는 허리둘레에 3 cm의 여유분을 남기고 나머지 여유를 없애기 위해 뒤엉덩이부위에 요크선을 넣어 뒤요크를 만들었다.

2) 모터사이클 동작을 고려한 팬츠 Pattern 1, 2, 3, 4, 5의 최종 형태변화 고찰

패턴변형은 20대 후반의 제6차 한국인인체치수조사 자료를 이용하여 얻어진 아바타의 모터사이클 동작시와 정자세의 체표변화데이터를 이용하여 [Figure 9]와 같이 구성되었다. 각 패턴의 사이즈 변형과 면적변형은<Table 3>과 <Table 4>를 통해 볼 수 있다.

Pattern 1에서 Pattern 2, 3, 4, 5에 걸쳐 가장 크게 변화한 항목은 앞살길기와 뒤살길기, 앞허리에서 앞엉덩이둘레선까지의 길이로 <Table 3>을 통해 쉽게 볼 수 있다. Pattern 1에서 앞살길기는 22.81 cm였는데, Pattern 5에서는 20.31 cm로 2.5 cm 감소하고, 뒤살길기는 30.40 cm에



[Figure 9] Developed pattern-1-5

서 39.13 cm로 약 9 cm 증가하였다. Pattern 1에서 Pattern 5 사이의 둘레 증가를 살펴보면, 허리둘레는 약 3cm의 증가가, 엉덩이둘레는 약 5 cm의 증가가, 넙다리 둘레는 약 4.5 cm의 증가가 이루어졌다. 각 패턴의 면적 변화는 <Table 4>에서 볼 수 있는데, Pattern 1과 Pattern 5가 총 면적에서는 차이가 발생하지 않음을 알 수 있다. Pattern 1의 총 면적은 4297.26 cm² 이고, Pattern 5는 4248.13 cm²로 면적 자체는 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

각 패턴의 부위별, 패턴별 면적변화를 살펴보면, Pattern 1은 무릎아래의 종아리부위 패턴(710.77 cm²:16.54%, 856.57 cm²:19.93%)이 다른 모든 패턴에 비해 면적이 컸으며, Pattern 5는 뒤엉덩이부위(592.53

cm² :13.95%) 다른 모든 패턴의 면적비율보다 컸으며, 앞넙다리(908.16 cm²: 21.38%)와 뒤넙다리(1103.55 cm²: 25.98%)의 비율도 가장 컸다.

3. 모터사이클팬츠 개발을 위한 패턴의(Pattern 1-5) 3D가상착의 고찰

기본팬츠에서부터 인체의 동작을 반영하여 패턴을 4단계로 변형하여 가상착의한 것이 [Figure 9]이다. 원단상태에서의 착의와 원단을 투명으로 하고 각 패턴의 기준선을 내부선으로 활성화하여 가상착의한 모습도 같이 고찰하였는데, 각 패턴의 변형에 따라 기본선의 위치변화를 고찰할 수 있었다. 먼저 가상착의 시 아바타에 의복을 입히면,

<Table 3> Length & circumference data of each part of Pattern 1-5 (unit: cm)

| Measurement items | B-Pattern1 | Pattern 2 | Pattern 3 | Pattern 4 | Pattern 5 |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Front rise | 22.81 | 20.30 | 20.28 | 20.28 | 20.31 |
| Back rise | 30.40 | 39.28 | 39.29 | 39.29 | 39.13 |
| Length from front waist to front hip | 15.40 | 12.81 | 12.81 | 12.81 | 11.79 |
| Length from front hip to front knee | 37.63 | 37.63 | 38.59 | 38.57 | 38.75 |
| Length from front knee to front ankle | 36.45 | 36.45 | 39.45 | 39.45 | 39.45 |
| length from front waist to front ankle | 89.48 | 86.90 | 90.86 | 90.84 | 90.00 |
| Length from back waist to back hip | 18.57 | 22.33 | 22.33 | 22.33 | 21.27 |
| Length from back hip to back knee | 37.62 | 37.62 | 35.12 | 35.12 | 35.54 |
| Length from back knee to back ankle | 36.45 | 36.45 | 34.20 | 34.30 | 34.30 |
| length from back waist to back ankle | 92.65 | 96.41 | 91.66 | 91.75 | 91.12 |
| Waist circumference | 40.84 | 41.02 | 41.04 | 41.04 | 43.77 |
| Hip circumference | 50.06 | 50.06 | 49.67 | 49.82 | 55.15 |
| Thigh circumference | 58.99 | 58.99 | 58.56 | 58.56 | 63.58 |
| Knee circumference | 44.00 | 44.00 | 43.53 | 43.61 | 43.80 |
| Calf circumference | 43.17 | 41.00 | 40.77 | 40.77 | 41.00 |
| Ankle circumference | 42.00 | 28.00 | 27.97 | 28.00 | 28.00 |

<Table 4> Area of each part of Pattern 1-5 (unit: cm²)

| Area of each parts | Pattern1 | area (%) | Pattern 2 | area (%) | Pattern 3 | area (%) | Pattern 4 | area (%) | Pattern 5 | area (%) |
|---------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Area of front hip | 339.74 | 7.91 | 287.01 | 6.94 | 280.14 | 6.90 | 280.82 | 6.91 | 300.73 | 7.08 |
| Area of back hip | 448.63 | 10.44 | 533.65 | 12.90 | 540.97 | 13.33 | 540.33 | 13.30 | 592.53 | 13.95 |
| Area of front thigh | 878.45 | 20.44 | 878.47 | 21.23 | 867.03 | 21.36 | 859.19 | 21.15 | 908.16 | 21.38 |
| Area of back thigh | 1063.10 | 24.74 | 1063.20 | 25.70 | 1019.81 | 25.12 | 1024.35 | 25.22 | 1103.55 | 25.98 |
| Area of front calf | 710.77 | 16.54 | 614.68 | 14.86 | 636.26 | 15.67 | 640.14 | 15.76 | 634.19 | 14.93 |
| Area of back calf | 856.57 | 19.93 | 760.47 | 18.38 | 715.58 | 17.63 | 717.49 | 17.66 | 708.98 | 16.69 |
| Total area | 4297.26 | 100.00 | 4137.47 | 100.00 | 4059.79 | 100.00 | 4062.33 | 100.00 | 4248.13 | 100.00 |

아바타와 의복간의 기본공간이 프로그램상 3mm 공간이 형성되도록 구성됨으로, 이를 아바타에 인체착의와 같이 밀착시키기 위해선 팬츠 착의 후 아바타의 설정을 바꾸어야 한다(아바타 상에서 마우스 오른쪽을 클릭하여 avatar properties를 클릭하여 avatar properties상에서 skin offset의 값을 value 0로 변형시킨다). 이러한 과정을 통해 의복이 가상 아바타에 자연스럽게 안착되나 원단의 particle distance가 크게 설정된 경우(프로그램 기본값 20) 원단이 가상인체를 파고 들어가게 된다. 이에 원단의 물성 중 particle distance값을 20이하로 설정하여 문제를 해결하였다(propoty editer→thickness simulation(value1)→artcle

distance(value: user 20)에 변화시킨다). 이러한 과정을 거쳐야 가상착의의 자연스런 상태를 유지하여 자연스럽게 의복의 맞춤새 정도를 고찰할 수 있다. 각 패턴의 기본선은 패턴에서 create trace inner pattern을 지정한 것인데, 패턴을 제도할 때 사용한 기본선을 .dxf 파일로 보낼 때 미리 패턴 안에 필히 저장하여 보내어 Clo 3D프로그램상에서 기본선으로 사용하도록 하였다. 기본선을 inner pattern으로 설정하여 패턴을 지정하면, 선이 자연스럽게 활성화되어 패턴선의 위치가 아바타의 어느 위치에 놓여지는지를 알 수 있어, 패턴의 길이분할 정도를 비교적 자세히 확인할 수 있다. 또한 팬츠의 경우 바지길이, 바깥술

| Posture | Standing posture | | Motorcycling posture | |
|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | Normal texture | Transparent texture | Normal texture | Transparent texture |
| Analysis type | | | | |
| Basic Pattern 1 | | | | |
| Pattern 2 | | | | |
| Pattern 3 | | | | |
| Pattern 4 | | | | |
| Pattern 5 | | | | |

[Figure 10] 3D virtual simulation of Pattern 1-5

기의 위치, 안술기의 위치, 허리선의 높임, 엉덩이둘레선, 넓다리둘레선, 무릎선 등의 높임을 비교적 세밀히 관찰할 수 있어 패턴을 개발하는데 있어 매우 효과적인 프로그램임을 알 수 있다.

먼저 정자세의 패턴 변화에 따른 가상착의의 변화를 살펴보면, [Figure 10]과 같은데, 허리밴드의 앞중심은 Pattern 1에서 Pattern 5에 이르러 점점 그 길이가 짧아져 허리밴드위치가 배꼽위치에서 점점 낮아지고 있음을 알 수 있다. 이와는 반대로 허리밴드의 뒤중심은 Pattern 1에서 Pattern 5에 이르러 점점 그 길이가 길어지고 있음을 알 수 있다. Pattern 1의 종아리를 줄여 Pattern 2의 종아리부위는 피트성이 커졌으며, 앞무릎둘레위치는 Pattern 3, 4, 5에서 길어졌으나, 뒤무릎둘레위치가 짧아져 인체의 동작을 반영한 무릎형태변화를 보이고 있다. 또한 Pattern 4에서 인심과 아웃심의 길이를 반영하여 인심의 길이를 총 2 cm 증가하고, 아웃심의 길이를 총 2 cm 줄여 앞무릎둘레선이 바깥쪽으로 회전하였음을 알 수 있다. 이렇게 변형된 패턴은 동작시에 다음과 같은 특징을 보였다. 무릎길이 증가가 없었던 팬츠 Pattern 1, 2는 무릎부위에서 당기는 모습이 관찰되고, 상대적으로 Pattern 3, 4, 5는 무릎부위의 당김이 줄어든 것을 알 수 있다. 또한 뒤무릎부위를 낀지 않은 Pattern 1, 2는 뒤무릎부위에 쌓임이 발생하고, Pattern 3, 4, 5는 무릎 쌓임이 작아졌다. 또한 엉덩이둘레에 총 6 cm의 여유를 준 Pattern 5의 경우 엉덩이둘레부위 및 넓다리둘레부위에 자연스런 여유가 형성되었음을 알 수 있다. 즉, Pattern 1에서 각 단계를 거쳐 형성된 패턴은 동작을 반영하여 구성되었으며, 그 특징을 요약하면 다음과 같다. 즉, 모터사이클팬츠는 모터사이클 동작을 반영하여 무릎부위가 돌출되고, 회음부에 절개선이 형성되며, 뒤안술기의 각도가 크게 옆술기쪽으로 돌출되고, 뒤무릎부위의 패턴 깎임이 형성되었다. 또한 넓다리둘레가 인체의 다리를 잘 감싸면서도 기능성이 있도록 앞뒤 살너비는 비교적 작게 형성하였으며, 종아리 부위의 맞음새를 위하여 종아리의 모양을 본떠 패턴이 형성되고 바지부리의 펄럭임을 방지하기 위하여 바지부리가 좁게 형성되었다. 이러한 형태변화는 가상착의의 강점인 원단을 투명하게 설정하고, 기본선을 활성화하여 동작에 따라 패턴의 기본선의 움직임을 생동감 있게 확인할 수 있어, 인체요소, 패턴요소, 동작요소를 모두 고려하며 패턴개발을 수행할 수 있었다. 즉, 특수 기능복 개발에 있어 3차원 시뮬레이션 프로그램의 장점을 크게 활용할 수 있었다.

3D가상착의를 통해 개발된 모터사이클팬츠는 정면, 후

면을 고찰하여 각 부위의 맞음을 시각적으로 쉽게 확인하였다. 특히 힙길이, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 밑위길이, 팬츠길이 등은 시각적으로 쉽게 확인 가능하였으며, 기본선을 활성화하여 각 선의 위치가 어느 곳에 위치하는 지를 쉽게 인지하여 패턴의 피트성을 확인하였다. 기준선의 위치이동이나 길이조절이 바로 착의상의 핏(fit) 변화와 연동되어 비교적 쉽게 패턴수정의 진행에 따른 피트성의 변화를 인지할 수 있었다.

4. 3D 가상착의를 통한 응력 및 스트레인 맵(strain map) 고찰

아바타 가상착의와 정자세와 동작시의 응력 및 원단의 스트레인 맵 기능은 초기 의복개발 시에 다수의 피험자군에 의한 응력 및 의복변형 등을 대체하여 의복의 피트성을 간접적으로 예측할 수 있는 장점이 있다. 정자세와 동작시의 Pattern 1, 2, 3, 4, 5의 스트레스(응력)와 스트레인 맵(변형율)은 [Figure 11]과 같다. 먼저 응력은 인체와 의복이 착용되어 의복이 인체를 압박하는 정도로서, 본 프로그램은 이를 색상으로 표현하고 있다. 예를 들어 연초록색은 응력의 KPa 값이 0에 가까우며, 붉은색은 높은 응력을 보여준다. 이에 응력의 변화를 패턴별로 살펴보면, 정자세에서 Pattern 1은 허리밴드를 제외하고 의복이 인체를 압박하지 않음을 알 수 있고, Pattern 2, 3, 4, 5의 경우 살부위와 장딴지부위에서 약간의 압박이 발생하고 있음을 알 수 있다.

동작시에는 이와는 반대로 Pattern 1에서 살부위와 넓다리 안쪽, 무릎부위, 뒤엉덩이부위에서 응력이 크게 발생하고 있음을 알 수 있고, Pattern 2, 3, 4, 5에서 넓다리와 무릎부위, 엉덩이부위의 응력이 점차로 사라져 감을 알 수 있다. 즉 동작을 고려한 팬츠 패턴의 변형을 통해 정자세에서는 패턴간 차이가 큰 변별력을 보이지 않으나 동작을 통해 각 부위의 피트성이 증대되어 응력 발생이 축소되고 있음을 알 수 있다. 또한 원단의 자체 변형이 어느 정도 발생하는가를 보여주는 스트레인 맵에서도 정자세에서는 팬츠의 변형에 의해 원단의 변형이 좀더 유발되고 있음을 알 수 있었으나, 동작에 있어 원단의 변형이 현저하게 줄어들고 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 본 패턴의 변형이 동작을 고려하여 응력과 의복원단의 스트레인을 감소시키는 방향으로 개발되었음을 확인 할 수 있었다.

| Posture Analysis type | Standing posture | | Motorcycling posture | |
|-----------------------------|-------------------|------------|----------------------|------------|
| | Clothing pressure | Strain map | Clothing pressure | Strain map |
| Pattern 1 | | | | |
| Pattern 2 | | | | |
| Pattern 3 | | | | |
| Pattern 4 | | | | |
| Pattern 5 | | | | |

[Figure 11] Clothing pressure and strain map of Pattern 1-5 in 3D virtual simulation

본 연구를 통해 패턴 개발에 있어 가장 중요한 요인은 패턴 자체의 면적이 아닌 인체의 동작을 고려한 면적 분포와 분할이 가장 중요한 요인임을 알 수 있었다. 또한 가상착의를 통해 살펴본 바와 같이 인체와 의복간의 응력과 원단의 독자적인 스트레스를 줄여가는 방향으로 연구되어야 함을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 모터사이클팬츠의 동작특성을 고려하여

모터사이클팬츠 설계를 체계적으로 제안하고, 제안된 패턴을 3D 가상착의를 통해 평가하였다. 이를 위하여 패턴 설계에 들어가기 앞서 3D 가상착의를 위한 아바타 생성 및 아바타 컨트롤 방법을 제안하고 생성된 아바타의 정자세와 동작시의 사이즈 측정방법을 연구하였다. 패턴설계는 동작변화에 의한 체표면데이터를 이용하여 기본패턴에서 단계별 패턴설계를 이루었으며, 개발된 팬츠 패턴은 동작시의 가상착의에 의한 맞춤성과 응력 변화를 고찰하여 최종 모터사이클팬츠 패턴개발을 제안하였다.

1. 아바타를 형성하기 위하여 넣은 기본 사이즈는 실제 구성된 아바타 체표면의 길이와 비교하였을 때 부위에 따

라 증가하기도 감소하기도 하였다. 이에 한국인의 인체데이터와 유사한 아바타를 구성하기 위한 세부 데이터 처리 방법을 제안하였다. 본 연구를 통해 Clo 3D Modelist 프로그램의 아바타 생성에서는 아바타의 사이즈 입력에 있어 신장과 둘레, 높이항목, 둘레항목, 길이항목 순으로 입력하여야 데이터를 일관성 있게 컨트롤 할 수 있음을 알 수 있었다. 즉, 20대 후반의 한국인 인체평균데이터를 입력하였을 때 형성되는 바디는 허리둘레, 가슴둘레, 엉덩이둘레가 작아지고 목둘레와 넓다리둘레는 증가하는 모습을 보였다. 이에 A-B의 차에 의해 형성된 C데이터를 사이즈 보정하여 D데이터를 아바타 에디터에 입력하여 제6차 한국인 인체치수와 비교적 유사하게 구성되는 아바타(E)를 구성하였다.

2. 20대 후반의 한국 남성 평균데이터와 유사한 아바타의 동작변화를 통해 모터사이클팬츠 개발을 위한 각 신체 부위의 사이즈를 추출하였다. 둘레항목은 아바타의 체표치수계측에서 베이직(basic)을 활용하여 사이즈 측정을 하였으나, 길이항목은 표면(surface)측정을 통한 사이즈 측정을 하였다. 길이방향의 경우 계측선이 직선으로 떨어지는 성향을 보여, 즉 인체의 표면과 다르게 측정되어 인체의 동작이 심한 경우의 길이방향은 필히 표면측정을 활용하여 참고 자료를 얻어야 함을 알 수 있었다. 아바타의 동작으로 인하여 앞허리에서 앞넓다리부위는 길이가 줄고, 뒤허리에서 뒤넓다리부위까지는 길이가 늘며, 앞무릎부위는 길이증가가, 뒤무릎부위는 길이감소가 이루어짐을 알 수 있었다. 이에 동작에 따른 변형 데이터를 추출하여 패턴의 길이방향, 둘레방향의 패턴변화를 수행할 수 있는 기초 데이터를 추출하였다.

3. 3D 가상착의를 통해 개발된 모터사이클팬츠는 정면, 후면을 고찰하여 각 부위의 피트성을 시각적으로 쉽게 확인하였다. 특히 힙길이, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 밑위길이, 팬츠길이 등은 시각적으로 쉽게 확인 가능하였으며, 기본선을 활성화하여 각 선의 위치가 어느 곳에 위치하는 지를 쉽게 인지하여 패턴의 피트성을 확인하였다. 기준선의 위치이동이나 길이조절이 바로 착의상의 핏(fit) 변화와 연동되어 비교적 쉽게 패턴수정의 진행에 따른 피트성의 변화를 인지할 수 있었다. 응력은 동작을 고려한 팬츠 패턴의 변형을 통해 정자세에서는 크게 그 변별력이 보이지 않으나 동작시에는 각 부위의 피트성이 증대되어 응력 발생이 크게 축소되고 있음을 알 수 있었

다. 또한 원단의 자체 변형이 어느 정도 발생하는가를 보여주는 스트레인 맵에서도 정자세에서는 팬츠의 변형에 의해 원단의 변형이 좀더 유발되고 있음을 알 수 있었으나, 동작에 있어 원단의 변형이 현저하게 줄어들고 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 본 패턴의 변형이 동작을 고려하여 응력과 의복원단의 스트레인을 감소시키는 방향으로 개발되었음을 확인 할 수 있었다.

본 연구를 통해 기능성 패턴의 개발에 있어 가장 중요한 요인은 패턴 자체의 면적이 아닌 동작을 고려한 패턴 분할과 패턴 면적 분포였다. 또한 가상착의를 통해 살펴본 바와 같이 기능성 의복 패턴은 아바타와 의복간의 응력 및 스트레인을 감소하는 방향으로 패턴을 개발하여야 함을 알 수 있었다.

연구의 제안으로 본 연구는 3D 가상착의를 통해 모터사이클팬츠의 설계방법을 제안하였으나 추후 모터사이클팬츠의 제작을 통한 착의평가 및 응력과 같은 객관적 착의평가도 수반되어야 할 것이다. 모터사이클팬츠는 의복 자체가 인체의 보호 장구(protective gear)의 역할을 함으로 원단특성, 봉제특성, 평가특성 등을 모두 만족할 팬츠 제작 및 평가방법이 제안되어야 할 것이다. 특히 모터사이클 의복은 봉제방법에 따라, 기능성 원단의 적절한 사용에 따라, 보호대의 크기, 모양, 적정 위치에 따라 의복의 기능이 크게 달라짐으로 최적의 패턴개발 및 적정 위치의 특수 봉제를 제안하는 후속 연구가 요구된다 하겠다. 후속 연구로는 모터사이클팬츠의 제작에 의한 착용평가를 수행하고자 한다.

주제어: 3D 아바타, 3D 가상착의, 모터사이클링 자세, 모터사이클링 팬츠, 응력

REFERENCE

- Cha, S.J. & Kang Y.K.(2013). Comparison of basic bodice block for adults women by 3D simulation-focus of the DC suite program-. *Journal of fashion business*, 17(2), 63-81.
- Choi, M.S.(2004). An exploratory research on pattern development of bicycle apparel for cyclists. *Journal*

- of the Korean Society of clothing and Textiles, 28(5), 637-647.
- Do, W.H.(2008). Analysis of body surface change from 3D scan data of men's upper bodied in twenties-focus on application of motorcycle jacket pattern-. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 32(4), 530-541.
- Ham,O. S. (1981). An ergonomic study on the function of slacks-on the expansion and contraction of the skin surface of the lower body-. *Journal of the Korean home economics association*, 19(2), 151-163.
- Han, S. A., Nam, Y.J., Yoon, H., Lee, S.H., & Kim, H.J.(2012). Development of sleeve patterns of structural firefighting protective clothing using by 3D body shape and 3D motion analysis. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 14(1), 109-121.
- Hwang, S.H. & Kim, Y.S.(2003). Research on the favorite design of motorcycle suits. *Journal of the korea fashion & costume design association*, 5(1), 73-83.
- Jeong, Y.H.(2014). 3D virtual clothing menswear pattern design II, ybook.
- Jeong, Y.H.(2006). 2D pattern development of tight-fitting bodysuit from 3D body scan data for comfortable pressure sensation. *Korean Journal of Human Ecology*, 15(3), 481-490.
- Jeong, Y.H. & Lee, Y.J.(2012). 2D pattern development of body surface from 3D human scan data using standing and cycling posture. *Korean journal of human ecology*, 21(5), 975-988.
- Kim, M.K. & Kim, H.K.(1992). A study on the upper part of the body form variation according to arm movements for male by plater gypsum experiments. *Journal of the Korean home economics association*, 30(3), 63-77.
- Kim, H.A., Ryu, H.S., Lee, J.H., & Nam, Y.J.(2011). A study on the comparing visual images between the real garment and the 3D garment simulation of flare skirts. *Korean journal of the science of emotion & sensibility*, 14(3), 385-394.
- Kim, J.R., Joung, S.T., & Jung, S.T.(2007). A study on 2D pattern design module and 3D clothing simulation system based on octree space subdivision method. *Journal of korea multimedia society*, 10(4), 527-536.
- Kim, S.Y., Hong, K.H.(2009). Comparison of the editing method of missing area in 3D scanned image of men's crotch. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 33(3), 401-409.
- Kim, S.Y. & Hong, K.H.(2012). Engineering design process of tight-fit sportswear using 3D information of dermatomes and skin deformation in dynamic posture. *Korean journal of human ecology*, 21(3), 551-565.
- Kim, Y.H., Kim, Y.S.(2003). Considerable differences of body surface area in the preparation of bicycle wear. *The research journal of the costume culture*, 11(3), 375-386.
- Kim, Y.S., Yin, S., & Song, H.K.(2014). A comparison of fit and appearance between real pants with 3D virtual pants. *Fashion & textile research journal*, 16(6), 961-970.
- Kim, Y.S., Yin, S.Y., & Song, H.K.(2014). A comparison of fit and appearance between real torso length sloper with 3D virtual torso length sloper. *The research journal of the costume culture*, 22(6), 911-929.
- Kirk, W. & Ibrahim, S.M.(1966). Fundamental relationship of fabric extensibility to anthropometric requirements and garment performance. *Textile research journal*, 36, 37-47.
- Lee, J. R. & Ashdoon, S. P.(2005). Upper body surface change analysis using 3-D body scanner. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 29(12), 1595-1607.
- Lee, J..S. & Lee J.G.(2013). Comparison on the pants fitting for obese women between 3D virtual garment and

- real garment. *Journal of fashion business*, 17(2), 33-45.
- Lee, M.J. & Sohn HS.(2012). A comparative analysis of the different between Clo 3D avatar sizing and actual body measurement shapes. *Journal of fashion business*, 16(4), 137-151.
- Lee, Y. J. & Lee, B. C.(2012). A study on based on the possibility of quantitative analysis using virtual clothing simulation according to raglan sleeve pattern types. *Korean journal of human ecology*, 21(2), 299-314.
- Lim, J. Y.(2013). Development of torso pattern for underweight female in their 20s-30s-using Clo 3D program-. *Fashion & textiles research journal*, 15(6), 963-970.
- Lim, J. Y.(2011). A Development of slacks patterns for the abdomen-obese middle aged maled from a virtual garment simulation. *The research journal of the costume culture*, 19(5), 1009-1018.
- Park, G.A.(2013). The computerized 3-D clothing simulation for the evaluation of men's working pants. *Journal of the Korean society of costume*, 63(8), 27-42.
- RYU, S.A., Part, K.S.(2006). Appropriate ease of men's snow-board lower wear, *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 30(4), 582-594.
- Sohn, B.H., Hong, K.H.(2009). A study of the variations by motion of the lower body using 3D body surface scan data of a man in his early twenties. *Korean Journal of Human Ecology*, 18(3), 729-740.
- Woods, R.I.(1996). Specification of motorcyclists' protective clothing designed to reduce road surface impact injuries. *Performance of protective clothing: fifth volume ASTM STP 1237*, James S. Johnson and S. Z. Mansdorf, Eds., American society for testing and material, Philadelphia, pp3-22.

Received 6 February 2016;
1st Revised 23 March 2016;
Accepted 6 April 2016