

3차원 인체 형상과 가상착의

남윤자 · 이주현

서울대학교 생활과학대학 의류학과

3D Body Scan Data and Virtual Garment Simulation

Yunja Nam · Joohyun Lee

Dept. of Clothing & Textiles, College of Ecology, Seoul National University

1. 서론

다니엘 핑크(Daniel Pink)는 '새로운 시대가 온다(2006)'에서 미래에는 좌뇌중심적인 사회가 아닌 우뇌중심적인 사회가 올 것이라고 하였다. 좌뇌가 처리하는 일들을 점점 컴퓨터가 대신하게 된다는 것이다. 현재에도 많은 분야에서 컴퓨터가 인간의 작업을 대신하고 있고, 미래에는 더욱더 많은 작업들이 컴퓨터로 대체될 것이다. 이러한 흐름에 발맞추어 의류 산업에서도 CAD/CAM 시스템이 도입되어 제조과정상에서 인간의 손으로 수행되던 많은 작업들이 컴퓨터로 자동화되었다. Textile design과 Pattern 작업에 관련된 Apparel CAD가 성공적으로 사용되고 있으며, 이러한 기술을 바탕으로 최근 3차원 스캐너의 상용화, 3차원 형상 복원 기술, 3차원 가상착의 시뮬레이션 등이 개발되고, 이들 기술이 웹기반 응용 기술이나 정보통신 기술 등에 접목되면서 본격적으로 패션산업이 디지털화되고 있는 추세이다.

현재 패션에 적용된 디지털 기술의 중심에는 3차원 스캐너가 있다. 3차원 인체 스캐너를 통해 인체 형상을 획득하고, 그 활용 기술을 통해 의복 생산의 자동화에 기여하고 있다. 또한 이 기술은 컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics), 컴퓨터 기하학(Computer Geometry), 수치 제어(Numerical Control) 등의 공학적 기술과 함께 접목되어 3차원 패턴 CAD, 3차원 가상착의 시뮬레이션 등의 형태로 발전하고 있다. 이러한 3차원 인체 정보의 활용 기술과 그것을 표현해 주는 공학적 기술이 새로운 분야로서 기반을 구축하

기 위해서는 여러가지 시스템의 통합이 필수적이다. 또한 이 기술이 매스 커스터마이제이션(mass customization)과 적절하게 융합될 수 있도록 생산 공정 기획, 데이터 베이스화 등이 하나의 시스템으로 통합되어야 할 것이다.

패션이 첨단화되고 있는 시점에서 가장 기본이 되는 3차원 인체 형상의 활용에 관련된 연구가 활발히 진행되고 있고, 특히 서로 다른 3차원 인체 형상을 모핑 기법을 통해 형태를 합성하여 각 체형별 대표 형상을 표현하는 기술과 3차원 인체 형상을 2차원화하여 의복의 패턴(pattern)을 생성하는 연구가 대표적이다. 또한 이러한 기술을 기반으로 3차원 가상착의 기술이 의류패션분야에 등장함으로써 그 활용영역이 넓어지고 있다. 이러한 기술들이 패션산업의 새로운 시스템에 효과적으로 적용된다면 패션산업의 최첨단화, 자동화 등이 가능할 것이다. 또한 3차원 인체 형상 정보의 활용을 통해 의류패션 분야 뿐만 아니라 인간 공학적 산업디자인 등 기타 분야에도 확대 적용 될 수 있을 것이다. 이에 본고에서는 의류패션 분야에서 3차원 인체 형상 정보를 얻고 그것을 활용하는 전반적인 내용에 대해 살펴보고자 한다.

2. 3차원 인체 형상을 이용한 가상모델 생성

2-1. 3차원 스캐너를 이용한 인체 측정

3차원 스캐너의 발전으로 3차원 인체 형상 데이터를 보다 쉽게 얻을 수 있게 되었다. 이와 함께 3차원 데이터를

에디팅하고 자동 측정하는 소프트웨어들의 개발은 정확한 인체 측정을 가능하게 하였을 뿐만 아니라 인체의 역설계(Reverse Engineering)를 가능하게 하였다. 역설계(Reverse Engineering)란 실제 형상을 복제하여 컴퓨터 모델로 복원시키는 것을 말하며, 전통적으로 항공기 및 자동차 제작과정에서 많이 사용되어 왔다. 즉, 3차원 스캐너를 이용한 인체의 역설계란 데이터로부터 파라메트릭 CAD 모델을 만들어내는 과정이라 할 수 있겠다.

인체 측정을 위한 3차원 스캐너는 크게 접촉식과 비접촉식으로 나뉘는데, 최근에 많이 사용하는 것으로는 인체에 접촉 없이 광학적 특성을 이용하여 빠른 시간 내에 인체의 3차원 정보를 얻을 수 있는 비접촉식 스캐너를 많이 사용한다. 이러한 비접촉식 3차원 스캐너는 laser 측정방식과 White Light 투사방식으로 나눌 수 있으며, 두 방식 모두 기본원리는 광선을 투사하는 거리와 투사각도를 이용한 광삼각방식(optical triangulation)에 의하여 3차원 좌표를 구하는 것이다. [그림 1]은 White Light 투사방식 3차원 스캐너의 원리를 보여주는 그림이다.

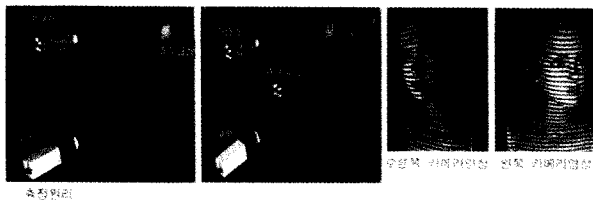


그림 1. White Light 투사방식 3차원 스캐너의 원리

이러한 3차원 스캐너를 이용한 인체측정에는 주요 선진국을 중심으로 시작한 Size UK, Size USA, Size Japan, Size Korea 등 대규모 인체측정 사업이 있었다. 각국에서는 인체측정 사업을 통해 얻어진 3차원 인체 형상 데이터를 분석하고 각종 산업에 유용하게 활용하기 위한 기반을 마련에 총력을 기울이고 있다. 특히 전자상거래의 활성화 및 생산방식의 변화에 따라 인간공학적 요소를 포함하고 있는 대부분의 산업에서 3차원 인체 형상 데이터를 요구하므로 3차원 스캐너의 활용범위는 더욱 확대될 것이라 전망된다. 더욱이 의류패션 분야에서 상품의 설계, 생산, 주문, 판매, 유통, 고객관리에 이르는 전 과정을 온라인 상에서 가능하도록 가상공간상의 안정적이고 혁신적인 기반을 구축하기 위한 연구에 전세계적인 관심이 집중되어 있다.

세계 의류산업의 새로운 생산방식은 대량 맞춤(mass customization)과 개별맞춤(mede-to-measure)으로 대표

된다. 대량맞춤방식과 개별맞춤 방식은 고객이 언제 어디서 원하는 상품을 on-line 매장에서 입어보고 자신에게 잘 맞고 어울리는가를 판단하여 주문하는 방식을 지향하고 있으며, 따라서 3차원 인체 형상 정보는 on-line 매장에서부터 CAD/CAM의 제품생산공정에 이르기까지 거의 모든 과정에서 필요로 하게 되었다. 이러한 필요성에 따라 주요 선진국에서 3차원 전신 스캐너, apparel CAD, 생산 소프트웨어 및 가상 모델 생성 기술을 통합하기 위한 표준화작업이 진행되고 있으며 서로 다른 모듈간의 호환이 가능한 통합 솔루션을 개발하고 있다. 따라서 3차원 인체 형상은 의류산업의 새로운 생산방식에 대비할 수 있는 기초 데이터라고 할 수 있겠다.

3차원 인체 형상을 활용하는 과정에서 역설계 기술이 중요한 위치를 차지하고 있다. 3차원 스캔된 인체 형상을 컴퓨터에서 사용이 용이한 모델로 변환시키는 역설계 기술로 인해 대표체형 바디 및 파라메트릭 바디의 생성과 이를 활용한 패턴의 생성기술 등이 가능하며, 이는 미래형 통합 솔루션의 개발을 가속화시키고 있다. 현재 인체 모델 생성을 위해 많이 이용되고 있는 소프트웨어 중 가장 대표적인 것은 INUS Technology사에서 개발한 ‘Rapid Form’으로 항공기, 자동차 등의 제작, 건축, 각종 형상 복원 작업 등에 사용되어 왔고 최근 체형연구 분야에서 3차원 스캐너를 사용한 이후로 인체 모델 생성 및 에디팅을 위해 많이 사용되고 있다. 3차원 스캐너의 활용이 확대됨에 따라 그 데이터를 처리할 수 있고 다른 기기들과 호환될 수 있는 소프트웨어의 개발이 많이 이루어지기를 기대한다.

2-2. 가상 모델

컴퓨터상에서 ‘나’를 대변하는 형상은 현재 다양한 명칭을 가지고 있다. 몇몇 커뮤니티 사이트에서는 가상 아바타나 가상 캐릭터 혹은 미니미(Mini-me)등으로 부르기도 하며, 의류 쇼핑물에서는 가상 바디, 가상 모델, 혹은 파라메트릭 바디(Parametric body)등이라고 하기도 한다. 이 모두를 통칭하여 ‘가상 모델’이라 하고, 이 가상모델을 생성 방법에 따라 스캔 데이터를 이용하는 경우, 스캔 데이터의 DB를 이용하는 경우, 그리고 형태의 특성이나 분위기를 이용하는 경우의 3가지로 분류하여 설명하고자 한다.

1) 스캔 데이터를 이용하는 경우

3차원 스캔을 통해 실제 인체의 형태 그대로를 컴퓨터상에서 재현할 수 있다. 최초로 얻어진 스캔 데이터는 확장

자명이 iv인 binary 타입으로 사실적인 인체 형태를 그대로 반영하지만 스캔시 노이즈가 동반되기도 하고 겨드랑이나 살 부위와 같은 가려지는 부위에 구멍이 생기는 경우가 있으므로 약간의 에디팅이 필요하다. 이 에디팅 작업은 주로 구멍을 메우고, 매끄럽지 못한 표면을 부드럽게 정리하는 작업이다. 따라서 체형 연구나 의류 착의 실험에 인체 데이터를 활용하기 위해서는 최초로 얻어진 스캔 데이터에 최소한의 에디팅 작업해주어야 한다. 이는 컴퓨터상에 존재하는 실제 나의 체형과 가장 유사한 스캔드 마이셀프(scanned myself)로 3차원 인체 형상 이용시 가장 기본이 되는 데이터의 형태라 할 수 있겠다. 즉, 실제 현실속에 존재하는 '나'를 액추얼 마이셀프(actual myself)라 한다면 그것이 스캔된 상태로 컴퓨터에 존재하는 '나'를 스캔드 마이셀프(scanned myself)라 할 수 있다.

가상모델은 나와 가장 유사한 체형을 나타내기 위한 것이며, 주로 온라인상의 의류 판매쇼핑몰을 위한 가상착의와 함께 활용되고 있다. 가상착의를 위한 가상 모델은 스캔드 마이셀프(scanned myself)에서 다소 변형된 형태로 제공된다. 이를 버추얼 마이셀프(virtual myself)라 하며 가상모델 전문 소프트웨어에 의해 생성된다. 소프트웨어에 따라 스캔드 마이셀프(scanned myself)를 전부 반영한 경우와 일부만 반영한 경우 등 그 반영도가 각각 다르며, 파일의 형식 및 용량 등에서도 차이가 있다.

따라서 스캔 데이터를 이용하여 가상모델을 생성하는 경우는 스캔드 마이셀프(scanned myself)의 형태와 이를 다소 변형한 버추얼 마이셀프(virtual myself)의 형태로 존재하며 스캔드 마이셀프(scanned myself)의 경우에는 정확한 인체 정보를 요하는 연구에 유용하게 사용될 수 있으며 버추얼 마이셀프(virtual myself)의 경우에는 가상착의를 위한 가상 모델로서 유용하게 사용되고 있다.

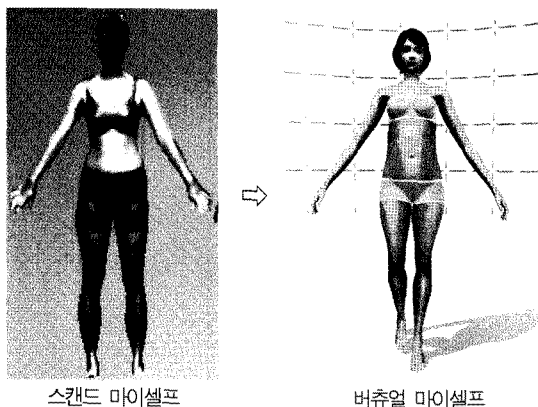


그림 2. 스캔드 마이셀프(scanned myself)와 버추얼 마이셀프(virtual myself)

2) 스캔 데이터의 DB를 이용하는 경우

실제 인체를 정확하게 가상모델로 재현하기 위해서는 자기 자신의 스캔 데이터를 사용하는 것이 가장 바람직할 것이다. 하지만 다수의 인원을 대상으로 가상 모델을 생성해야 하는 경우 비효율적일 수 있다. 따라서 스캔 데이터 베이스를 활용하여 다수를 대표하는 가상 모델을 생성한 뒤 약간의 치수 수정을 통해 개별화시키는 방식을 사용할 수 있다. 이를 버추얼 트윈(virtual twin)이라 하며, 프로그램 상에서 기본 인체 형상을 제공하고, 각 부위별 사이즈를 수정하여 생성하는 가상 모델이다.

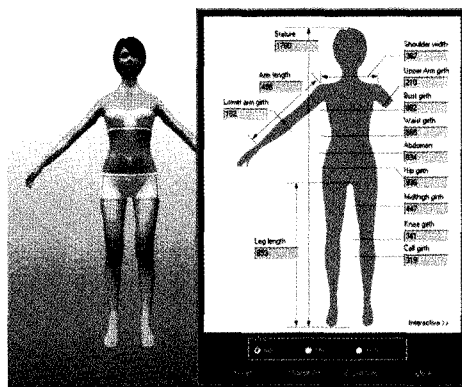


그림 3. 버추얼 트윈(virtual twin)

사용자가 사이즈를 수치로 입력하는 방식으로 사용자가 손쉽게 가상 모델을 생성할 수 있어 버추얼 마이셀프(virtual myself)의 비효율성을 극복하기 위한 하나의 대안이 될 수 있을 것이다. 하지만 아직까지는 단순히 2차원적인 수치의 입력만으로 모든 체형을 사실적으로 나타내지 못하는 실정이다. 이에 각 프로그램에서는 그 해결 방안을 연구하고 개발하기 위해 노력하고 있는데, 일례로 Techno사 i-designer의 '망치' 툴은 인체의 움푹 패인 부분을 채워 넣고 볼록 튀어나온 부분을 파내는 기능을 가진 툴을 제공한다.

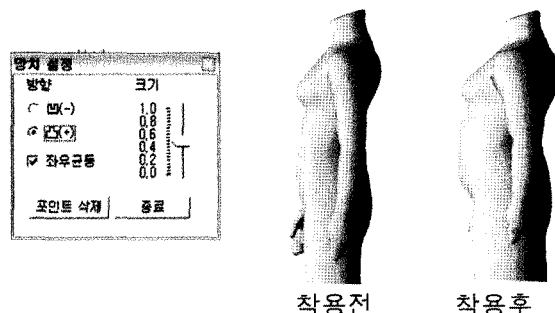


그림 4. i-designer의 '망치' 툴

이는 기본으로 제공하는 인체 형상의 사이즈가 급격하게 변형될 경우 변형된 부위 사이의 연결을 자연스럽게 하며 인체의 자세 및 골격 요인으로 인한 체형의 문제를 반영하는데 도움을 준다. 하지만 여전히 한계가 있는 상태이며 하나의 인체 형상에서 사이즈가 급격히 늘어나거나 줄어드는 경우 표면의 변형이 자연스럽게 못한 것은 대다수의 프로그램이 가진 공통적인 취약점이라 할 수 있다. 따라서 버추얼 트윈이 사실적으로 인체를 나타내기 위해 체형적 요소를 반영시키기 위한 연구가 필요하며, 특히 사이즈 변형 시 실제에 가깝게 변형되도록 인체의 사이즈가 커지거나 작아질 경우 어떠한 경향으로 인체 형상에 영향을 주는 지 면밀히 분석할 필요가 있다.

3) 형태의 특성이나 분위기를 이용하는 경우

인체 스캔 데이터를 활용하는 경우와는 달리 어떤 대상의 특징을 극대화시켜 표현한 가상 모델이 있다. 이는 주로 인터넷 게임 혹은 채팅 사이트 등에서 ‘나’를 대변해 주는 아바타 등으로, 최근 인터넷에서 제공하는 웃입하기 놀이는 어린 여자 아이들이 주로 하는 종이인형 놀이를 컴퓨터 공간에 그대로 재현한 것으로 인터넷상에서 인체 형상에 옷을 입혀보는 것에 재미와 흥미를 유발시키고 있다. 이를 버추얼 캐릭터(virtual character)라 하며 실제 인체 형상에 제한을 두지 않고 어떤 대상의 특징을 극대화시켜 표현한 가상 모델이다. 하지만 앞서 언급한 버추얼미, 버추얼 트윈과 다른점이 있다면 버추얼 캐릭터는 실제 인체형상을 반영하기 보다는 대상의 특징을 극대화시키고 왜곡시켜 사용자로 하여금 재미와 흥미를 유발하고 있다는 것이다.

2-3. 모핑 기법을 이용한 버추얼 트윈 생성

버추얼 트윈(virtual twin)은 대표 인체에 사이즈 수치를 입력하여 변형하는 방식으로 가상모델을 생성하는 것이다. 이것은 버추얼미(virtual me)가 가능하더라도 현재 기성복 중심의 의류산업에 보다 적절하게 적용시킬 수 있고 대량 맞춤(mass customization)과 개별맞춤(made-to-measure)화 트렌드에 대비하는데 더욱 효율적인 것이다. 이러한 장점을 더욱 잘 활용하기 위해서는 버추얼 트윈(virtual twin) 생성시 제공되는 기본 인체가 일반인들의 인체를 가장 평균적으로 나타내어야 한다. 이에 다수의 연구자들이 평균 치수를 가진 인체 형상의 모델링을 시도하였다<1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11>. 이로 인해 인체 형상을 모델링하는 방법과 기술 발전에 많은 기여를 하였으나, 이들 대다수는 인체 형상 모델링에 집중된 연구였다.

이를 해결하기 위해 인체의 평균 형태를 반영시키는 하나의 방법으로 모핑(morphing) 기법이 제안되었다. 모핑(morphing)이란 메타모핑(metamorphing · 변형)의 약자로, 서로 다른 형상의 이미지를 변환시킬 때 그 공백을 채워주는데 사용되는 컴퓨터 애니메이션 기법을 말한다. 어떤 사물의 형상을 다른 모습의 형상으로 서서히 변화시키는 기법으로 소스 물체와 변형시킬 물체 두 형상이 필요하며 모핑시킬 두 형상간의 대응점을 찾아 형상을 변형시킨다. 2차원적인 화상변형과 3차원적인 형태변형이 있으며 응용분야로는 영화, 비디오게임, TV 프로그램, 뮤직비디오 등이 있다. [그림 5]는 모핑의 예를 보여준다

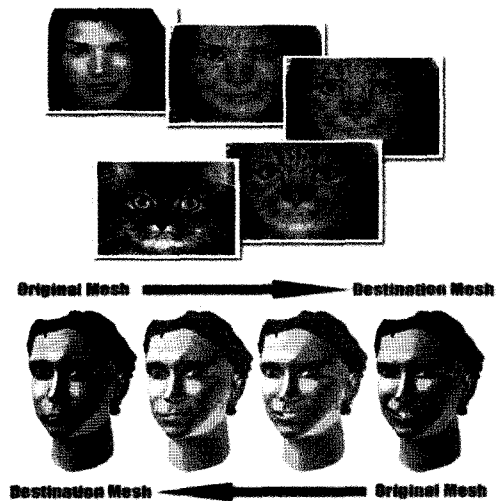


그림 5. 모핑(morphing)의 예

최근 의류학 분야에서도 모핑 과정을 통해 인체의 대표 형상을 생성하였다<12, 13>. 이 중 대표적인 것으로 <그림 6>은 모핑 기법을 이용해 40대 남성 하반신 가상 모델을 생성한 결과이다. 모핑 기법을 이용한 가상모델의 생성과 함께 인체 모핑시 영향을 미치는 주요 요소들을 파악하여 모핑 대상물의 순서 및 기준점을 제시하였다. 이에 따르면 다수의 인체들로 구성된 대표체형 그룹내에서 모핑의 순서를 정할 때는 대상물의 부피가 큰 것과 작은 것을 먼저 모핑하고, 자세축 역시 모핑 대상물의 자세축이 가장 큰 것과 작은 것을 모핑하는 것이 더욱 정확도를 높일 수 있는 방법으로 나타났다. 또한 모핑 결과의 신뢰도를 높이기 위해서 두 모핑 대상의 형태적 특징을 잘 반영하는 모핑 포인트를 선정하여야 하며, 형태적 특징점 이외의 모핑 포인트 추가는 결과의 신뢰성을 높여주지 못하는 것으로 나타났다. 40대 남성의 하반신 모핑을 위한 모핑 포인트는 살종단 실루엣을 반영하는 포인트, 앞면 실

루엣을 반영하는 포인트, 앞 형태 및 뒤 형태를 반영하는 포인트로 분류하였다. 이 과정을 통해 도출된 대표체형 가상모델의 타당성을 검토한 결과 대표체형 그룹의 치수와 평균 단면은 모핑을 통해 형성된 대표체형과 거의 유사한 경향을 보여 평균 단면의 형태적 특징을 유지하면서 인체 형상을 3차원으로 재현한 대표체형이 얻어진 것으로 나타났다.

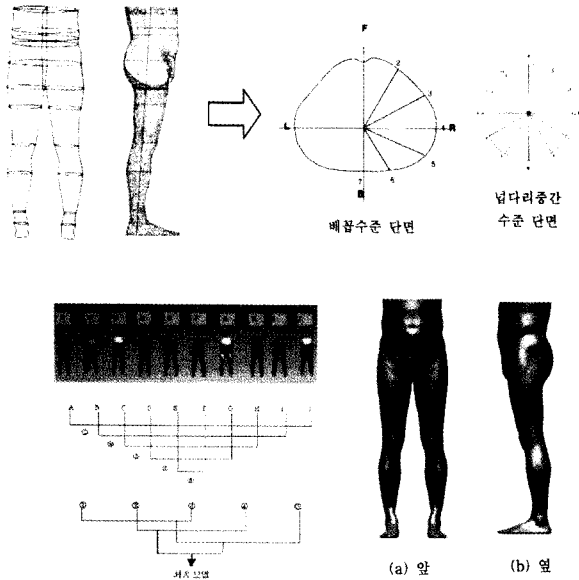


그림 6. 모핑 기법을 이용해 40대 남성 하반신 가상 모델을 생성한 결과 (박선미, 2007)

3. 3차원 가상 모델의 활용과 가상착의

버추얼 마이셀프(virtual myself), 버추얼 트윈(virtual twin) 등 가상 모델의 생성 기술과 더불어 그 활용이 더욱 광범위해지고 있다. 최근 의류산업의 생산 공정 자동화와 관련하여 3차원 가상 모델을 직접적으로 반영하는 1:1 대응 패턴(pattern)을 자동 제작하는 기술이 필요하다. 또한 반대로 이미 만들어진 2차원 패턴을 3차원으로 가상 제작해 봄으로써 직접 만들거나 혹은 직접 입어보지 않아도 착의형상을 확인할 수 있는 기술은 의류산업의 디지털화에

큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 여기에서는 3차원 스캐너와 함께 여러 소프트웨어들의 발전에 힘입어 3차원 가상 모델이 활용되고 있는 기술의 최근 동향을 소개하고자 한다. 활용 사례를 중심으로 첫째는 3차원 가상 모델을 2차원 평면으로 전개하는 기술, 둘째는 2차원 평면 패턴을 이용하여 3차원으로 가상착의하는 기술, 셋째는 3차원 가상 모델을 이용한 가상착의의 실제 사례로 나누어 살펴보고자 한다.

3-1. 3차원 가상 모델을 이용한 2차원 평면 전개

3차원 가상 모델을 직접적으로 반영하는 1:1 대응 패턴(pattern)의 자동제작 기술은 전세계적으로 관심의 대상이 되고 있다. 대부분의 연구에서는 3차원 형상을 2차원 평면으로 전개하여 패턴 구성을 위한 기초 자료로 활용하고 있으며 3차원으로 존재하는 형상을 평면화하는 일은 한걸 쉬워졌으나 비교적 간단한 실루엣의 의복 아이템에 한정되어 있고 복잡한 디자인의 의복을 2차원으로 평면화하는 것은 여전히 어려운 일이다. 평면화시키는 대상에 따라 3차원 형상을 2차원으로 전개하여 패턴을 제작하는 경우와 3차원 가상 모델 위에 모형화한 의복 형상을 2차원으로 전개하여 패턴을 제작하는 경우로 크게 나누어볼 수 있다.

첫 번째로 3차원 가상 모델을 2차원으로 전개하여 패턴을 제작하는 경우 <14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21>는 모델의 체표면을 그대로 평면화 한 후, 그것으로부터 원형 패턴을 생성하는 방법을 사용한다. 이를 위해서는 먼저 인체 형상에 적절한 기준선 및 인체 분할선을 설정해 주어야 한다. 가장 널리 쓰이는 방법으로는 모델의 표면을 삼각 혹은 사각 메쉬(mesh)로 분할하고, 그 삼각형이나 사각형을 평면 전개한 후 정렬하는 방법을 들 수 있다. <그림 7>은 3차원 인체 형상의 삼각 메쉬를 이루고 있는 3개의 호를 평면화하는 과정을 보여주는 예이다. 이 과정에서는 여성의 하반신 표면을 전개한 것으로 가장 먼저 인체 정중면과 허리 수평 단면을 바탕으로 생성한 기준선들을 바탕으로 체표 위의 세부 기준선들을 얻었다. 형상의 수평가로 기준선과 근사 직교하는 세로선의 각 교차점을 대각

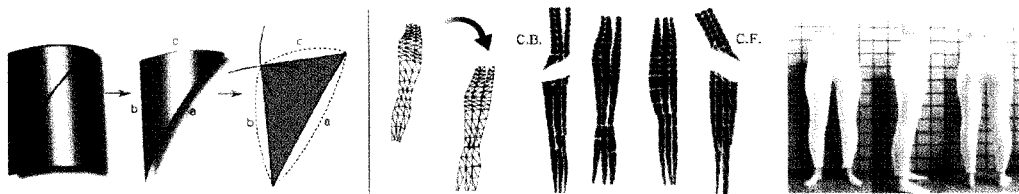


그림 7. 3차원 인체 형상의 삼각 메쉬 이용한 패턴 생성 과정(윤미경, 2007)

선으로 연결하여 3차원 형상의 체표상의 삼각 매쉬를 생성한 후 3차원 커브의 길이를 반영하여 삼각형을 전개하였다.

삼각형을 전개하여 정렬하는 방법이 아닌 예로는 <그림 8>과 같이 둘레 치수를 이용하여 직접 의복 패턴을 생성하는 것으로 하반신의 최대둘레와 최소둘레 치수 사이의 구간을 전개하는 스커트 패턴의 자동제도법을 개발한 결과이다.

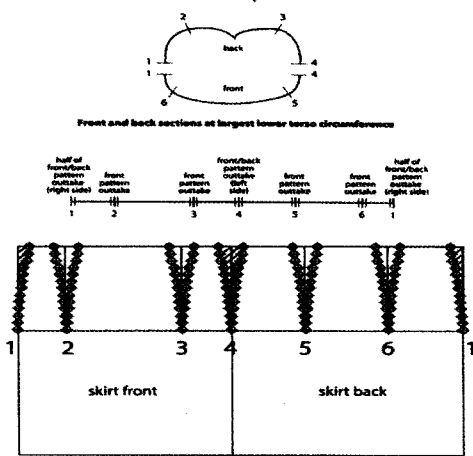


그림 8. 둘레 치수를 이용한 패턴 생성(Griffey, 2006)

두 번째로 3차원 인체 위에 모형화한 의복 형상을 2차원으로 전개하여 패턴을 제작하는 경우<그림 22, 23>는 기존의 의복 패턴 제작 방식 중 하나인 입체재단 기법을 3차원 모델링 기술에 결합시켜 개인화된 의복 패턴을 제작하는 방법이라 할 수 있겠다. <그림 9>는 인체 터미의 3차원 스캔된 형상 위에 직물을 입히고 기준선에 따라 조각을 나누어 평면 전개한 결과이며, 3차원 형상 위에 직물을 입히는 과정에서 직물의 전단에 대한 한계각도를 제어함으로써 직물이 구부러지는 현상을 제어하였다.

앞서 살펴본 두 가지의 방식 모두 정확한 인체형상의 반

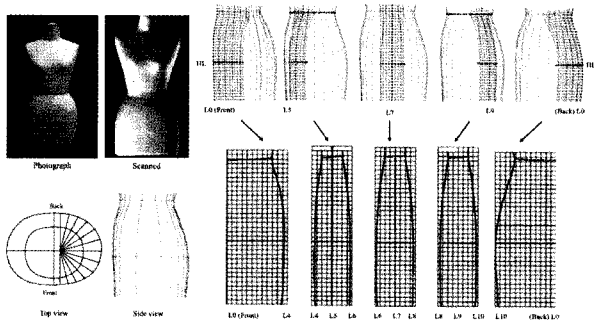


그림 9. 3차원 의복을 평면화한 패턴 생성(Cho, 2006)

영과 계산상의 효율성 등을 목적으로 하고 있다. 첫 번째 방법은 가장 기본적인 인체의 표면에서부터 출발하여 개별화된 원형 패턴을 생성할 수 있다는 장점을 가지고 두 번째 방법은 의복의 착용 상태를 미리 모델링하여 패턴을 생성함으로써 의복 패턴 제작 방법 중 하나인 입체재단기법의 장점을 가지고 있다. 향후 더욱 발전된 기술은 두 가지 방법의 장점을 취하되, 의류산업에 적용시켜 나아갈 수 있는 방향으로 연구가 진행되어야 할 것이며, 특히 3차원 가상 모델을 2차원 평면전개하는 기술은 MTM 의복을 제작하는데 큰 밑거름이 될 수 있을 것이다. 더 나아가서는 특수체형을 위한 의복 제작 또는 특수한 상황과 작업을 위한 의복을 제작하는데 큰 도움이 될 것이다.

3-2. 3차원 가상착의

앞서 살펴본 것이 3차원 형상을 2차원으로 전개하는 기술이었다면 3차원 가상착의는 2차원의 패턴을 3차원 형상으로 가상에서 재현하는 것이라 할 수 있다. 최근 3차원 가상착의 기술은 단순히 2차원 패턴을 3차원으로 시뮬레이션하는 것 뿐 아니라 3차원상에서 디자인을 수정하고 그것이 패턴에 반영되는 등 3차원 apparel CAD 형태로 나타나고 있다. 물론 3차원 가상착의 기술은 3차원 가상 모델뿐만 아닌 컴퓨터 그래픽 기술, 섬유공학 기술, apparel CAD 기술 등이 필요하며 이들이 복합적으로 이루어져 최근 다양한 형태로 나타나고 있다. 디지털 기술이 패션에 적용되어 온 이래로 3차원 가상 착의 기술이 가장 두드러지게 발전하여 불과 4-5년전만 하더라도 관련 연구자가 아닌 일반인들은 그 가능성조차 기능할 수 없었으나 최근 3차원 가상착의를 TV와 인터넷에서 쉽게 접할 수 있는가 하면 국내 브랜드의 매장에서도 체험할 수 있었다. 현재 3차원 가상착의는 재미와 흥미 유발을 위한 문화컨텐츠 형태와 실제 의류 산업에서 적용된 형태로 나타나고 있다.

1) 문화컨텐츠로서의 가상착의 기술

최근 어떤 TV 프로그램에서는 3차원 가상착의 소프트웨어를 사용하여 출연자의 인체와 착의 상태를 재현하였다. 그것은 미국에서 방영된 바 있는 'Tim Gunn's Guide to style'이라는 TV 프로그램으로 패션에 자신 없는 일반 여성 한명을 선정하여 패션스타일을 제시해주고 스타일을 변신시켜주는 프로그램이다. <그림 10>은 그 프로그램의 한 장면으로 진행자가 출연자의 버추얼 트윈(virtual twin)에 옷이 입혀진 모습을 보여주고 있고, 출연자의 버추얼 트윈

(virtual twin)을 출력하여 어울리는 의복의 실루엣을 구상하고 있는 모습이다. 그 과정에서 프로그램 진행자 및 출연자뿐만 아니라 TV 시청자 또한 흥미를 느낄 수 있고 사진 촬영이나 그림 등의 2차원적 표현기법을 이용한 기존 기술에 비해 3차원 표현 방식은 보다 현실감 있게 피팅(fitting) 효과를 알 수 있게 해준다.

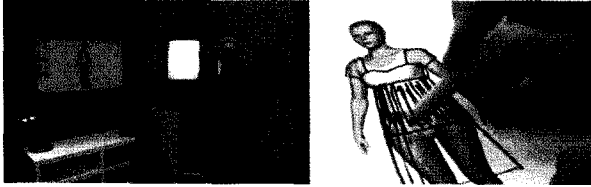


그림 10. 3차원 가상착의의 활용의 예
(출처: http://www.bravotv.com/Tim_Gunn/season/2/index.php)

3차원 가상착의는 TV뿐만 아니라 인터넷에서도 온라인 패션 커뮤니티를 통해 흥미와 재미의 수단이 되고 있다. 현재 대표적인 것으로 ‘www.Stylezone.com’ <그림 11>에서는 3차원 가상착의 시스템 중 하나인 Browzwear사의 V-stitcher를 도입하여 개인의 버추얼 트윈(virtual twin)을 생성하고 자신이 원하는 디자인의 옷을 입혀봄으로써 재미와 즐거움을 주고 있다. 뿐만 아니라 의복을 원하는 스타일로 직접 디자인하기도 하고, 그것을 다른 사람들과 공유함으로써 커뮤니케이션 수단으로 이용되기도 한다. 이 사이트는 기존의 커뮤니티 사이트에서 제공하던 재미있는 버추얼 캐릭터(virtual character)와는 달리 사실적이고 현실감있게 실제 사람의 외모와 체형 등을 재현하고 3차원 가상착의 시뮬레이션을 시행함으로써 보다 사실적인 모습을 제공한다. 또한 커뮤니티 사이트 자체에서 이벤트를 제공하기도 하고, 의복을 디자인하여 가상착의 시뮬레이션한 결과를 개인 블로그에 게시하면 다른 커뮤니티 회원이 방문하여 코멘트를 쓰기도 하는 등 3차원 가상착의 시스템을 활용하여 색다른 재미를 제공하고 있다. 이러한 온라인 패션 커뮤니티가 더욱 활성화 된다면 3차원 가상착의 시스템이 일반인에게 더욱 친밀하게 다가갈 수 있을 것이고, 따라서 온라인 패션 쇼핑몰에서 3차원 가상 착의 시스템이 마케팅 수단으로서 사용되는데 도움이 될 것이다.

이 외에도 3차원 그래픽스 기술과 appareal CAD, 섬유공학 기술 등이 결합되어 가상 모델의 움직임을 통해 천의 움직임을 자연스럽게 표현해주는 기능들을 개발함으로써 가상공간에서의 패션쇼가 가능해졌다. 그 대표적인 예로 ‘Fxgear’의 ‘Qualoth’ <그림 12>가 있는데, 이는 ‘maya’의 플러그인(plugin) 소프트웨어로 의복의 주름의 표현과

충돌 처리가 우수하다. 이 밖에도 ‘Digital Fashion Ltd.’에서는 ‘Digital fashion show’ <그림 13>을 통해 가상패션쇼에 관련된 솔루션을 개발하였고 ‘Digitalmankind’라는 업체에서도 가상패션쇼를 위해 소프트웨어를 개발하였다. 이러한 가상패션쇼는 아직까지는 하나의 문화 콘텐츠로 재

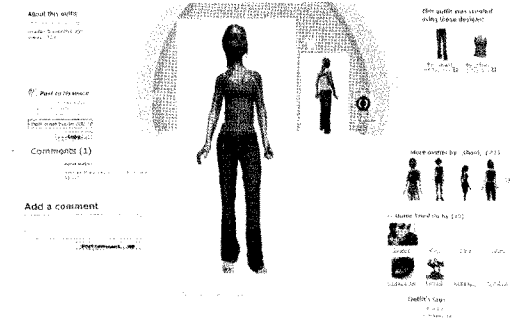


그림 11. ‘Stylezone’의 가상착의 캐릭터
(출처: www.stylezone.com)

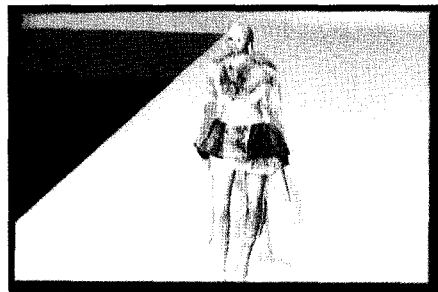
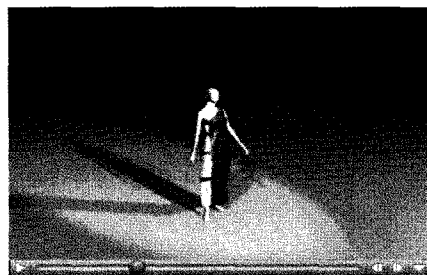


그림 12. ‘Qualoth’의 가상패션쇼
(출처: www.fxgear.net)



Digital Fashion Show

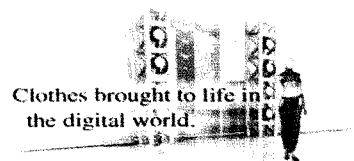


그림 13. ‘Digital Fashion Show’
(출처: <http://www.dressingsim.com/>)

미와 흥미를 유발하는 선에서 그치고 있지만 향후 의류 패션 분야에서 흥미로운 마케팅 수단이 될 것으로 기대한다. 특히 인터넷 쇼핑몰에서 상품 정보 제공에 관련하여 활용되어 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

2) 의류산업에 적용된 가상착의 기술

최근 3차원 가상착의 기술이 실제 의류산업에 적용된 몇몇 사례를 볼 수 있다. 최근 국내에서는 섬유패션산업의 혁신프로젝트로 'I-fashion 의류기술센터'를 출범하여 패션산업의 디지털화를 위해 노력하고 있다. <그림 14>와 같이 시범적으로 시행한 I-fashion 상용화 매장에서는 자신의 인체를 스캔하여 버추얼 마이셀프(virtual myself)를 만들 수 있는 3차원 인체스캐너와 매장에 진열된 옷을 자신의 버추얼 마이셀프(virtual myself)에 입혀서 맞춤새를 알 수 있는 3차원 가상거울 기술을 제공함으로써 미래의 쇼핑 환경을 제시하였다. 2007년 신세계백화점(본점) FnC 코오롱 'ELORD' 매장과 제일모직 'FUBU' 명동매장 등지에서 시행된 바 있다.

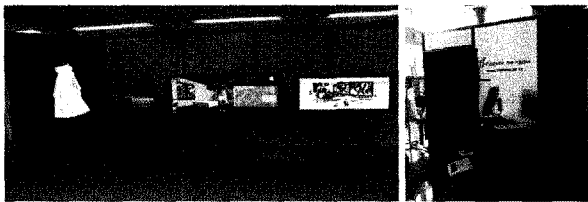


그림 14. i-fashion매장

3차원 가상착의가 의류산업에 적용된 그 밖의 사례 중 대표적인 것으로 미국의 의류쇼핑몰인 'Land's end' <그림 15>가 있다. 'Land's end'에서는 'My virtual model'이라는 3차원 가상착의 시스템을 사용하여 개인의 체형에 관련된 인체 치수 등을 입력하면 실제 인체에 가까운 버추얼 트윈(virtual twin)이 생성<그림 16>되고, 원하는 의

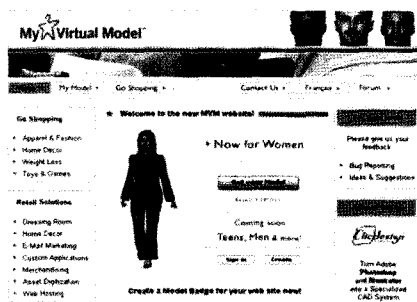


그림 15. My Virtual Model
(출처: <http://myvirtualmodel.com>)

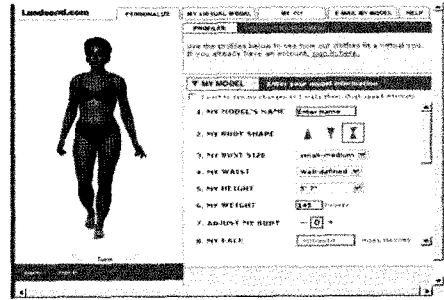


그림 16. My Virtual Model 인체 치수 입력정보
(출처: <http://myvirtualmodel.com>)

복을 시뮬레이션시켜 봄으로써 직접 입어보지 않고 여러 가지 의복을 코디해 볼 수 있는 기능을 제공한다. 또한 의복을 착용한 모습은 360° 회전을 통해 착의 외관을 보여준다.

3) 3차원 가상착의 기술의 적합성

3차원 가상착의 기술의 활용 사례에 대해 앞서 살펴본 바와 같이 매우 다양하게 활용되고 있음을 알 수 있다. 현재에는 단순히 흥미를 이끄는 수단으로 나타나고 있으나 향후 기술이 더욱 발전됨에 따라 의복을 입은 상태를 더욱 정확하게 반영할 수 있을 것이며, 이는 다가올 유비쿼터스 사회에서 유용하게 사용될 것이다. 이를 위해 3차원 가상착의 기술은 2차원 패턴을 정확하게 3차원으로 나타낼 수 있어야 하고 3차원 형상을 정확하게 2차원으로 전개할 수 있어야 한다. 이것은 어떤 한 분야만의 과제가 아닌 의류학, 섬유공학, 컴퓨터 그래픽 분야 등에서 끊임없이 함께 연구해야 하며, 의류학 관련 분야 중 특히 의복 구성 분야에서는 2차원 패턴과 3차원 형상의 상관관계나 맞춤새와의 관계에 대해 보다 과학적으로 밝힘으로써 기술 개발의 기초적 자료를 제공해야 할 것이다. <그림 17>은 2차원 패턴이 3차원 가상착의에서 명확하게 반영되었는지를 분석하기 위해 실제착의와 가상착의를 비교한 결과이다. 3차원 가상착의 시스템 중 하나인 'NARCIS'를 사용하여 BMI에 따른 체형별로 실제와 동일한 버추얼 마이셀프(virtual myself)를 생성하고 실제 의복으로 제작한 것과 동일한 2차원 패턴을 시뮬레이션하여 그 외관과 의복/인체 사이의 여유량을 비교하였다. 이때 의복 사이즈를 피험자에게 적합한 것과 적합하지 않은 것을 동시에 시도함으로써 가상착의 결과가 그것을 잘 나타내고 있는지에 대해서도 비교하였다. 비교 결과 실제착의에 비해 가상착의의 맞춤새를 예측할 수 없었던 이유의 모습이 실제와 같이 나타나지 않는다는 것과 의복과 인체사이의 상

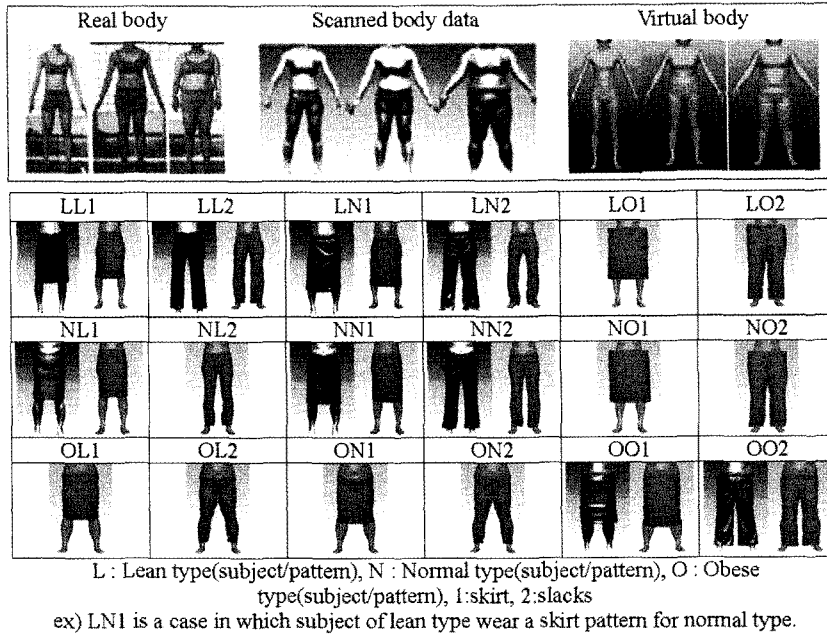


그림 17. 실제착의와 가상착의를 비교한 결과(Lee, 2007)

호작용을 잘 표현하고 있지 못하다는 점이 제시되었으나, 빠른 속도로 기술이 개발되고 있어 현재 다소 많은 부분들이 개선되고 있다.

가상착의 시스템이 잘 활용되기 위해서는 실제의 착의 상태를 가상에서 더욱더 정확하게 표현하는 기술 개발이 계속 이루어져야 한다. 가상공간에서 표현되는 착의 상태는 실제착의에서의 착의 상태를 잘 반영해야 하며, 가장 기본적인 것으로는 의복 패턴에 의한 맞춤새의 명확한 표현이 중요하다. 3차원 가상착의 기술이 발전되어감에 따라 다양한 의복 아이템과 디자인을 적용시켜 표현의 정확성을 판단해보는 실험과 함께 관련된 각 분야간의 의사소통이 원활하게 이루어져야 한다.

3-3. 3차원 가상착의의 실제 사례

실제 사례를 살펴보기 위해 먼저 일반인들이 접할 수 있는 의류판매 사이트의 비추얼 마이셀프(virtual myself)와 3차원 가상착의 결과를 살펴보았다. 두 번째로는 전문가들이 사용하는 상용화된 3차원 가상착의 소프트웨어 중 하나를 선정하여 체형별 비추얼 트윈(virtual twin)을 생성하고 스킨을 시뮬레이션해 보았다.

1) 사례1- 의류 판매 사이트의 3차원 가상착의

국내의 의류판매 사이트 중 3차원 가상착의를 제공하는 ‘아이패션몰(ifashionmall, www.ifashionmaoo.co.kr)’을

살펴보았다. ‘아이패션몰(ifashionmall)’은 3차원 가상 모델을 제공하여 오프라인 매장에서 직접 옷을 입어보지 않고도 온라인 매장에서 마음에 드는 옷을 골라 입어보고 디자인과 컬러 등을 자유롭게 다양하게 코디해 볼 수 있는 기능을 제공한다.

‘아이패션몰(ifashionmall)’의 가상 모델은 비추얼 마이셀프(virtual myself)와 비추얼 트윈(virtual twin)의 형태로 제공된다. 본 사례에서는 실제 스캔된 데이터를 이용한 비추얼 마이셀프(virtual myself)를 생성한 후 3차원 가상착의를 해보았다. 스캔 데이터로부터 생성된 비추얼 마이셀프(virtual myself)와 3차원 가상착의한 결과는 <그림 18-19>와 같다.

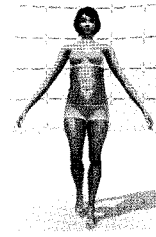
인체 스캔을 위한 스캐너는 ‘Hamamatsu Bodyline Scanner C9036-02’를 사용하였으며, 스캔된 인체 데이터의 파일은 확장자기 iv인 binary파일이다. 파일의 크기는 1인당 약 8-9MB정도이고, 데이터를 이루고 있는 point의 개수는 약 126000개, mesh의 수는 약 252000개이다. 스캔된 파일은 가상모델 생성 전문 프로그램에서 확장자가 bdy인 파일로 변환되어 비추얼 마이셀프(virtual myself)가 생성된다. 변환된 파일은 약 1-2MB의 용량을 가지며 point의 개수는 약 21500개, mesh의 개수는 약 39600개이다.

가상모델이 생성되면 원하는 의복을 가상착의 해보는 기능을 제공한다. 본 사이트에서는 시뮬레이션의 외관을 3차



스캔드 마이셀프(scanned myself)

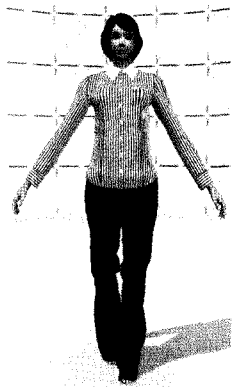
- 파일 확장자: iv(binary)
- 용량: 약 8-9MB
- point의 개수: 약 126000개
- mesh의 개수: 약 252000개



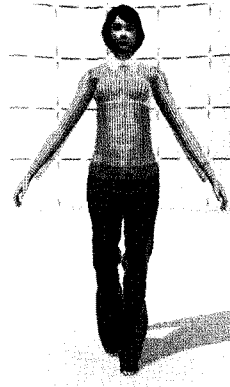
생성된 버추얼 마이셀프(virtual myself)

- 파일 확장자: bdy
- 용량: 약 1-2MB
- point의 개수: 약 21500개
- mesh의 개수: 약 39600개

그림 18. 가상모델의 생성



가상착의 외관



실루엣



피팅정보

그림 19. 의류판매 사이트에서 제공하는 가상착의

원으로 확인할 수 있을 뿐만 아니라 실루엣, 맞음새에 대한 정보 등을 제공한다. 특히 맞음새에 관해 제공되는 정보는 인체와 의복사이의 공간량과 시뮬레이션된 의복 자체의 신장률에 근거하여 '깁-적당-너넨'의 감성용어로 표현된다. <그림 19>은 가상착의 외관 및 착의 실루엣과 각 부위별 예상되는 착용감을 감성 용어로 표현하는 예를 보여주고 있다.

2) 사례2-2차원 패턴을 사용한 3차원 가상착의

두 번째 사례는 현재 상용화 되어 있는 3차원 CAD system을 이용한 가상 착의이다. 버추얼 트윈(Virtual twin)을 생성한 후 2차원 패턴을 사용하여 3차원 가상착의 시뮬레이션 결과를 살펴보았다. 3차원 CAD system으로는 Technoa사의 'i-Designer'를 사용하였다. 'i-Designer'는 3차원 CAD system으로 착용 시뮬레이션을 통해 옷의 맞음새를 평가할 수 있는 소프트웨어로 인체를 변형하는 Body

Order tool, 의복을 시뮬레이션하는 i-Designer, 텍스처 맵핑을 하는 i-D fit, 얼굴데이터를 생성하는 i-D Face, 패션 소품데이터를 만드는 i-D accessory로 구성되어 있다. 본 실험에서는 Body Order tool, i-Designer를 이용하여 가상 모델을 만든 다음 의복 시뮬레이션을 하였다. 소프트웨어의 사용 환경은 다음과 같다.

- OS : WindowsNT4.0SP3 이상, Windows2000, WindowsXP Professional
- CPU : Pentium III 750MHz 이상
- 메모리 : 384MB 이상
- 하드디스크 용량 : i-designer:150MB, i-DFit: 200MB, Body order tool:30MB, i-DFace:10MB, i-DAccessory:10MB, i-Dview:60MB이상
- 디스플레이 : 1024×768 픽셀 이상

Body Order tool에서 제공하는 가상 모델의 생성 방식은 크게 2가지로 버추얼 마이셀프(virtual myself)로 생성

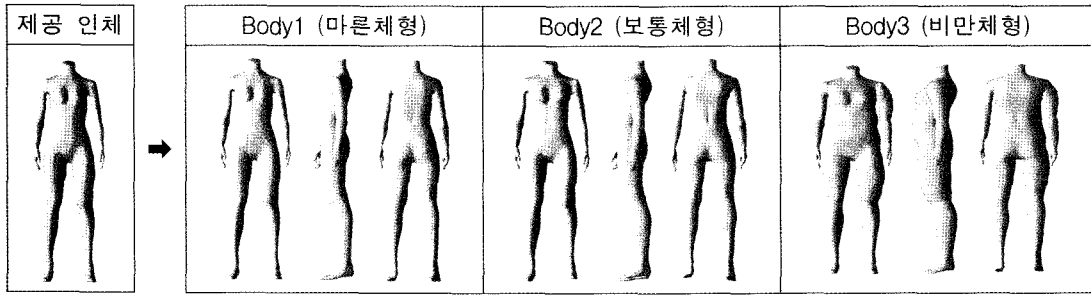


그림 20. 버추얼 트윈(Virtual twin) 생성 결과

하는 방식과 버추얼 트윈(virtual twin)으로 생성하는 방식이 있다. 본 사례에서는 인체의 부위별 치수를 입력하는 버추얼 트윈(virtual twin)의 형태로 생성하였다. Body Order tool에서 제공하는 기본 body는 남녀의 ‘전신바디/하반신바디/토르소바디’가 있었고, 좌우 대칭인 자세와 비대칭인 자세 중 선택하여 사용할 수 있다. 3가지의 버추얼 트윈을 생성하였고, 각각의 인체 치수는 BMI에 따라 마른, 보통, 비만 체형으로 설정하였다. 버추얼 트윈(virtual twin)을 생성한 결과는 <그림 20>과 같다.

사이즈의 입력만으로 표현할 수 없는 부분은 인체를 두드려 볼록하게 하거나 오목하게 하는 ‘망치’틀 [그림 4]을 이용하여 수정하였다. 예를 들어, 이 프로그램상에서 기본적으로 제공하는 바디는 업체에서 흔히 사용하는 모델의 형상과 치수를 기본으로 제작하였기 때문에 일반인의 체형과는 다소 차이가 있고, 과도하게 비만일 경우 인체 치수의 변형만으로는 피하지방의 분포 형태를 잘 나타내기

가 힘들었다. 따라서 ‘망치’틀을 이용하여 부위별로 들출 부위와 함몰부위를 관찰하여 수정이 필요한 부분의 형태를 약간 변형하였다.

버추얼 트윈(virtual twin)과 2차원 패턴을 이용하여 가상착의 시뮬레이션을 하였다. 2차원 패턴은 확장자를 dxf의 형태로 불러올 수 있고, i-Designer에서 패턴을 이루는 점, 선 등을 수정할 수 있었으며, 간단한 패턴일 경우 제도 까지도 가능하였다. 시뮬레이션은 2차원 패턴을 적절한 위치에 가져다 놓고 솔기선 등을 지정한 후 직물의 물성을 입력해준다. 직물의 물성은 본 프로그램에서 기본적으로 45개 정도의 데이터 베이스를 가지고 있고 변경, 수정이 가능하다.

본 실험을 위한 아이템은 가장 기본적인 스트레이트 스커트(straight skirt)로 선정하였고, 3가지의 버추얼 트윈(virtual twin)이 꼭 맞는 의복을 착용하였을 경우 뿐만 아니라, 매우 작은 옷을 착용하였을 경우와 매우 큰 옷을 착

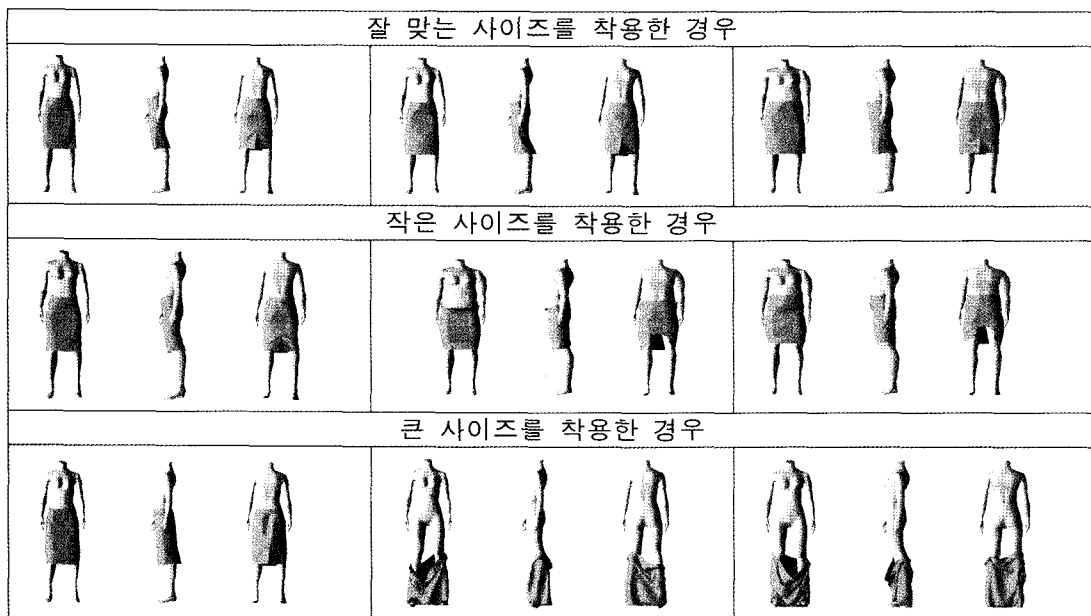


그림 21. 3차원 가상착의 결과

용하였을 경우까지도 살펴보고자 하였다. 따라서 3가지의 버추얼 트윈(Body1, Body2, Body3)과 3개의 패턴(Pattern1, Pattern2, Pattern3)을 모두 시뮬레이션시켜 총 9가지의 경우에 대한 결과가 도출되었다. 결과는 <그림 21>과 같다.

3차원 가상착의 결과는 잘 맞는 사이즈를 착용한 경우, 작은 사이즈를 착용한 경우, 큰 사이즈를 착용한 경우로 살펴볼 수 있었다. 대부분의 경우 가상착의 결과가 맞춤새의 정도를 잘 표현하고 있었다. 특히 작은 사이즈를 착용한 경우와 큰 사이즈를 착용한 경우에서 실제착의가 불가능하였던 경우에 대한 가상착의 결과가 흥미롭다. 이는 시뮬레이션시 물성치의 입력 여부에 따라 다양한 결과로 나타나게 되며, 스트레치성이 매우 큰 것처럼 나타난다. 현재 가상착의와 관련한 원단의 물성에 대한 연구가 많이 수행되고 있고, 이러한 연구와 더불어 물성치에 의한 맞춤새 또는 감성 등에 대한 데이터 베이스의 마련이 필요할 것이다.

4. 결론

3차원 인체 형상은 다양한 분야에 여러 가지 방법으로 사용되고 있으며, 특히 의류산업의 최첨단화를 대비하는 기반 데이터로서 유용하게 활용되고 있다. 본 고에서는 3차원 인체 형상을 활용한 가상 모델 생성, 2차원 패턴 생성에 대해 살펴보았고, 또 그 기술들을 바탕으로 하는 3차원 가상착의 기술이 실제로 어떻게 반영되고 있는지에 대한 사례를 살펴보았다.

현재의 기술로 3차원 인체 형상 데이터에서 자동으로 인체 측정치를 얻는 것이 가능하며, 가상 모델을 생성할 뿐만 아니라 다수의 체형을 대변하는 버추얼 트윈(virtual twin)을 생성할 수 있다. 또한 실제 인체 스캔 데이터 자체로부터 얻어진 가상모델인 버추얼 마이셀프(virtual myself)는 다양하게 활용되고 있었는데, 3차원 인체 형상으로부터 2차원 평면 패턴으로 전개하여 1:1 대응 맞춤 패턴을 제작할 수 있고, 3차원 가상착의에도 활용되었다. 이러한 최첨단 기술들이 의류산업에 적용되기 위해서는 이러한 연구와 함께 실용성을 검증하는 작업이 필요할 것이다. 또한 의류학이 응용 학문인만큼 타 분야의 학문과도 연계되어야 하며, 그것이 의류산업에 적절히 접목되어야 할 것이다.

참고문헌

강득찬(2002), 인터넷을 기반으로 한 가상현실 환경에서의 3차

원 인체 구현, 창원대학교 대학원 석사학위 논문
 권오현(2001), 3차원 전신 측정기를 이용한 신체치수의 자동 추출 및 웹 모델링, 영남대학교 대학원 석사학위 논문
 김혜수, 이경화, 박세진(2006), 한국 성인의 3차원 표준 머리모형, 한국의류학회지, 30(4), 542-553
 박선미, 남윤자, 최경미(2007), 모핑 기법을 활용한 40대 남성 하바신 가상모델 생성에 관한 연구, 한국의류학회지, 31(3), 463-474
 신규희(2001), 인체 모델 변형을 이용한 3차원 아바타 캐릭터시스템 개발, 한신대학교 대학원 석사학위 논문
 신승철(2001), 패션코디를 위한 개인 체형에 의복 3D 모델의 정합, 명지대학교 대학원 석사학위 논문
 윤미경, 남윤자, 최경미(2007), 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하바신 전개패턴에 관한 연구, 한국의류학회지, 31(5), 692-704
 이강일(2006), 계층형 구조의 3D 인체 모델링 모듈 개발, 원광대학교 대학원 석사학위 논문
 정연희, 김소영, 홍경희(2006), 남성 체형별 인체의 3차원 형상 데이터와 칼라 패턴 개발, 한국의류학회지, 30(5), 722-732
 정연희, 홍경희, 김시조(2005), Triangle Simplification에 의한 3D 인체형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴구성, 한국의류학회지, 29(9/10), 1359-1368
 정연희, 홍경희(2006), 3D tmcops 데이터를 활용한 밑착 패턴 원형 개발, 한국의류학회지, 30(1), 157-166
 조준우(2003), 인체 모델링을 위한 단면 곡선 및 곡면에 대한 연구, 영남대학교 대학원 석사학위 논문
 최명혜, 최영림, 남윤자, 최경미(2007), 20대 성인 남성 상반신 앞판형상의 평면 전개를 위한 표준화 연구, 한국의류산업학회지, 9(4), 418-424
 최영림, 남윤자, 최경미(2006), Grid method에 의한 3차원 형상의 평면전개를 위한 optimal matrix 표준화 연구-18-24세 여성 Upper Front Shell을 중심으로-, 한국의류학회지, 30(8), 1242-1252
 최우혁(2001), 의복 3D 모델의 자동 생성과 3D 드레핑, 명지대학교 대학원 석사학위 논문
 Au, C.K & Cuen, M.M.F(1999), Feature-based reverse engineering of mannequin for garment design, Computer Aided Design, 31, 751-759
 Ben Azouz, Z., Rioux, M, Shu, C., & Lepage, R.(2004), Analysis of human shape variation using volumetric techniques, Computer Animation and Social Agents, NRC 47147
 Charlie C.L. Wang, Yu Wang, Matthew M.F.Yuen(2002), Feature based 3D garment design through 2D sketches, Computer Aided Design, 35, 659-672
 Dekker, L., Douros, I., Buxton, B.F., & Treleaven, P.(1999), Building symbolic information for 3D human body modeling from range data, Proceeding of the IEEE Computer Society, 388-397
 Joohyun Lee, Yunja Nam, Ming Hai Cui, Kueng Mi Choi, Young Lim Choi(2007), Fit evaluation of 3D virtual garment, HCI International, 2007, LNCS 4559, 550-558

Julia Voellinger Grihhey, Susan P. Ashdown(2006), Development of an Automated Process for the Creation of a Basic Skirt Block Pattern from 3D Body Scan Data, *Clothing &Textile Research Journal*, 24(2), 112-120

Seo, H. & Magnenat-Thalmann, N.(2003), An automatic modeling of human boduces from sizing parameters, *Proceedings of the ACM SIGGRAPH symposium on Interactive 3D Graphics 2003*. Monterey, USA, 19-20, 234

Yang Yunchu, Zhang Weiyuan(2007), Prototype garment pattern flattening based on individual 3D virtual dummy, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19(5), 334-348

Youngsook Cho, Takuya Komatsu, Shigeru Inui, Masayuki Takatera, Yoshio Shimizu and Hyejun Park(2008), Individual Pattern Making Using Computerized Draping Method for Clothing, *Textile Research Journal*, 76, 646

남윤자

서울대학교 생활과학대학 의류학과(학사, 석사, 박사)
카톨릭대학교 생활과학부 의류학과 부교수
현 서울대학교 생활과학대학 의류학과 교수

이주현

영남대학교 섬유패션학부 의류패션학과(학사)
서울대학교 생활과학대학 의류학과(석사)
현 서울대학교 생활과학대학 의류학과 박사과정
