

상하의 의류 영상을 이용한 가상 의류 착의 시스템

최 란[†], 조창석^{**}

요 약

본 연구에서는 PC상에서 인체 3차원 데이터에 상하의 의류를 중첩 착의하는 가상 착의 시스템을 소개한다. 이를 위하여, 레이저 스캔 방식으로 얻은 인체 3차원 데이터와 의류 앞뒷면의 모습을 촬영하여 얻은 의류 디지털 데이터를 이용한다. 2차원의 앞뒷면 의류 디지털 데이터에는 의류 소재 내 질점 간의 장력이 반영되었고, 인체 데이터에의 착의 과정에는 마찰력과 중력을 적용해 주었다. 하의 착용 시에는 마찰력과 중력에 추가적으로 확대 개념을 도입하여 흘러내리는 의류를 고정하였고, 하의를 착의한 인체데이터위에 상의를 착의하는 중첩 착의 방법을 제시하였다. 본 시스템이 지닌 장점은 복잡한 패턴을 이용하여 착의하는 다른 연구와 달리, 의류의 앞뒷면만을 이용하여 착의하면서도 현실감은 뒤지지 않는다는 것에 있다. 현재 의류 전자상거래 시 의류의 앞뒷면만을 전시하여 판매하는 방법과 유사한 방식으로 온라인 판매가 이루어지나, 착의 모습을 제공할 수 없는 기존 방식과 달리 3차원의 착의 모습까지 제공하게 되어, 의류 판매 의 방식을 바꾸게 할 것으로 기대한다.

A Virtual Fitting System Using The Top and Bottom Image of Garment

Ran Choi[†], Cho Chang-Suk^{**}

ABSTRACT

A virtual garment fitting system which fits the top and bottom of a garment on 3D body data is introduced. This system uses the laser scanned 3D body data and the digital images photographed the front and back of a garment. The digital images are modeled to reflect tensions among particles in the images and the friction and gravity effects are considered in the fitting process to the body data. When a bottom is fitted, a virtual belt to hold the bottom in the waist is introduced since gravity effects pull down it. Also the process for fitting the top and bottom on layers is proposed here. The system has the strengths that it uses only the front and back image of a garment instead of using complicated patterns of a garment, and provides a realistic fit result as a 3D figure. As on-line retailing shop in present displays front and back images of garments, this system also does. However this system provides a differentiated service to user than present retailing shop as showing a 3D fit image. It will make a new trend in online shop retailing of garment.

Key words: garment image(의류 영상), virtual fitting(가상 착의), 3D body data(3차원 인체데이터), laser scan(레이저 계측), fitting process(착의 과정)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 조창석, 주소 : 경기도 오산시 양산동 한신대학교 조창석교수 연구실(447-791), 전화 : 031)379-0652, FAX : 031)379-0735, E-mail : cscho@hs.ac.kr

접수일 : 2011년 10월 11일, 수정일 : 2012년 3월 2일
완료일 : 2012년 5월 10일

[†] 준회원, 한신대학교 공과대학 정보통신학부
(E-mail: rabbit87-ran@nate.com)

^{**} 정회원, 한신대학교 공과대학 정보통신학부

※ 이 논문은 한신대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

1. 서 론

오늘날 인터넷의 보편화로 온라인 전자상거래 매장에서의 거래는 늘고 있는 추세이다. 하지만 온라인상에서의 의류구매는 구매자의 체형 등의 개인 정보와는 별개로 판매자에 의해 일방적으로 제공된 정보에만 의존하여 구매를 결정할 수밖에 없다. 이에 따라 온라인상에서 자신의 3차원 인체 데이터에 의류를 가상 착의하여, 그 결과로 소비자는 의류에 대한 치수와 어울림의 판단을 제공받을 수 있고, 판매자는 의류 앞뒷면 영상 정보만 제공하면 되는 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

온라인상거래에서의 활용을 위해서는, 공급자인 온라인 의류 소매상들이 의류 데이터를 단순하게 준비할 수 있어야 하며, 소비자는 자신의 PC에 저장된 3차원 인체 데이터에 의류를 착의 하는 것이 간단해야 한다. 본 제안 시스템에서는, 의류 판매자의 작업을 단순하게 하기 위하여 판매자는 의류의 앞뒷면 영상만을 업로드 하도록 하고, 소비자는 이 영상들을 다운로드하여 착의 프로그램의 실행만으로 PC에 보관된 자신의 인체 데이터 위에 가상 착의할 수 있도록 고안되었다. 인체 데이터는 3차원 전신 레이저 스캐너를 이용하여 획득되며, 의류의 영상은 카메라로 촬영한 의류의 앞뒷면 영상을 이용한다.

가상 착의 시뮬레이션의 중요한 요소는 사용자의 정확한 3D 인체 데이터와 의류의 자연스런 결합을 생성하는 기술이다. 의류와 인체와의 결합을 생성하기 위해서는 의류의 기하학적 구조와 물리적 특성 모델링과 3D 인체 데이터와 의복과의 충돌 검사 및 반응 처리 기술이 필요하다. 본 논문에서는 상의와 하의 각각의 착의 구현 방법과 하의 위에 상의를 중첩하여 착의하는 중첩 착의 방법을 소개하고, 이를 구현한 결과를 보고한다.

의류의 가상 착의를 위한 기존의 연구로, 옷감의 물리적인 탄성을 조사 연구[1], 의복 영상의 장력 구조 모델을 개선한 연구[2-4], 의복의 패턴을 이용한 착의 연구[5,6], 인체를 가상 원통형 모델로 가정한 연구 및 아바타 모델을 이용한 착의 연구[7-9] 등이 보고되어 왔다. 아바타 모델을 이용한 착의 연구의 경우, 자신의 전신 데이터가 직접 이용되지 않으므로 착의 결과가 개인의 체형을 정확히 반영하지 않아 현실감이 떨어진다. 또한 인체를 가상 원통형으로 가

정하여 아바타에 착의한 연구[8]은 착의 과정에 의류의 물리적인 성질이 반영되지 않아 실제 착의 결과와 모습이 달라질 수 있다. 의복의 패턴을 인체 데이터에 착의하는 연구는 대상 의류를 패턴으로 분해한 후, 분해된 패턴 영상을 인체 데이터 위에 입히게 되어 복잡한 형태의 의류 착의 결과를 보여주지에는 유리하나 온라인 판매자가 개별 의류 별로 구성된 패턴을 알아야 하고, 패턴 제작을 위한 시간과 비용을 필요로 하며, 이를 온라인상에 업로드용 데이터로 가공해야 하므로 온라인 의류 판매에 일반적으로 적용되기가 힘들다. 인체계측 데이터를 이용한 의류의 가상 착의 시스템을 상용화하기 위하여 설립된 아이패션기술센터[10] 역시 동일하게 의류의 패턴 정보를 이용한 착의 시스템을 사용하고 있어, 일반적인 온라인 의류 판매점으로 확장하기에는 동일한 문제를 지니고 있다.

본 연구에서는 인체를 사이에 두고 앞뒷면의 의류를 봉합한 후, 상의의 경우는 위에서 아래로 뒤집어 쓰고 하의의 경우는 아래에서 위로 끌어올려 착의하는 방식의 착의 과정이 제안되며, 이는 사람의 실제 착의 과정과 유사한 방식이다. 인체를 사이에 두고 앞뒷면을 봉합하여 착의하는 착의 방식은 상의를 대상으로 하여 제안된 바 있으며[11], 본 연구에서는 이 시스템에 의복의 마찰계수를 추가하고 하의의 착의 및 상하의의 중첩 착장 방식을 추가한 상하의 중첩 착장 방식을 제안한다.

2. 3차원 인체 데이터와 디지털 의류 데이터

2.1 3차원 인체 데이터

인체 3차원 데이터는 사이버웨어(Cyberware)사의 4헤드 레이저 전신 스캐너를 이용하여 스캔한 데이터를 확보하였고, 크기는 한 사람당 60MB 정도이며, 원 데이터의 해상도는 점간 간격이 0.1mm 수준이나 1mm로 재구성해 사용하였다. 계측 데이터에 포함되는 정보는 3차원 위치 데이터와 텍스처 정보이다. 그림 1은 계측된 인체 데이터를 나타낸다.

2.2 디지털 의류

가상 착의용으로 사용한 디지털 의류 영상은 그림 2에서 보는 것과 같이 의류의 실제 길이와 크기를 맞춘 후, 의류와 앞, 뒷면의 의류 사진영상에서 배경



그림 1. 계측된 인체 데이터



그림 2. 디지털 의류의 추출

분리로 추출 한다. 추출된 앞, 뒤 의류 영상에 물리적 성질을 부여하여 인체데이터에 입히게 된다. 의류 영상의 추출은 그림에서와 같이 카드 형태로 제작된 윤곽선 방식의 수동 추출방식으로 배경 분리하여 추출하며, 어깨 측 지정 점 e1~e8, 바지 측 지정 점 e1~e4, 그리고 착의 기준점인 Cp는 착의시의 기준을 위하여 지정된다.

본 논문에서는 그림 3에서 보이는 것과 같이, 의류 영상을 구성하는 삼각 폴리곤의 꼭짓점을 질량 점으로 하고, 선분을 스프링으로 하는 질량 스프링 모델을 사용하였다. 모델링된 의류 입자에 작용하는 힘 f_i^s 은 식(1)에서와 같이 입자 사이의 거리에 비례하는 스프링 힘과 입자의 상대속도에 저항하는 댐핑(damping) 힘이 작용한다.

$$f_i^s = -k_{ij}(|\Delta P_{ij}| - l_{ij}) \left(\frac{\Delta P_{ij}}{|\Delta P_{ij}|} \right) - k_{ij}^d \Delta V_{ij} \left(\frac{\Delta P_{ij}}{|\Delta P_{ij}|} \right) \quad (1)$$

$$\Delta P_{ij} = P_i - P_j \quad \Delta V_{ij} = V_i - V_j$$



그림 3. 의류의 질량 스프링 모델

여기서 p_i 는 x-y-z 좌표계에서 입자 i의 위치벡터이며, v_i 는 i의 속력 벡터, k_{ij} 는 i와 j사이의 스프링 상수, k_{ij}^d 는 스프링의 댐핑 상수, l_{ij} 는 입자사이의 원래 길이, f_i^s 는 i의 스프링 장력벡터이다.

3. 착의 알고리즘

3.1 상의 착의 알고리즘

물리적 성질을 부여하여 삼각폴리곤으로 모델링된 의류 영상은 그림 2에서의 착의 기준점 Cp를 인체데이터의 목점 Np와 살점 Gp에 맞춰 위치시킨다. 그림 4에서 보이듯이 상의의 경우는 기준점 Cp를 Np의 5cm 상향의 위치에 맞추며, 하의의 경우도 Gp에서 5cm 하향 점에 맞춘다. 5cm의 결정은 착의 형태를 보고 직관적으로 결정한 것이며 이는 위에서 뒤집어 쓰는 상의 착의과정과 밑에서 끌어올리는 하의 착의 과정을 반영한 것이다. 그림 4는 의류 영상과 인체데이터의 착의 시작 시 기준 위치를 보여준다.

의류의 각 입자에는 여러 힘이 상호 작용하여 착의가 진행되며, 착의 시의 의류 입자 움직임을 계산하는 수치 적분법에는 크게 암시적 적분방법(implicit integration)과 명시적 적분방법(explicit integration)이 쓰인다[4]. 암시적 적분법은 시간 간격에 상관없이 안정적인 착의 결과를 보이지만, 계산 속도가 느린 단점이 있다. 명시적 적분법은 시간간격이 짧으면 정확한 계산 결과를 보이지만, 길어지면 계산결과와 오차가 커지며, 계산 속도가 빠르다. 본 논문에서는 착의 결과를 빠르게 보여주는 오일러



그림 4. 의류의 착의 시작 위치

(Euler)의 명시적 적분방법을 이용하여 입자의 움직임 계산을 하였다. 식 (2)는 오일러의 명시적 적분 방식에 의한 입자 움직임 계산식이다. 여기서 P는 의류 입자의 위치를 의미하고, V는 입자의 속도 벡터, F는 입자에 적용된 벡터 힘, m은 입자의 질량, n은 시간이다.

$$\begin{aligned} V_{n+1} &= V_n + F_{n+1}dt/m \\ P_{n+1} &= P_n + V_{n+1}dt \end{aligned} \quad (2)$$

상의 착의가 시작되면 인체 데이터의 목적에 맞춰 위치되었던 의류 앞뒷면이 인체를 사이에 두고 장력에 의해 서로를 향해 진행하게 된다. 이때 의류 입자 i에 작용하는 힘 벡터 F_i 는 식 (1)의 스프링 힘 벡터 f_i^s 와 의류 사이의 장력 벡터 f_i^t , 의류와 인체 간의 마찰력 벡터 f_i^f 의 합이며 식 (3)으로 표현된다.

$$F_i = f_i^s + f_i^t + f_i^f \quad (3)$$

장력은 의류 데이터의 앞, 뒷면 사이에 작용하는 힘으로 서로 대응되는 점끼리 작용되면서 서로를 향해 진행하여 봉합을 이루게 된다. 봉합이 완료된 후, 의류의 앞면과 뒷면의 대응하는 봉합 점간의 간격은 0이 된다. 마찰력은 의류 질점과 인체 폴리곤 사이에 충돌이 일어날 경우 발생하는 힘으로, 그림 5에서 보는 것과 같이 의류의 계속적인 충돌과 움직임으로 발생하는 의류 흘러내림 현상을 방지해 준다.

식 (4)에서 입자 i에 대한 마찰력 벡터는 f_i^f , 마찰계수는 μ , 입자 i의 속도벡터는 V_i 를 나타낸다. 마찰력은 충돌이 감지된 폴리곤에만 적용되며 x, z 방향으로만 작용하도록 설정하였다. 여기서 마찰계수는 -0.01로 설정하였으며 이는 실험 결과로 정한 것이다.

$$f_i^f = \mu V_i \quad (4)$$

의류의 봉합이 완료되면 봉합이 완료되기 전에 적용해줬던 장력 벡터가 사라지고, 중력 f_i^g 가 적용된

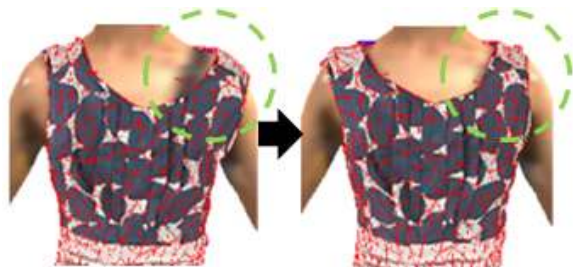


그림 5. 마찰력에 의한 의류 흘러내림 방지

다. 따라서 봉합 후의 입자 i의 힘 F_i 는 식 (5)에서 보이는 것과 같이 스프링 힘 벡터 f_i^s 와 마찰력 벡터 f_i^f , 중력 벡터 f_i^g 의 합이다. 여기서 f_i^g 는 중력 힘으로 m_i 는 입자 i의 질량이고, G는 중력가속벡터, f_i^G 는 입자 i에 가해지는 벡터 힘이다.

$$\begin{aligned} F_i &= f_i^s + f_i^t + f_i^f \\ f_i^g &= m_i G \end{aligned} \quad (5)$$

힘의 상호작용에 의해 움직이던 의류 입자는 인체 데이터의 폴리곤과 충돌을 일으킨다. 이 충돌을 감지하기 위하여 그림 6에서 볼 수 있는 것과 같이 공간을 복셀(한 변의 길이가 0.5인 정육면체)로 나눈 공간 분할방법을 이용하였다. 즉, 의류의 모든 입자와 인체의 모든 폴리곤의 거리를 검사하여 충돌 여부를 판별 할 필요 없이, 의류 입자가 특정 복셀에 들어왔을 때, 이 복셀을 충돌이 일어날 수 있는 유효 영역이라 보고, 이 복셀 안의 인체 폴리곤과 의류 입자 간의 충돌 검사를 하게 되므로 효율적으로 충돌을 감지해 낼 수 있다. 우선 움직이지 않는 인체데이터를 복셀로 나누어주고, 동적상황의 의류 질점이 복셀 안에 들어갔을 때, 이 복셀 안에 위치되어 있던 인체 데이터 폴리곤과 의류 입자 간의 거리를 검사하여 충돌 여부를 판별한다[4,11].

그림 7에서 보는 것과 같이, 이 거리가 0.1 이상이면 명시적 적분법에 따라 의류 입자의 위치 계산을 하고, 거리가 0.1 미만 0.0 이상이면 충돌로 간주하여, 충돌 후 입자의 위치를 계산하기 위하여 식 (6)이 사용된다. 거리가 0.0 미만인 경우도 식 (6)을 사용하여 처리한다.

충돌 처리의 경우, 의류 입자와 인체 폴리곤 사이의 충돌은 비탄성 충돌로 취급하였다. 인체가 의복을 입고 동적인 움직임을 하는 애니메이션 처리의 경우

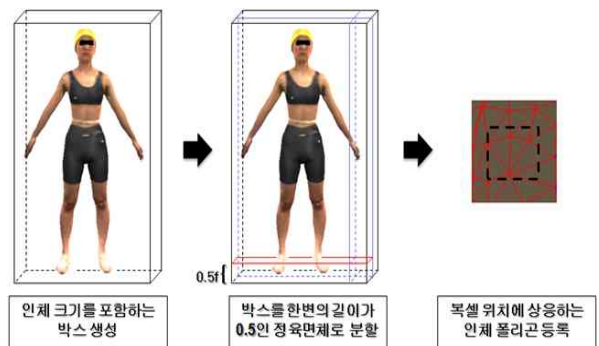


그림 6. 인체데이터의 복셀 재구성

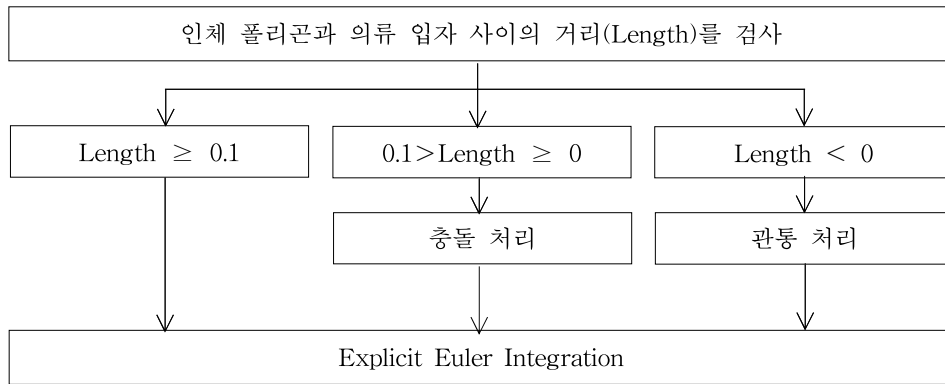


그림 7. 거리에 따른 반응처리

는 탄성 충돌 처리를 해야 하지만 애니메이션 없이 정적인 착장 결과를 보이는 본 시스템에서는 비탄성 충돌 처리로 충분하다. 식 (6)에서 의류 입자가 속도 벡터 V_n 을 가지고 이동하다 충돌을 일으키면, 인체 폴리곤의 법선 벡터 N 에 따라 충격량이 결정되고, 이 충격량에 의해 충돌 후의 의류 입자 속도벡터 V_{n+1} 가 결정되게 된다[12]. 이 과정에서 수직 방향의 속도 성분이 있다면 이는 착의의 진행 속도만을 더디게 할 뿐이므로 V_{n+1} 에는 수직 방향의 성분은 없애고, 수평방향 성분만 남도록 계산된다. 만약 그림 7에서의 거리가 0.0 미만이면 의류 입자가 인체를 관통한 것으로 간주하여, 의류 입자의 위치를 강제적으로 인체 폴리곤 표면에 위치시키게 된다.

$$V_{n+1} = V_n - \frac{N}{|M|} \left(\frac{N}{|M|} \cdot V_n \right) \quad (6)$$

의류에 중력을 적용하면 상의가 목 부분에서 어깨 위로 끌어 내려지고 어깨에 상의가 걸쳐져서 상의 착의가 완료되게 된다. 착의가 완료되었음을 판단하기 위하여 상의의 어깨부터 소매까지 위치된 8개의 점들 (그림 2의 e1~e8)이 이용되었다. 상의에 중력이 적용되면, 어깨 상의 8개의 모든 점은 인체데이터의 어깨 부분과 충돌을 일으켜 식 (7)의 조건을 만족시키게 되고, 착의 시뮬레이션은 종료된다.

$$\text{if}(|\Delta d| < \epsilon \rightarrow 0) \begin{cases} \text{yes} & V_{n+1} = 0 \\ \text{no} & V_{n+1} = V_n + F_{n+1}dt/m \end{cases} \quad (7)$$

여기서 Δd 는 의류입자 i 와 인체폴리곤과의 거리이며, P_i 는 의류 입자 i 의 위치벡터이며, F 는 의류 입자의 힘 벡터, V 는 속도벡터이다.

3.2 하의 착의 알고리즘

하의 앞뒷면 영상에 물리적 성질을 부여한 삼각 폴리곤 모델링을 적용한 후, 그림 4에서 보는 것과 같이, 하의의 착의 기준점 (그림 2의 C_p 점)을 인체의 살점 G_p 와 동일선상의 아래부분에 위치시킨 후, 상의 착의 알고리즘과 같은 방식인 명시적 적분방법을 이용하여 의류의 움직임을 계산한다(참고: 식(2)). 하의 착의에서 입자에는 상의에서와 마찬가지로 식 (3)의 힘이 적용 된다.

상의 착의의 경우 상의를 어깨에 걸어 착의하면 되지만, 하의 착의의 경우 그렇지 않게 때문에 적절한 착의 위치를 찾아 가상 혁대로 고정해야 한다. 이에 따라 가상 혁대가 고정될 위치를 찾기 위해, 실제로 사람이 바지를 착의하는 모습과 유사하게 착의 알고리즘을 구현하였다. 우선 반중력을 적용하여 바지를 다리에서 허리 부분으로 끌어 올려주고, 바지의 가랑이가 인체의 살점에 닿으면 바지의 허리부분을 가상 혁대로 고정시킨다. 식 (8)은 반중력을 적용해 주었을 때의 하의 이동량 결정 식이다.

$$\text{if}(|\Delta d| < \epsilon \rightarrow 0) \begin{cases} \text{yes} & V_{n+1} = 0 \\ \text{no} & V_{n+1} = (V_n + F_{n+1}dt/m) + f_i^f \end{cases} \quad (8)$$

$$\Delta d = G_p - C_p$$

G_p 는 인체의 살점, C_p 는 바지의 가랑이점이며 V 는 하의 의류질점의 속도벡터, n 은 시간, m 은 의류 입자의 질량, F 는 하의 의류입자의 힘 벡터, F_i^f 는 의류입자 i 의 마찰력벡터이다. 반중력 f_i^f 은 중력의 반대방향으로 작용하는 힘으로, 식 (9)은 하의에 적용할 반중력 식이며 여기서 중력가속 벡터가 음수가 된다.

$$f_i^r = m_i G \tag{9}$$

반중력을 적용해 주었을 때 의류 입자 i에 작용하는 힘 F_i 은 스프링 힘 벡터 f_i^s 와 마찰력 벡터 f_i^f , 반중력 벡터 f_i^r 의 합이 되며 아래의 식 (10)로 나타내어진다.

$$F_i = f_i^s + f_i^r + f_i^f \tag{10}$$

식 (9)에서의 이동량 결정 식에 따라 가상혁대의 위치를 결정하고 난 후, 반중력 대신 중력이 가해지게 되면서 의류 입자 i에 작용하는 힘 F_i 은 식 (11)에서와 같이 스프링 힘 벡터 f_i^s 와 마찰력 벡터 f_i^f , 중력 벡터 f_i^g 의 합이 된다.

$$F_i = f_i^s + f_i^g + f_i^f \tag{11}$$

하의가 착의가 착의 완료 조건을 충족하게 되면, 중력에 의하여 밑으로 당겨지는 하의 의류의 움직임이 멈추게 된다. 밑으로 당겨진다는 것은 혁대에 의하여 고정된 채 하의가 당겨지기 때문에, 착의 했을 시의 실제 경우와 같이 옷의 주름 등이 중력에 의하여 당겨져서 아래로 펼쳐지는 과정을 반영하는 것이다. 하의의 착의 완료 조건은 중력의 적용 정도로 결정되는데, 그림 2의 하의에 위치한 e1에서 e4까지의 4개의 점을 이용하여 중력 적용 정도를 판단하여 완료조건이 충족되었는지를 결정하게 된다. 중력 적용이 충분했다면, 반중력에 의해 위 방향으로 당겨 올려진 하의가 혁대와 중력의 적용으로 밑으로 다시 당겨져서 주름이 펼쳐지기 때문에, 시뮬레이션 시작전과 시뮬레이션이 진행된 후의 바지의 길이가 비슷해지게 된다. 이에 따라 e1과 e2의 길이를 l_1 , e3과 e4의 길이를 l_2 로 두고, 이 길이를 이용하여 식 (12)을 만족하게 된다면 착의 완료로 보고 의류의 움직임을 정지시킨다. 여기서 l_0 은 시뮬레이션이 진행되기 전의 l_1 과 l_2 의 본래 길이이며 l_r 은 시뮬레이션이 진행된 뒤의 길이, F는 입자의 힘 벡터, V는 입자의 속도벡터, n은 시간을 나타낸다.

$$\text{if}(|\Delta d_1| + |\Delta d_2| < \epsilon) \begin{cases} \text{yes} & V_{n+1} = 0 \\ \text{no} & V_{n+1} = (V_n + F_{n+1} dt/m) \end{cases} \tag{12}$$

$$\Delta d_1 = l_1^r - l_1^0, \Delta d_2 = l_2^r - l_2^0$$

그림 2에서 보듯이 하의를 평면으로 펼쳤을 때의 모습을 보면, 바지 양옆 두개의 단과 바짓가랑이를 기준으로 한 안쪽 두개의 단을 볼 수 있다. 착의 완료 형태 조건을 검사하려면 이 4개의 단을 모두 정지조

건으로 하는 것 보다는, l_1 과 l_2 처럼 바지 양 옆단 중 하나와 바짓가랑이 쪽의 단 하나를 정지조건으로 하였다. 착의 결과에서는 별 차이 없지만, 완료되는 시점까지의 시간을 절약해 주기 때문이다. 따라서 본 논문에서 착의 완료조건을 위해 길이 l_1 과 l_2 만을 이용하였다.

착의가 완료된 후, 허리부분과 착의된 하의 사이에는 간격이 발생하게 되어 이를 가상 혁대로 조이는 과정이 필요하게 된다. 즉 바지허리 부분의 질점이 혁대가 위치하는 인체 단면의 중심점에 있는 중심점을 향해가면서 바지를 조이게 된다. 중심점을 향해가는 의류 질점의 속도벡터는 식 (13)와 같으며 식 (14)를 만족하게 되면 하의 착의 과정은 종료된다.

$$V_i = \frac{W_i - C_p}{|W_i - C_p|} \tag{13}$$

여기서, V_i 는 의류 질점의 속도 벡터이며 W_i 는 바지 허리부분의 의류 질점 i이고 C_p 는 인체의 중심점이다.

$$\text{if}(|\Delta d|=0) \begin{cases} \text{yes} & V_{n+1} = 0 \\ \text{no} & V_{n+1} = V_n + F_{n+1} dt/m \end{cases} \tag{14}$$

$$\Delta d = W_i - W_{i+1}$$

여기서, W_i 는 벨트 점 i의 위치이고 W_r 은 움직임 후의 벨트 점 i의 위치, V는 입자의 속도, F는 입자의 힘이다.

3.3 의류의 중첩 착의 알고리즘

지금까지의 과정은 하의나 상의 중 하나의 의류만을 착의 할 수 있는 과정으로 상하의를 동시에 중첩 착의를 하기 위해서 추가적인 과정이 필요하게 된다. 그림 8은 중첩 착의 과정을 소개하는 것이다. 우선 하의를 인체 데이터에 착의시킨 후 인체데이터의 좌표계와 의류 데이터의 좌표계를 통합하는 과정을 수행하게 된다. 이를 위하여 인체의 좌표 점, 인덱스 값과 착의된 하의의 각 위치 점, 인덱스 값을 통합하여 새로운 인체 데이터를 만든 후 이를 복셀로 분해하여 재구성한다(3.1의 상의 착의 과정 참조). 이 재구성된 데이터에 의류 봉합과정을 거쳐 상의를 착의 시키게 된다.

4. 실험결과

그림 9, 그림 10은 본 논문에서 제시한 상의 착의

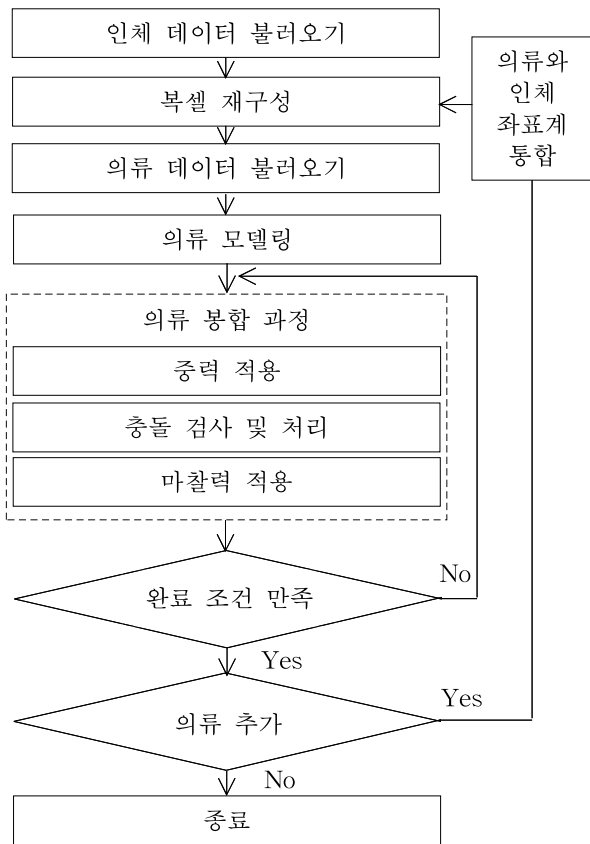


그림 8. 중첩 착의의 순서도

알고리즘에 따른 착의 결과이며, 그림 11은 하의 착의 알고리즘, 그림 12는 중첩착의 알고리즘을 따른 착의 결과이다. 그림 9의 원피스의 경우는 소실되는 부분이 없어 패턴을 이용하지 않아도 착의 모습이나 사이즈 판단을 하는 것에 무리가 없으며, 이는 그림 10의 티셔츠의 경우에도 마찬가지다. 그림 11은 바지

착의 결과를 보여준다. 바지 착장의 경우에도 외관상으로는 가상으로 착의 된 모습이나 실제와 별 차이가 없으나, 가랑이 살 부분의 가려진 부분에 소실된 데이터가 존재한다. 의류 판매점에서 앞뒷면으로만 전시되는 의류(원피스, 티셔츠 등)는 소실 부분이 미미하여 가상 착장시의 모습이나 사이즈 판단에 영향을 끼치지 않는다. 바지는 엉덩이 부분의 불룩한 부분 일부가 소실이 되나, 소실부분이 살 아래 부분으로 통합에만 영향을 미치고 있어, 기립 자세로서 있을 경우 외관상 모습에는 영향을 미치지 않는다. 하지만 바지의 사이즈 적합 여부 판단을 할 경우에는 미 통합 부분의 크기나 모양이 기준이 된다. 따라서 원피스나 티셔츠와는 달리 바지의 사이즈 적합 판단의 경우에는, 미 통합 부분의 크기나 모양을 임상 예와 비교하는 추가적인 연구가 필요하다고 판단하고 있다. 그림 12는 중첩착의의 결과로 하의 착의시킨 위에 상의를 착의시킨 것으로 중첩 착장의 과정이 순조롭게 진행된 것을 볼 수 있다.

가상 착의를 위한 기존의 연구 결과 중 의복의 패턴을 이용한 착의 연구[5,6]의 경우는 의복 영상을 패턴들의 매칭관계를 설정해서 올려야 하기 때문에 임의의 소매업자가 온라인상에서 마음대로 영업을 하기는 쉽지 않다. 따라서 본 연구결과보다 복잡한 패턴을 지닌 의복을 취급할 수는 있으나 상용화의 실용성 면에서 뒤떨어진다. 자연스런 착의 결과를 보여주는 위 실험 결과로 볼 때 복잡하지 않은 의복들의 온라인 판매 상용화는 본 연구가 패턴을 이용한 착의 연구보다 경쟁력을 지닌다는 것을 보여준다.



그림 9. 상의 착의 알고리즘에 따른 착의 결과 (원피스)



그림 10. 상의 착의 알고리즘에 따른 착의 결과 (티셔츠)

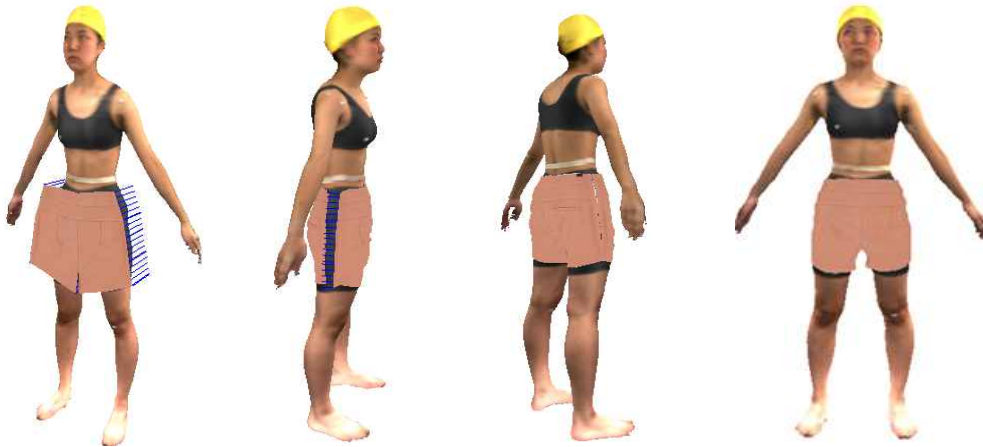


그림 11. 하의 착의 알고리즘에 따른 하의 착의 결과 (바지)



그림 12. 중첩 알고리즘에 따른 상·하의 착의 결과 (바지 위에 티셔츠 중첩 착의)

5. 결 론

본 연구에서는 평면 형태의 앞뒷면 디지털 의류 영상을 인체 데이터에 가상 착의시키는 방식을 제시,

구현하였다. 이 시스템에 의해 온라인 매장에서 의류를 구입 시, 의류가 자신의 인체에 맞는지 사이즈를 알 수 있어 입어보고 사는 것 같이 된다.

이 시스템에서의 착의 방식의 특징은 패턴으로 의

류를 분해하지 않고 단지 앞뒷면 2장의 의류를 인체를 사이에 두고 봉합하여 착의를 하는 것으로 인체가 상의와 하의를 착의하는 방식을 흉내 내는 것이다. 즉 인체를 사이에 두고 봉합된 상의는 위에서 아래로 덮어쓰듯이 착의를 진행하고 하의는 아래에서 당겨 올려 착의를 진행하는 방식이다.

제안된 시스템은 개인용 컴퓨터로 온라인상에서 활용하는데 목적을 두었으므로 착의 방법이 복잡하지 않으며, 중력, 마찰력과 같은 필수적인 힘만 적용 해주었으므로 착의를 위한 계산이 복잡하지 않으면서 현실감도 떨어지지 않는다. 데이터를 제외한 순수 실행프로그램의 크기는 16MB이며, 데이터를 포함한 실행용 프로세스의 메모리 사용량은 약 240MB로 PC나 노트북에서 충분히 실행 가능하다. 또한 실제 인체의 굴곡을 반영하는 레이저스캔 인체 데이터 위에 물리적 특성을 적용한 의류를 중력과 마찰력의 개입 하에 가상 착의하였기에, 사이즈와 착의시의 모습 면에서 오프라인 매장에서 실제로 입어봤을 때의 착의 결과와 유사하게 된다. 이 시스템은 가상으로 의류를 착의 하는 방법을 제시하며, 실제 옷을 입어 보는 것 같은 외관적인 느낌만을 위한 시스템으로 사용자는 온라인 매장에서 의류를 구입하기 전, 이 시스템을 이용하여 의류를 입었을 때의 모습의 근사치를 알 수 있어 의류의 크기, 어울림에 대한 정보를 얻을 수 있다. 하지만 실제로 입어봤을 때 느낄 수 있는 착용감이나, 사용자의 머리 모양, 화장 등의 변화는 줄 수 없다.

의류 데이터의 경우, 의류의 패턴을 이용하지 않고, 의류의 앞뒷면 이미지만을 이용하여 착의 시키는 방식으로 구현되어 있어 의류를 공급하는 공급자가 손쉽게 데이터를 준비할 수 있기 때문에 편의성을 증대시켜 사업화의 실현이 유리하다. 평면으로 펼칠 수 있는 상의나 원피스의 경우 착의된 모습이 의류의 치수를 정확히 반영하며, 착의에 이용되는 앞뒷면의 의류 영상은 원피스나 티셔츠, 바지 등의 패턴이 복잡하지 않은 의류에만 가능하다. 바지의 경우 평면으로 펼칠 수 없기 때문에, 평면으로 찍으면 가랑이 쪽의 데이터가 소실되므로, 바지의 엉덩이 치수의 반영이 세밀하지 않아 이 부분의 개선 연구가 필요하다.

본 연구의 최종 활용을 위한 비즈니스 모델은 다음과 같은 방식으로 진행할 것을 제안한다. 온라인 의류 판매상들로부터 공동 설립된 인체 계측 센터에

서, 자신의 3차원 계측 데이터와 착의 프로그램을 받아 자신의 PC에 저장하고, 온라인 의류소매업자는 자신이 판매할 수 있는 의류의 이미지와 절대 길이를 온라인상에 등록해두면, 일반 소비자는 매장에서 직접 입어보지 않고도 많은 옷들을 가상으로 착의를 해보고 구매를 할 수 있게 된다. 중앙 데이터센터를 따로 두지 않고 자신의 책임 하에 개인의 데이터를 PC에 보관하는 착의 방식은 개인의 정보보호와 관리의 책임 문제에서 분쟁의 소지를 없앨 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] H.W. Seo, S.J. Kim, F. Cordier, and K.H. Hon, "Validating a Cloth Simulator for Measuring Tight-Fit Clothing Pressure," *Proc. of the ACM*, pp. 431-437, 2007.
- [2] D.R. Haumann, "Modeling the Physical Behaviour of Flexible Objects," 1987.
- [3] X. Provot, "Deformation Constraints in a Mass-Spring Model to Describe Rigid Cloth Behavior," *Proc. Graphic Interface*, pp. 147-155, 1995.
- [4] 오승우, Interactive Garment Animation, 한국과학기술원 석사학위논문, pp. 6-57, 2002.
- [5] D. Baraff and A. Witkin, "Large Steps in Clothing Simulation," *Proc. of SIGGRAPH*, pp. 43-54, 1998.
- [6] F. Cordier, H.W. Seo, and N. Magnenat-Thalman, "Made-to-measure Technologies for an Online Clothing Store," *IEEE Computer Graph Appl*, Vol. 23, No. 1, pp. 38-48, 2003.
- [7] N. Magnenat-Thalman, H.W. Seo, and F. Cordier, "Automatic Modeling of Virtual Humans and Body Clothing," *Journal of Computer Science and Technology*, Vol. 19, No. 6, pp. 575-584, 2004.
- [8] C.S. Choi, "기하학적인 의복시뮬레이션에서 가상원통을 이용한 의복 3차원모델의 고속 관통 검사와 수정," 정보과학회 논문지 시스템 및 이론, Vol. 34, No. 10, pp. 521-528, 2007.
- [9] 탁명자, 김치용, "인터넷 패션 쇼핑몰을 위한 가상 피팅 모델 시스템 연구," 멀티미디어학회논문

문지, 제9권, 제9호, 2006.

[10] <http://www.ifashion.or.kr/>, Digital fashion Contents, 2012

[11] Chang-Suk Cho, Jun-Young Park, Adrian Boeing, and Phillip Hingston, "An Implementation of a Garment-Fitting Simulation System using Laser Scanned 3D Body Data," *Computers in Industry*, Vol. 61, No. 6, pp. 550- 558, 2010.

[12] 김주리, 조진애, 정석태, 이용주, 정성태, "계층적 공간 분할 방법을 이용한 의복 시뮬레이션 시스템의 설계 및 구현," 한국 컴퓨터 정보학회 논문지, 제9권, 제4호, 2004.



최 란

2012년 한신대학교 정보통신학과 학사

2012년~현재 한신대학교 정보통신학과 대학원 재학

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 영상 처리



조 창 석

1985년 연세대학교 상경대학 응용통계학과 학사

1992년 일본 게이오대학 이공학 대학원 생체의공학 공학 석사

1995년 동 대학원 공학박사

1985-1995년 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구
구소 선임연구원

1995-현재 한신대학교 IT대학 정보통신학부 교수
관심분야 : 컴퓨터 비전, 컴퓨터 그래픽스