

의복의 3차원 드레이프 표현을 위한 모델 개발

박종규, 강태진

서울대학교 섬유고분자공학과

서론

2차원으로 제도, 재단 과정을 거친 의복 패턴이 3차원의 형상을 갖는 의복으로 만들어져 인체와의 접촉의 결과 생기는 착장 상태를 확인하는 작업에 3차원 의복 CAD 시스템을 이용하면, 직접 재단 봉제 시착(試着) 등 일련의 과정을 거치지 않고도, 만들어진 의복의 형상과 착장 상태를 확인해볼 수 있다는 장점이 있다. 이러한 3차원 시스템에서는 의복의 자연스런 처짐, 이른바 드레이프(drape)를 잘 표현하여야만 실제로 최대한 가까운 의복의 형상을 보여줄 수 있다.

본 연구에서는, 3차원 CAD 시스템의 화면 출력용으로 사용 가능하도록 개발된 직물의 드레이프 표현 모듈을, 인체와의 접촉까지 고려하여 효율적인 성능을 갖게끔 개선하여 의복의 3차원 드레이프를 표현하고자 하였다.

이론적 배경

직물의 드레이프를 해석하는 방법은 크게, 연속체 역학(continuum mechanics)을 이용한 방법 [1]과 비연속체 역학을 이용한 입자 모델(particle-based model)[2] 두 가지로 나눌 수 있다. 이들 방법의 장단점은 저자들이 이미 다룬 바 있다[3]. 저자들이 개발하고자 하는 3차원 CAD 시스템에서는, 역학적인 해석과 정확한 해가 필요할 때에는 유한요소해석을, 사용자 편의를 위한 출력 모듈에서는 상대적으로 속도가 빠른 입자 모델을 상호 보완적으로 사용하였으며, 본 연구에서 논하고자 하는 것은 입자 모델이 사용된 출력 모듈이다.

저자들의 연구로 3차원 CAD 시스템에 사용하기 위해 이미 개발된 모듈을, 인체와 같은 복잡한 형상과의 접촉에 의한 드레이프까지 잘 표현할 수 있게 개선하여 인체가 움직일 때의 의복의 변형 거동을 표현할 수 있게 개선된 모듈을 개발하여 컴퓨터상에서 의복의 착장 상태를 보여줄 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

모델링

입자-링크 시스템

저자들은 직물을 작은 입자들의 모임으로 나누어 그 거동을 해석하는 모델을 만들어 시스템

방정식을 얻은 바 있다[3].

$$\begin{aligned}
 \forall i, \ddot{x}_i &= \frac{k}{m} \sum_j^N C(i,j) \frac{L_{ij} - L_{ij}^0}{L_{ij}^0} && \dots \text{tension} \\
 &+ \frac{B}{m} \sum_j^N \sum_{k=j+1}^N C(i,j) C(j,k) (\theta_{ijk} - \theta_{ijk}^0) && \dots \text{bending and shear} \\
 &+ \frac{\eta}{m} \dot{x}_i + \frac{\mu}{m} (\dot{x}_i)^2 && \dots \text{damping and friction} \\
 &+ g && \dots \text{gravity}
 \end{aligned}$$

각각의 입자는 중력(gravity), 인장(tension), 굽힘(bending and shear), 댐핑과 마찰 등의 힘을 받으며 이 힘들의 합으로 입자에 작용하는 가속도가 얻어지는 N 개의 상미분방정식으로 시스템 방정식이 얻어진다.

여기서 $C(i,j)$ 는 "connection factor"로 정의하여 i 번째 입자와 j 번째 입자가 링크로 연결되어 있으면 1을, 그렇지 않으면 0의 값을 갖게 하였다. L은 링크의 길이, θ 는 링크 사이의 각을 나타낸다. 위 첨자 0는 변형 전 상태를 뜻한다.

직물을 구성하는 각 입자들의 위치 x_i 들은 위 방정식을 계속 수치 적분하여 구할 수 있다. 미소 시간 변이 dt 의 값에 따라 해를 구하는 속도와 해의 안정성이 결정된다.

인체 모형

움직임이 가능한 인체 모형을 만드는 방법으로는, 인체 각 부위를 관절로 연결하여 관절의 굴신 변형으로 운동을 가능하게 하여 모형을 구성하는 방법이 많이 쓰인다.

인체 모형 제작

그림 1(a)에서 개념적으로 보인 바와 같이, 팔 다리 몸통 등의 인체의 각 부분을 실린더로 보고 각 절점들의 좌표를 원통좌표계($R(\theta, z)$)로 추출하여 파일에 저장하였다. 인체 각 부분의 형상은 3차원 계측 장비로 측정하여 얻을 수도 있고, 단순화하기 위해 몇 가지 신체 치수만으로 생성시킬 수도 있다. 본 연구실에서 개발하려는 3차원 의복 CAD 시스템에서 사용될 방법으로는, 인체를 3차원 계측장비로 측정한 기본 데이터를 바탕으로, 생성하려는 인체의 치수에 맞게 계산에 의해 늘이거나 줄여서 원하는 치수의 인체 모형을 생성하는 방법을 시도하고 있다.

이렇게 생성된 각 부분들의 연결 상태는 그림 2에서 보는 바와 같은 트리(tree) 구조로 나타낼 수 있으며, 이들을 조립하여 그림 1(b)에서 보는 바와 같은 인체 모형을 완성하게 된다. 인체의 운동은 각 부위들이 이루는 각도를 바꾸어 줌으로써 구현할 수 있다.

의복과 인체 모형 사이의 접촉점 처리

직물과 인체 모형과의 접촉을 처리하기 위해, 각 입자들의 위치가 인체 모형의 내부에 있는

기를 검사하여 내부에 있으면 밖으로 이동시켰다. 이 검사는 입자 하나를 인체 각 부위에 대하여 일일이 행해져야 하며 어떠한 부위의 내부에도 있지 않아야만 외부에 있다고 판정하는 까다로운 단계를 거치게 된다. 따라서 복잡하고 여러 부분으로 구성된 인체 모형은 단순한 물체에 비해 검사 시간이 훨씬 많이 걸리게 된다.

의복의 드레이프 표현

그림 3는 인체 모형이 다리를 움직일 때 스커트의 움직임 보여주는 예제이다. 스커트는 본 연구실에서 개발하고 있는 2차원 의복 디자인 프로그램으로 패턴을 디자인하여 만든 것이다. 다리를 움직임에 따라 스커트가 드레이프되면서 변형되는 과정을 볼 수 있다.

참고문헌

1. W. R. Yu, Three dimensional Drape Simulation of Woven Fabric, PhD Thesis, Seoul National Univ., 1998.
2. David E. Breen, Michael J. Wozny and Donald H. House, "Particle Model for Drape Simulating the Draping Behavior of Woven Cloth", *Textile Research Journal*, Vol.64, No.11, 1994.
3. 박종규, 강태진, "직물의 3차원 드레이프 표현을 위한 모델 개발", 1998년 봄 한국섬유공학회 학술발표회논문집, pp258-261, 1998
4. Dimitris N. Metaxas, *Physics-Based Deformable Systems*, p171, Kluwer Academic Publishers, 1997.

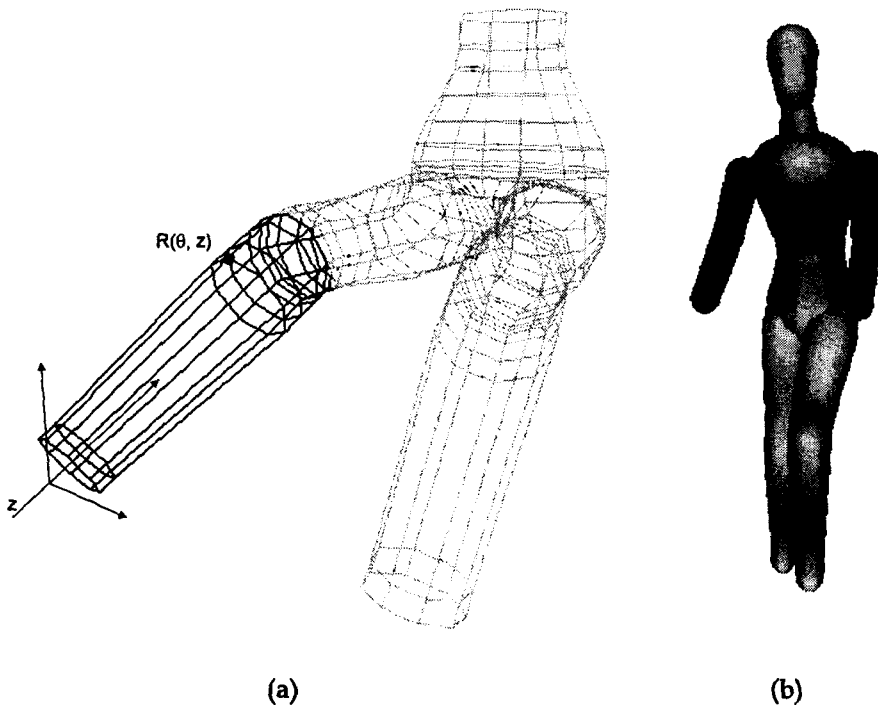


Fig. 1. One part of the human body model (a) and the appearance of the human model (b)

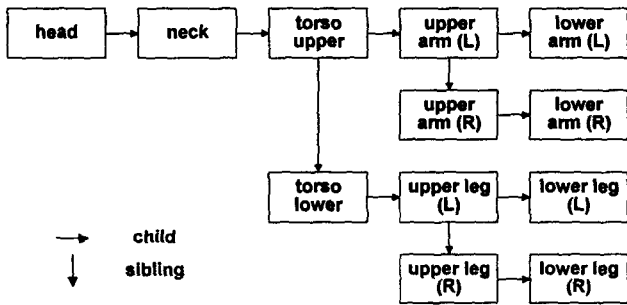


Fig. 2. Tree structure describing the connection among the parts of the human body model