

패션코드를 위한 개인 캐릭터에 의복 3D모델의 정합

조은규*, 최우혁*, 이용원*, 최창석*, 김효숙**

*명지대학교 전자정보통신공학부, **건국대학교 의상학과

e-mail:{ekcho, woohyuk, lee525, cschoi}@mju.ac.kr

Adaptation of the Cloth 3D Models to the Personal Characters for Fashion Coordination

Eun-Kyu Cho*, Woo-Hyouk Choi*, Yong-Won Lee*, Chang-Seok Choi*, Hyo-Sook Kim**

*Division of Electronic, Information and Communication Engineering, Myongji University

**Department of Clothing and Textile, Konkuk University

요약

본 논문에서는 3D 패션 코드를 위해 의복의 3D 모델을 개인 캐릭터에 정합하는 방법을 제안한다. 정합 방법은 의복 모델의 변형, 인체와 의복의 역전 부위 검색, 의복 모델의 수정의 3단계로 나누어진다. 먼저, 인체와 의복이 부위별로 대응을 이루도록 각각에 특징점을 설정하고, 의복의 공극을 고려하여 의복 모델의 높이, 넓이, 두께를 부위별로 변형한다. 의복 3D 모델의 정합 후에도, 부위에 따라 의복의 표면 위에 인체가 노출되는 역전현상이 일어난다. 이를 위해, z-버퍼를 개량한 거리-버퍼의 개념을 제안하여 역전을 효과적으로 검색한다(Collision Detection). 검색된 부위에서 삼각형을 분할하여 의복 모델을 수정한다.

I. 서론

오늘날 인터넷을 이용한 전자상거래, 가상 쇼핑물에서 의류의 구매 추세가 본격화되어, 가상패션코드의 필요성이 증대되고 있다. 현재의 가상패션코드는 대부분 2D영상에 의존하고 있다. 그러나, 고객의 체형과 감성에 알맞은 패션코드를 통해 고객의 만족도를 극대화하기 위해서는, 의복의 3D모델을 이용한 가상공간에서의 3D 패션코드 시스템의 개발이 필수적이다.

3D 패션코드의 실현을 위해서는 한국인 3D 모델 DB와 의복 3D 모델 DB를 구축하고, 개인 캐릭터에 의복 모델의 정합이 필요하다. 개인 체형에 따라 의복 3D 모델의 크기를 변형하여 정합하면, 효율적인 의복 DB 구축과 함께 개인의 체형, 감성, 취향에 맞는 3D 패션코드를 실현할 수 있을 것으로 기대된다. 의복 3D 모델의 정합은 의복 3D 모델의 변형, 인체가 의복 위에 노출되는 역전 검색(Collision Detection), 의복 모델의 수정으로 나누어 생각할 수 있다^[1]. 의복 모델 변형에서는 개인 체형에 따라 종류가 다양한 의복 모델을 효율적으로 변형하는 방법이 필요하다^[2]. 역전 검색에 있어서는 의복의 재질과 디자인에 따라 3D 모델의 꼭지점에 질량을 가정하여, 힘 또는 에너지를 계산하고 인접 꼭지점을 이동하고 있다. 이 방법은 인접 꼭지점간의 힘 또는 에너지의 관계를 수치해석에 의한 반복법으로 구하는 경우가 많아, 계산량이 많고, 결과를 예측하기가 어

렵다^[3]. Web기반 패션코드에는 계산량이 적은 기하학적 방법이 적합하다고 할 수 있다.

본 논문에서는 3D 패션코드를 위해 의복의 3D 모델을 개인 캐릭터에 정합하는 방법을 제안한다. 먼저, 인체와 의복이 대응을 이루도록 각각에 특징점을 설정하고, 의복의 공극을 고려하여 의복 모델을 부위별로 변형한다. 의복 모델 변형 후에도 부위에 따라 의복의 표면 위에 인체가 노출되는 역전 현상을, z-버퍼를 개량하여 제안한 거리-버퍼를 이용하여 검색한다. 검색된 부위에서 의복 모델의 삼각형을 분할하여 의복 모델을 수정한다. 거리-버퍼는 기하학적인 방법으로, 알고리즘이 간단하고, 계산량이 적어 실시간에 가까운 응답속도를 보이고 있는 장점이 있다.

II. 개인 체형에 따른 의복 3D 모델의 변형

1. 의복 3D 모델의 변형 개념

3D 패션코드를 위해서는 한국인의 3D 모델 DB와 의복 3D 모델 DB를 준비한다^{[4]-[5]}. 체형에 따라 구성된 개인의 캐릭터 3D 모델에 의복 3D 모델의 정합이 가능하면, 효과적이고 체계적으로 의복 모델 DB를 구축할 수 있게 된다.

의복의 종류는 다양하기 때문에, 가능한 한 여러 종류의 의복 3D 모델을 개인 체형에 정합할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위해, 인체 모델과 의복 모델에 각

각 특징점을 그림 1과 같이 설정한다. 이들 특징점들은 인체와 의복의 부위별로 대응을 이루어, 다양한 의복 3D 모델의 변형이 가능하도록 정하고 있다.

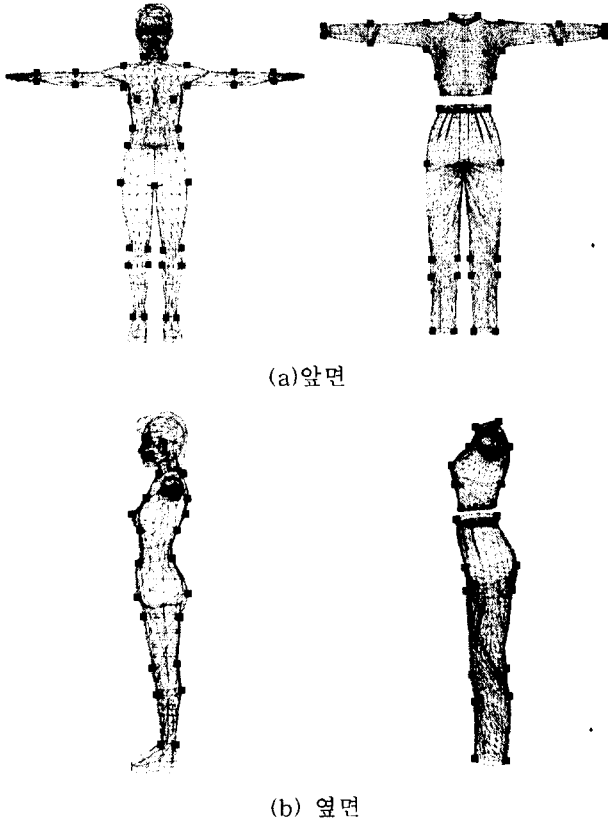


그림 1. 인체와 의복의 특징점

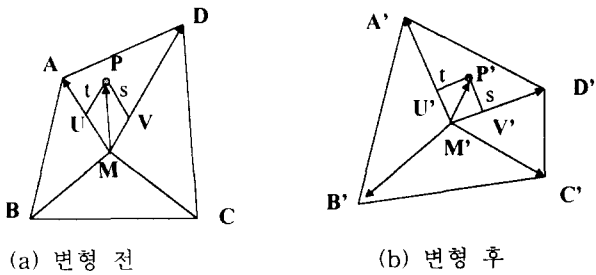


그림 2. 의복 모델의 변형 방법

2. 의복 3D 모델의 변형 방법

변형 방법은 변형할 부위를 포함하는 상하 4개의 특징점을 설정하여, 높이와 넓이를 동시에 2차원 선형적으로 변형하고, 같은 방법으로 두께를 변형한다. 이것을 그림 2에 나타낸다. 먼저, 그림(a)의 특징점 A, B, C, D를 의복의 공극을 고려하여 그림 (b)와 같이 A', B', C', D'로 이동한다. 사각형 ABCD를 무게중심 M을 이용하여 네 개의 삼각형으로 분할한다. 분할된 삼각형 AMD 내의 3D 모델의 꼭지점 P를 그림 (b)에 대응하는 삼각형 A'M'D' 내의 P'에 매핑한다. 즉,

$$P = s \cdot (A - M) + t \cdot (D - M) + M \quad (1)$$

$$P' = s \cdot (A' - M') + t \cdot (D' - M') + M' \quad (2)$$

식 (1)에서 s, t를 구한 후, 식 (2)에 적용하면 P의 대응점 P'를 구할 수 있게 된다. 이와 같은 방법을 이용하여, 높이, 넓이, 두께를 변형하여 개인 캐릭터에 정합한 의복 3D 모델을 그림 3에 나타낸다. 이 방법에서는 인체 모델과 의복 모델에서 대응하는 특징점과 의복 공극을 미리 정해 놓으면, 자동으로 정합할 수 있게 된다.

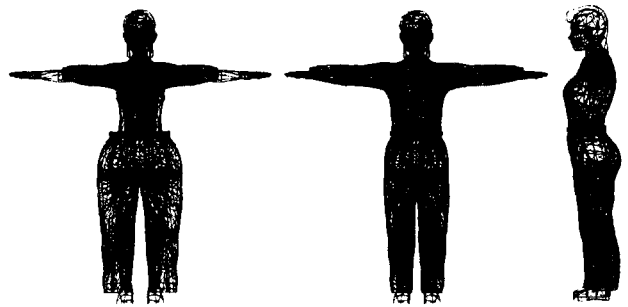


그림 3. 의복 3D 모델의 부위별 정합 과정

III. 인체와 의복의 역전 검색

인체 표면 위에 의복이 정합 되도록 의복 모델을 변형하고 있다. 그러나, 3D 모델의 구조에 따라 부분적으로 의복 모델 위에 인체 모델이 노출되어 역전되는 현상이 발생한다. 역전 부위를 새로 제안한 거리 버퍼를 이용해 검색하여, 역전된 부위에서 의복 3D 모델을 수정한다. 거리 버퍼는 z-버퍼를 개량한 것으로 실시간에 가까운 응답속도를 보이고 있다.

1. 거리버퍼의 개념

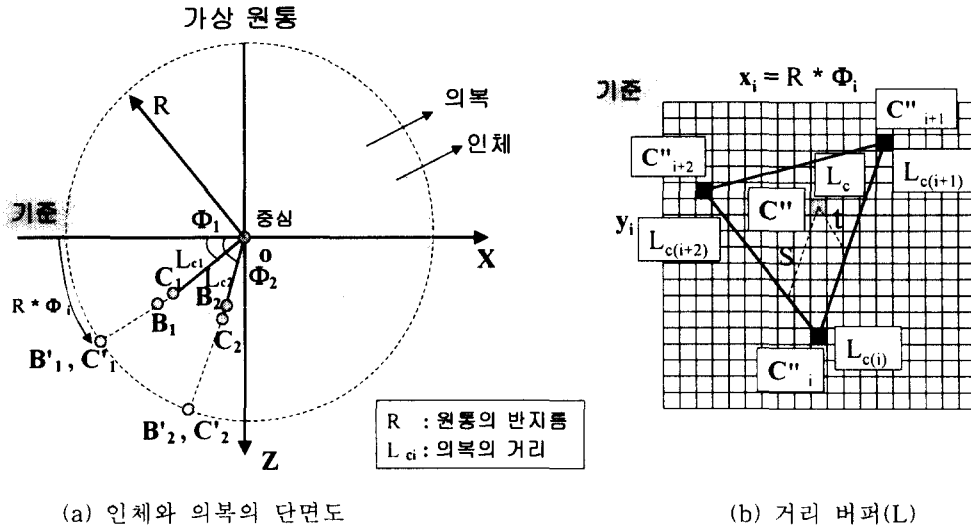
그림 4는 인체 모델에 의복 모델을 정합한 단면도이다. XZ평면에서 인체와 의복 모델을 포함한 가상 원통을 설정한다. 설정된 원통 위에 의복 3D 모델의 꼭지점을 매핑한다. 즉, 가상 원통의 중심축과 의복 모델의 꼭지점, $C_i = (x_i, y_i, z_i)^T$ 의 연장선과 원통이 만나는 점(C'_i)에 매핑된다. 즉, C'_i 에 대응하는 버퍼의 점을 $C''_i = (x''_i, y''_i, L_{ci})^T$ 라 하면,

$$x''_i = R \cdot \phi_i \quad (3)$$

$$y''_i = y_i \quad (4)$$

$$L_{ci} = \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \quad (5)$$

이다. 여기서 R은 가상 원통의 반경이고, ϕ_i 는 C_i 가 기준선과 이루는 각이다. L_{ci} 는 중심축에서 꼭지점까지의 거리이다.



(a) 인체와 의복의 단면도

(b) 거리 버퍼(L)

그림 4. 인체와 의복의 단면에 대한 거리-버퍼의 개념

그림 4 (b)와 같이 삼각형 별로 각 꼭지점에 대한 거리를 버퍼에 저장하여, 삼각형 내부에 있는 각 화소에서의 거리는 다음과 같이 보간한다.

$$C'' = s (C''_{i+1} - C''_i) + t (C''_{i+2} - C''_i) + C''_i \quad (6)$$

$$0 \leq s, t \leq 1, 0 \leq s + t \leq 1 \quad (7)$$

여기서, x'' , y'' 를 이용하여 s 와 t 를 구한 후, C'' 에서의 거리 L_c 를 구할 수 있다. 이와 같이, 거리 버퍼에서 중심축과 의복의 거리를 화소 단위로 구해 두면, 인체 모델과 거리 비교가 용이하게 된다. 즉, 인체 모델과 의복 모델의 구조가 서로 다르기 때문에, 거리 비교시 상호 대응점의 거리를 용이하게 산출할 수 있게 된다.

2. 역전 검색

역전 현상은 인체와 의복의 복잡한 곡면이 다면체로 구성되어 있기 때문에, 의복 모델의 변형 후에도 인체 모델의 꼭지점이나 삼각형의 변이 의복 모델 위에 노출되어 있어 생긴 것이다. 이 역전을 검색하기 위해, 인체의 거리와 의복의 거리를 비교한다. 비교하는 방법은 인체 모델의 꼭지점을 중심으로 비교 한 후, 삼각형의 변을 따라 비교하여 변 중에서 역전 거리가 최대인 지점을 검색한다. 인체 모델을 중심으로 비교하는 이유는 역전 현상을 효과적으로 검색하여, 검색된 점에서 의복 모델의 구조를 수정하기 위해서이다.

꼭지점의 검색은 인체 모델의 꼭지점을 원통 상에 매핑한 후, 꼭지점의 거리를 구하고, 원통의 매핑 점에서의 의복의 거리를 비교한다. 의복의 거리가 멀면 인체 표면에 의복이 있고, 가까우면 인체 내부에 의복이 있게 되어, 역전이 발생하게 된다.

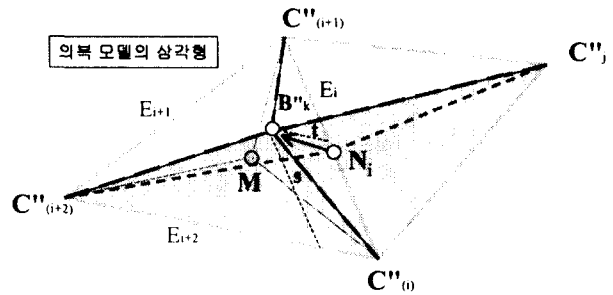


그림 5. 의복 3D 모델의 수정

IV. 의복 3D 모델의 수정

1. 의복 모델의 삼각형 탐색

인체 모델의 꼭지점 B_k 가 역전이 되어 있다면, B_k 를 포함하는 의복 모델의 삼각형을 그림 5와 같이 탐색한다. 탐색 방법은 탐색 속도를 고려하여 2단계로 이루어진다. 먼저 의복 모델의 삼각형 $C_i, C_{(i+1)}, C_{(i+2)}$ 를 포함하는 사각형을 구하여, 인체 모델의 꼭지점의 포함 여부를 판별한다. 사각형 내부에 포함되어 있다면, 다시 의복 모델의 삼각형 포함 여부를 판별한다. B_k 가 삼각형 내에 포함되어 있으면 식 (6)에서 C'' 대신에 B''_k 를 대치하면 식 (7)의 조건을 만족한다.

2. 의복 모델의 삼각형의 수정

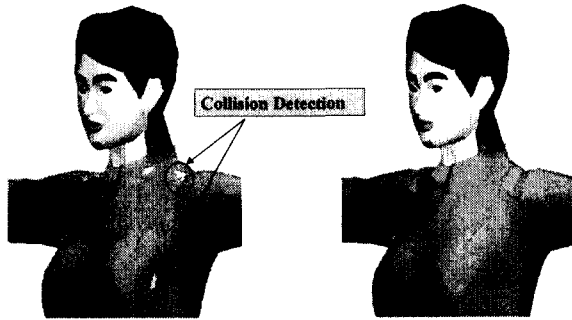
인체 모델의 꼭지점 B_k 가 삼각형 내에 포함되어 있으면, 삼각형의 무게중심 M 을 중심으로 3영역으로 나누어, B_k 가 속한 영역을 탐색한다. 즉, 의복의 삼각형에서 가장 가까운 변을 탐색하여, 그 변에서 삼각형을 분할한다. 먼저, $u=1-s-t$ 를 정의하면, B_k 가 가장 가까운 변을 다음과 같이 탐색할 수 있다.

$$\begin{aligned} &\text{if}(s = \min(s,t,u)), \text{ then } E_{i-2} \\ &\text{else if}(t = \min(s,t,u)), \text{ then } E_i \quad (8) \\ &\text{else if}(u = \min(s,t,u)), \text{ then } E_{i-1} \end{aligned}$$

가장 가까운 변을 E_i 라 하면, 꼭지점 N_i 를 생성하여, 인접 삼각형과 함께 분할하여 꼭지점 N_i 의 위치를 이동한다.

$$N_i = B_k (1 + \alpha / | B_k |) \quad (9)$$

여기서 α 는 의복의 공극에 따라 조정한다. 의복 모델의 삼각형을 분할 한 후, 인체 모델의 삼각형의 변에서 다시 역전 검색을 하여, 역전이 검색되면 의복 모델의 삼각형을 반복적으로 분할한다. 이렇게 하므로써 그림 6과 같이 인체와 의복의 역전을 방지하게 된다.



(a) 역전 현상 (b) 의복모델 수정후
그림 6. 역전검색에 의한 의복 모델의 수정

V. 의복 모델의 렌더링

의복 모델의 변형, 역전 검색, 의복 모델의 수정 과정을 거쳐, 개인 캐릭터에 의복 모델을 정합하고, 렌더링한 예를 그림 7에 나타낸다. 렌더링에서는 셰이딩과 텍스처 매핑을 이용하고 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 기하학적인 방법을 이용하여 의복의 3D 모델을 개인 캐릭터에 정합하는 방법을 제안했다. 먼저, 인체와 의복이 부위별로 대응을 이루도록 특징점을 설정하고, 의복의 공극을 고려하여 의복 모델을 변형한다. 변형된 의복의 표면 위에 인체가 노출되는 역전 현상을 새로 제안한 거리-버퍼를 이용하여 검색한다. 검색된 부위에서 의복 모델의 삼각형을 분할하여 의복 모델을 수정한다. 이와 같은 과정을 통해 다양한 의복을 개인 캐릭터 모델에 정합하면, 3D 패션코디를 실현할 수 있게 된다

본 논문은 한국과학재단 목적기초연구 (2000-2-51400-001-3)지원으로 수행되었음.

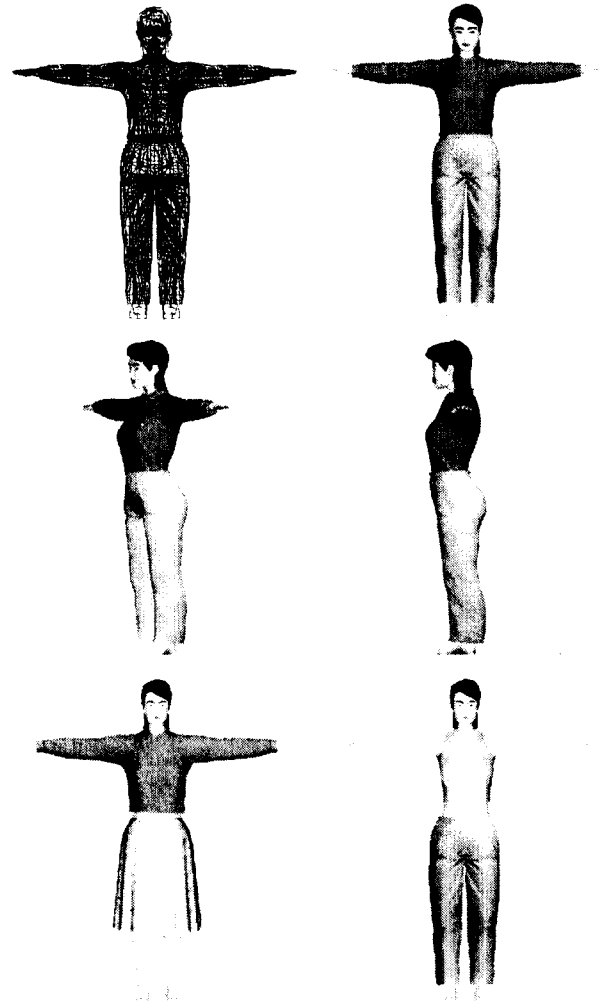


그림 7. 인체 3D 모델에 정합된 의복 3D모델과 렌더링

참고문헌

- [1] Hing N.Ng and R.L. Gramsdale, "Computer Graphics Techniques for Modeling Cloth", IEEE Comput. Graph. Appl., vol.16, no.5, pp.28-41, 1996
- [2] P. Volino and N.M. Thalmann, "An Evolving System for Simulating Clothes on Virtual Actors", IEEE Comput. Graph. Appl., vol.16, no.5, pp.42-51, 1996
- [3] P. Volino and N.M. Thalmann, "Collision and Self-Collision Detection: Efficient and Robust Solutions for highly Deformable Surfaces", <http://miralabwww.unige.ch/ARTICLES/EGCA95.html>. 1998
- [4] 최우혁, 신민영, 최창석, 김효숙, "3D 패션코디를 위한 한국인 3D 모델 DB와 인체 변형", 한국정보처리 춘계학술대회, vol.8, no.1, pp.1217-1220, 2001
- [5] 최우혁, 신승철, 최창석, 김효숙, 강인애, "스커트 3D 모델의 자동 생성과 3D 드래핑", 대한전자공학회 하계 학술대회, 인쇄중, 2001