

다양한 의복의 2D패턴구성을 통한 3D모델의 자동생성

강성휘*, 신승철*, 조은규*, 장운석*, 최창석*, 김효숙**

*명지대학교 전자·정보통신공학부, **건국대학교 의상학과

*e-mail:{swhee, jjanggu, ekcho, mtoi2000, cschoi }@mju.ac.kr

Automatic generation of 3D Models Using Construction of Cloth 2D Patterns

Seong-Whee Kang*, Seung-Chul Shin*, Eun-Kyu Cho*, Woon-Seok Chang*, 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 의복의 2D패턴을 구성하여, 3D모델을 자동생성하는 방법을 제안한다. 먼저, 의복의 2D CAD 패턴으로부터 여러가지 의복 2D모델을 자동생성한 후, 의복 패턴별 2D모델을 봉합(Seaming)하여 3D모델을 생성한다. 봉합과정에서 B-Spline을 이용하여 인체의 굴곡과 의복의 공극을 고려하여 의복착용 후의 3D모델을 재구성하고, Z-buffer를 개량한 거리버퍼를 사용한 선적분을 통하여 3D모델을 구성하고 있다. 이때 의복의 3D모델의 구조에 따라 부분적으로 의복 표면의 인체가 노출되는 현상을 검색하여(Collision Detection), 의복 3D모델을 부분적으로 수정하고 있다. 나아가서, 의복 원단에 대한 텍스처DB를 구축하여 다양한 색상의 의복을 코디할 수 있다.

I. 서론

오늘날 인터넷을 이용한 전자상거래, 가상 쇼핑몰에서 의류의 구매 추세가 본격화되어, 가상패션코디의 필요성이 증대되고 있다. 현재의 가상패션코디는 대부분 2D영상에 의존하고 있다. 그러나, 고객의 체형과 감성에 알맞은 패션코디를 통해 고객의 만족도를 극대화하기 위해서는, 의복의 3D모델 DB구축과 개인체형에 의복모델의 정합을 통해서 가상공간에서의 3D패션코디 시스템의 개발이 필요하다.

3D패션코디를 위해서 다양한 종류와 디자인의 의복에 대해서 의복 3D모델을 생성하여 DB로 구축한다. 의복모델의 생성은 3D모델 제작툴(3D Max, Maya 등)을 이용하는 방법과 의복 2D CAD 패턴을 봉합하여 의복제작과정을 자동화하는 방법으로 나누어 볼 수 있다. 전자는 3D모델러가 의복의 종류와 디자인에 따라 3D모델을 생성하여, 3D 드래핑까지 만들고 있어, 다양한 의복 3D모델의 제작이 가능하나, 많은 수작업이 수반된다. 이에 비해, 후자는 의복 2D CAD 패턴으로부터 2D모델을 생성한 후, 인체의 굴곡에 따라 2D패턴을 봉합하고(seaming), 3D 드래핑 과정을 거쳐 의복 3D모델을 대부분 자동으로 생성하는 방법이다.^[1] 3D모델 제작툴에 비해 저비용으로 DB를 구축할 수 있는 가능성이 있으나, 의복의 종류가 다양하고, 제작과정이 복잡하기 때문에 이에 대한 많은 연구가 필요하다.

봉합과 드래핑과정에서 힘 또는 에너지 함수를 이용하

는 물리적인 방법의 연구가 많으나, 계산과정이 복잡하

고 결과 예측이 어렵다.^[2] 이에 반해, 의복착용 후의 모습을 기하적으로 근사하는 방법은 계산이 비교적 복잡하지 않고, 직관적이지만 수작업이 수반되는 경우가 있다.

본 연구에서는 의복의 2D디자인 패턴으로부터 2D모델을 구성하여, 봉합(seaming)과정을 거쳐 3D모델을 자동 생성하는 방법을 제안한다. 먼저, 의복 2D 디자인 패턴으로부터 CAD 패턴을 구성한 다음, 의복 2D모델을 자동 생성한다. 의복부품별 2D모델을 조합하여 봉합과정을 거쳐 기하학적인 방법으로 3D모델을 자동생성한다. 봉합과정에서는 인체의 굴곡과 의복착용 후의 공극을 미리 고려하고, 새로 제안한 거리버퍼를 이용하여 2D모델에 대응하는 의복 3D모델을 자동구성한다.

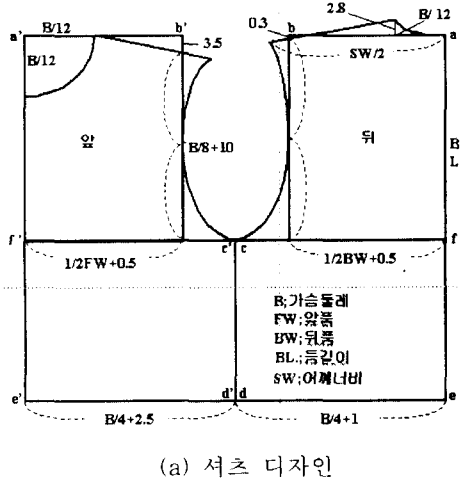
II. 의복의 CAD 패턴과 2D모델 구성

1. 의복의 CAD 패턴의 구성

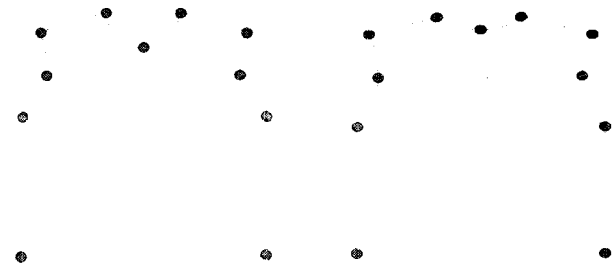
인체 데이터로부터 의복의 2D 패턴을 구성하는 과정은 의상제작분야에서는 CAD화된 툴이 널리 이용되고 있다. 셔츠를 예로 들면, 그림1과 같다. 그림1(a)는 셔츠를 디자인하는 방법을 나타낸 것으로, 좌우가 대칭이기 때문에, 앞과 뒤의 반씩을 나타낸 것이다.^[3]

그림1(a)의 방법에 따라 CAD 패턴의 구성을 자동화하면 그림1(b)와 같다. 이들 CAD 패턴에서 모서리와 굴

곡이 심한 점을 특징점으로 설정한다. 이들 특징점을 이용하면 의복 2D모델의 자동 생성과정이 용이해진다.



(a) 셔츠 디자인



(b) 셔츠의 CAD 패턴(앞, 뒤)

그림 1. 의복의 디자인과 CAD 패턴

2. 의복 2D모델의 자동생성

의복의 2D모델을 자동 생성하기 위해, CAD 패턴 위에 그림2와 같은 격자모델을 생성한다. 이 모델은 CAD 패턴을 포함하도록 중첩으로 선을 그어 만든 것으로, 그림1(b)의 특징점을 통과하고 특징점들 사이는 인체의 굴곡을 고려하여 일정한 간격으로 한다. 격자의 교차점을 2D모델의 꼭지점으로 설정하고, 인접한 세 꼭지점을 반시계 방향으로 연결하여 삼각형의 표면을 정의한다. 격자모델로부터 CAD 패턴의 윤곽의 외부점을 제거하여 의복의 2D모델을 구성한다. 외부점의 제거시, CAD 패턴의 내부와 외부에 걸친 삼각형이 있기 때문에, 그림3과 같은 처리를 한다. 2D패턴의 모서리와 굴곡이 심한 점을 특징점으로 설정하므로써, 모서리에 따라 복잡하게 형성되는 꼭지점과 삼각형을 고려하지 않아도 되기 때문에, 외부점을 제거하는 과정이 단순화되는 잇점이 있다.^[4]

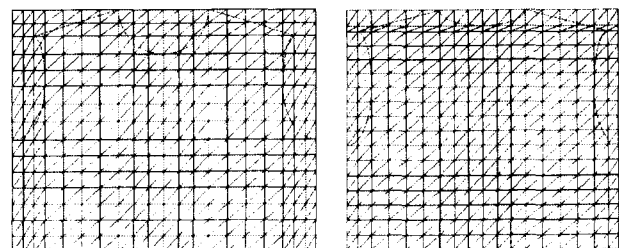


그림 2. 셔츠 CAD 패턴의 2D격자모델

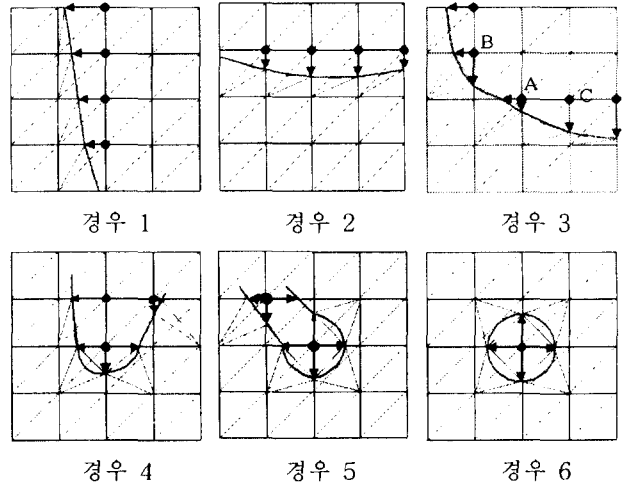


그림 3. 격자모델의 외부점 제거

- (1) 꼭지점을 좌우, 상하로 스캔하면서 윤곽의 바로 외부에 있는 점이 어느 윤곽으로 이동할 것인지를 마킹한다.
- (2) 경우1 : 꼭지점을 좌측에서 우측으로 스캔하면서 좌측 윤곽의 직전의 점, 우측 윤곽의 직후의 점은 윤곽선으로 이동한다. 이동한 후에도 삼각형의 연결정보는 변하지 않는다.
- (3) 경우2 : 꼭지점을 상측에서 하측으로 스캔하면서, 상측 윤곽의 직전의 점, 하측 윤곽의 직후의 점을 윤곽선으로 이동한다. 삼각형 연결정보는 동일하다.
- (4) 경우3 : 하나의 꼭지점이 윤곽선상의 두 점으로 이동할 경우는 꼭지점을 분할하고, 주변의 삼각형을 고려하여, 삼각형의 표면을 재구성한다. 즉, 주목의 꼭지점 A에서 볼때, 두개로 분할되는 점B와의 사이에서는 새로운 삼각형이 생성되지만, 단순히 이동하는 점C 사이에서는 삼각형 연결은 변하지 않는다.
- (5) 경우4 : 꼭지점을 3개로 분할하고 경우3과 유사하게 주변에 따라 삼각형 표면을 수정한다.
- (6) 경우5 : 꼭지점을 4개로 분할하는 경우로, 폐곡선을 이루지 않는 경우이다.
- (7) 경우6 : 윤곽이 한 꼭지점을 중심으로 폐곡선을 이루는 경우이다. 꼭지점이 4개로 분할된다.
- (8) 경우에 따라, 격자모델을 수정하여, 윤곽선 외부의 꼭지점과 삼각형을 제거하여 그림4와 같은 의복의 2D모델을 자동 구성한다.

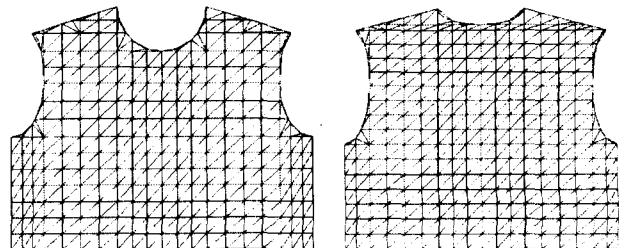


그림 4. 의복의 2D모델

3. 의복의 2D모델 DB

상기의 방법을 이용하여 여러가지 의류 디자인 패턴에 대한 2D모델을 구성하여 DB로 구축하고 있다. 이에 대한 예를 그림5에 나타낸다.

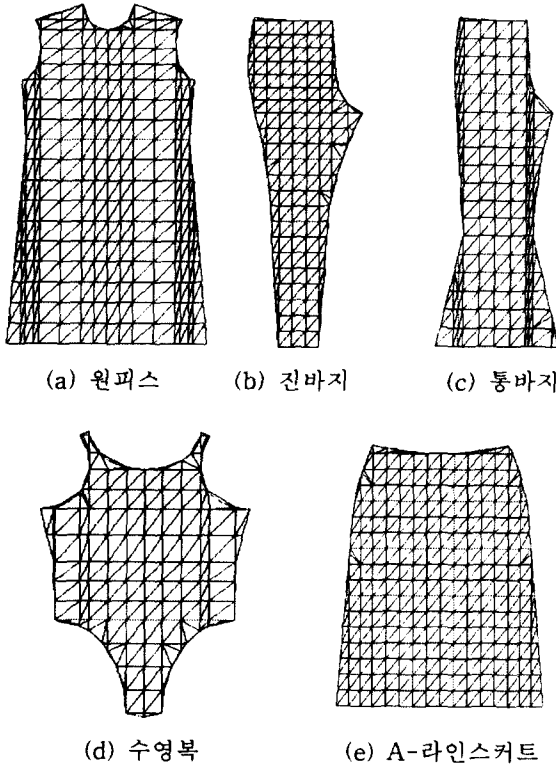


그림 5. 의복 종류별 2D모델의 DB

III. 의복 3D모델의 자동구성

인체의 굴곡과 의복의 공극을 고려하여 앞, 뒤의 의복 2D모델을 조합하여 3D모델로 구성하고 있다. 의복 3D모델의 구성은 인체 3D모델을 이용하여 의복착용 후의 곡면형성과 2D모델을 조합하는 통합과정으로 나누어 볼 수 있다.

1. 의복착용 후의 인체곡면 형성

인체에 의복을 착용한 모습은 의복의 종류, 디자인, 원단 재질에 따라 달라진다. 의복의 일부는 피부와 접촉되어 인체의 굴곡이 드러나고, 일부는 피부와 떨어져 공극을 형성한다. 이를 위해 인체 3D모델에 특징점을 설정하고, 인체굴곡을 참조할 부분과 의복의 공극이 있는 부분을 B-Spline을 이용하여 조화있게 통합하여 의복착용 후에 예상되는 곡면을 형성한다. 그림6의 예에서는 여성의 상반신에 비교적 타이트한 옷을 착용할 때의 모습이다. 즉, 상반신에서는 용기되어 있는 가슴의 양쪽 측면이 인체굴곡에 따라 드러나고, 가슴 사이는 공극이 생긴다.

2. 2D모델의 통합

의복 2D모델의 꼭지점 P(x, y, 0)를 재모델링한 인체의 곡면 위의 점 P'(x', y', z')에 그림7과 같이

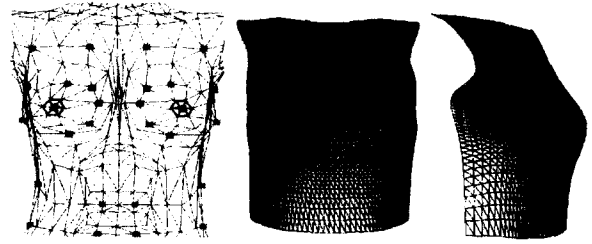


그림 6. 의복착용 후 상반신의 인체곡면 형성

매핑시켜 2D모델을 통합하여 의복의 3D모델을 구성하고 있다. 매핑방법은 인체측면에 있는 의복 재봉선을 기준으로 하여 P까지의 평면거리와 인체곡면을 따라 P' 까지 선적분한 거리가 일치하도록 매핑하고 있다.

임의의 인체 곡면을 따라 선적분하는 방법은 거리버퍼를 이용하고 있다. 거리버퍼의 개념은 그림8과 같다.^[5] 인체곡면을 포함하는 가상원통을 설정하여, 인체 3D모델의 꼭지점P' 를 인체 중심축으로부터의 연장선과 가상원통이 만나는 점 P''에 매핑하여, P' 의 거리Lp를 거리버퍼L에 저장한다. 삼각형별로 꼭지점의 거리를 버퍼에 저장한 후, 삼각형 내부의 화소의 거리는 보간한다. 이와 같이 거리버퍼의 화소별로 거리를 구하므로써, 인체곡면을 따라 선적분이 용이하게 된다. 즉, 기준선으로부터 인체표면 위의 점 P' 까지의 거리를 x 라 하면

$$x = \sum_{i=1}^k L_i \cdot \Phi \tag{1}$$

$$\Phi = 1 / R \tag{2}$$

여기서, L_i는 거리버퍼에 저장된 중심축에서 인체곡면까지의 거리이고, Φ 는 버퍼의 1화소가 이루는 가상원통의 중심각이다. P(x, y, z)에 대응한 P'(x', y', z')는

$$x' = L_p \cos(p \cdot \Phi) \tag{3}$$

$$z' = L_p \sin(p \cdot \Phi) \tag{4}$$

$$y' = y \tag{5}$$

이다. 그림7은 이와 같은 방법으로 의복 2D모델의 꼭지점을 재모델링한 인체의 곡면상에 매핑한 3D모델을 나타낸다.

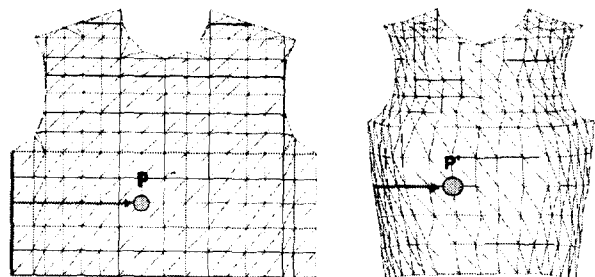


그림 7. 선적분을 이용한 의복 3D모델의 구성

3. 의복 3D모델의 수정

의복 2D모델을 재모델링한 인체표면상에 매핑 후에도, 의복 3D모델에서 부위에 따라 의복 표면 위에 인체가

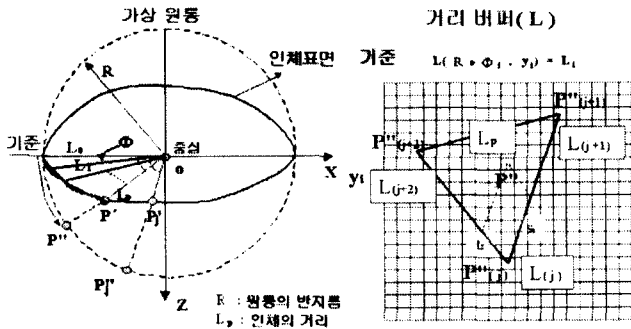


그림 8. 3D인체 모델에 대한 거리버퍼의 개념

노출되는 역전현상이 발생한다. 이것은 인체와 의복의 3D모델이 삼각형으로 이루어진 다면체로 근사되어 있기 때문에 일어나는 현상이다.(그림9) 이 경우 거리버퍼를 이용하여 역전을 검색하고, 의복모델을 수정하고 있다.^[5]

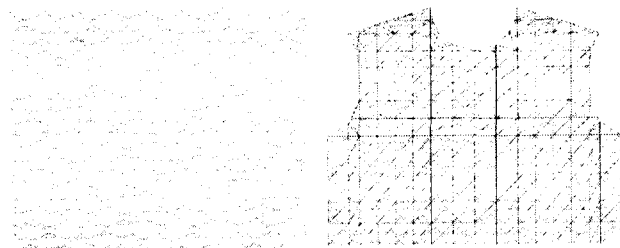


(a) 역전검색 (b) 수정된 3D 모델

그림 9. 역전검색과 수정된 3D 모델

IV. 의복의 3D렌더링

의복의 3D모델을 렌더링하기 위해, 그림10(a)와 같이 의복의 원단을 준비한다. 의복의 원단을 2D CAD패턴의 모양에 따라 재단을 한 후, 그림10(b)와 같이 2D모델을 중첩시킨다. 이것이 3D모델의 매핑소스가 된다. 이 매핑소스를 이용하여 3D모델에 셰이딩과 텍스처 매핑을 동시에 수행하면 그림11과 같이 인체모델에 의복을 코디할 수 있게 된다. 나아가서 여러가지 원단을 이용하면, 다양한 색상의 의복 코디가 가능하게 된다.



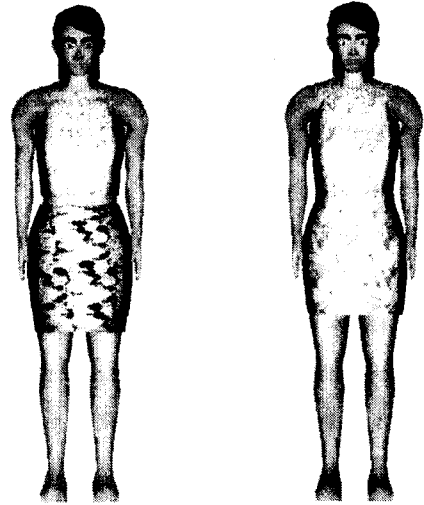
(a) 의류 원단 텍스처 (b) 의복 2D 모델에 대한 원단 텍스처

그림 10. 3D모델에 매핑을 위한 원단 텍스처

V. 결론

본 논문에서는 의복의 2D패턴을 구성하여, 3D모델을

자동생성하는 방법을 제안했다. 먼저, 의복의 2D CAD 패턴으로부터 여러 가지 의복 2D모델을 자동생성한 후,



(a) 셔츠와 스커트 (b) 원피스

그림 11. 의복 3D모델의 셰이딩과 텍스처 매핑

의복 패턴별 2D모델을 봉합(Seaming)하여 인체에 효과적으로 정합하여 3D모델을 생성한다. 봉합과정에서 인체의 굴곡과 의복의 공극을 고려하여 B-Spline을 이용하여 의복착용 후의 3D모델을 재구성한 후, Z-buffer를 개량한 거리버퍼를 사용한 선적분을 이용하고 있다. 이때, 의복 표면의 인체가 노출되는 현상을 검색하여, 의복 3D모델을 부분적으로 수정하고 있다. 나아가서, 의복원단에 대한 텍스처DB를 구축하여 다양한 색상의 의복을 코디할 수 있다.

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

참고문헌

- [1] Hing N. Ng and R. L. Grimsdale, "Computer Graphics Techniques for Modeling Cloth", IEEE Comput. Graph. Appl., vol.16, no.5, pp.28-41, 1996
- [2] P. Volino, N. M. Thalmann, S. Jianhua and D. Thalmann, "An Evolving System for Simulating Clothes on Virtual Actors", IEEE Comput. Graph. Appl., vol.16, no.5, pp.42-51, 1996
- [3] 김효숙, "여성복 디자인과 패턴구성", 경춘사, pp.12-13, 1997
- [4] M. Aono, P. Denti, D. E. Breen and M. J. Wozny, "Fitting a Woven Cloth Model to a Curved Surface: Dart Insertion", IEEE Comput. Graph. Appl., vol.16, no.5, pp.60-70, 1996
- [5] 조은규, 최우혁, 이용원, 최창식, 김효숙, "패션코디를 위한 개인 캐릭터에 의복 3D모델의 정합" 한국신호처리·시스템학회 하계 학술대회, 인쇄중, 2001.