

# 이미지 변형 기법을 이용한 가상 드레스업 시스템

김나리<sup>o</sup>                      윤종철                      이인권

연세대학교

{wassupnari, media19}@cs.yonsei.ac.kr, iklee@yonsei.ac.kr

## Virtual DressUp system by using image deformation method

Nari Kim<sup>o</sup>                      Jong-Chul Yoon                      In-Kwon Lee

Yonsei University

### 요약

본 논문에서는 사용자가 입력한 사람의 신체 모델과 모델에 입혀질 옷의 두 이미지를 입력으로 하여 2D상에서 옷과 모델이 잘 어울리게 입혀지는 가상의 드레스업(Dress up) 시스템을 제안한다. 첫 번째 단계에서는 골격 구조의 조인트 정보를 이용하여 옷 이미지를 크게 변형시킨다. 다음으로 옷의 경계에 있는 점들을 샘플링 하여 모델의 경계에 있는 점과 매칭 시키고 그 점들을 이용해 최적화 단계를 거쳐 최종적인 피팅 결과를 도출해 낸다. 두 단계를 거쳐 피팅된 옷의 경우 평면적으로 보이기 때문에 부자연스러운 결과를 보이게 되므로 자연스러운 렌더링 결과를 위해서 이를 3D로 재구성(reconstruction)시킨다. 재구성된 3D구조로부터 웨이딩 정보를 가져와 다시 2D상에서 렌더링을 함으로써 최종적인 결과를 도출하게 된다. 본 연구에서 제안된 시스템을 통해 2D 기반의 가상 옷 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있게 된다.

### Abstract

This paper introduces a virtual dress up system, according to user's input model and garment image. At first step, we deform the garment image by using skeleton structures and ARAP method. Next step, sampling the boundary points and find their matching vertices which are used for optimizing the boundary fitting. In 2D rendering of the dress up, they have some unrealistic results, so we reconstruct the garment mesh to the 3D mesh. Rendering from the reconstructed 3D mesh, we can get the final dress up result. We present that our system produce a visually plausible and well-fitted virtual dress up results.

키워드: 이미지 변형, 가상 드레스업

Keywords: image deformation, virtual dress up

## 1. 서론

최근 웹의 발전과 함께 인터넷 상에서 물건을 구매하거나 혹은 판매하는 전자상거래(e-commerce)의 이용이 증가하고 있다. 이와 같은 인터넷 쇼핑에서 일반 사용자들은 인터넷 상의 전시된 제품을 관찰 및 비교하고 주문을 체결하게 되는데 인터넷 쇼핑의 특성상 소비자가 실질적으로 상품을 체험할 수 없기 때문에 소비자의 구매의사는 전적으로 제품에 대한 정보를 바탕으로 이루어지게 된다. 이 과정에서 사용자가 옷을 구매할 때 크게 고려하는 요소 중 하나는 옷의 디자인 혹은 컬러

등이 자신에게 얼마나 잘 어울리느냐와 옷의 사이즈가 사진의 몸에 얼마나 잘 맞느냐 하는 것이다. 따라서 소비자의 신체를 고려한 옷의 착용감과 같은 쇼핑 정보를 제공해 줄 수 있다면 사용자의 구매 의사에 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다.

이러한 사용자의 필요로 인해 사용자와 동일한 형태의 가상 아바타를 만들고 생성된 3D 모델 위에 다양한 옷을 입혀볼 수 있는 시스템들이 생겨났다 [1, 2]. 자신과 닮은 3D 아바타를 생성하기 위해서는 사용자가 3D 스캔 장비를 보유하고 있는 장소에 직접 찾아가서 자신의 신체를 촬영하게 되는데 실제

사용자의 모습과 거의 유사한 형태의 아바타를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 하지만 일반 사용자들이 3D 스캐너를 이용하기에는 비용적, 위치적, 그리고 시간적 부담이 크기 때문에 실생활에서 사용하기에 다소 어렵다는 단점이 있다.

본 연구에서는 이전에 소개된 3D 스캐닝 기법을 이용한 직물 시뮬레이션(cloth simulation) 방법이 가지고 있는 시간적, 비용적인 측면을 보완할 수 있는 2D 기반의 드레스 업 방법을 제안하고자 한다. 본 연구에서는 사용자들이 쉽게 접할 수 있는 디지털 카메라 등으로 촬영한 이미지를 이용하여 모델에 옷이 입혀지는 알고리즘을 제안한다.

본 연구에서 제안한 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 시스템을 사용하는 사용자는 크게 옷을 판매하는 사람과 인터넷 쇼핑몰에서 옷을 구매하는 소비자의 두 부류로 나누어진다. 먼저 사용자는 전처리 단계에서 알파맵 추출, 골격 구조 셋팅, 경계(Boundary) 조건 설정의 세 가지 과정을 거쳐 드레스 업 과정에 필요한 정보들을 저장한다.

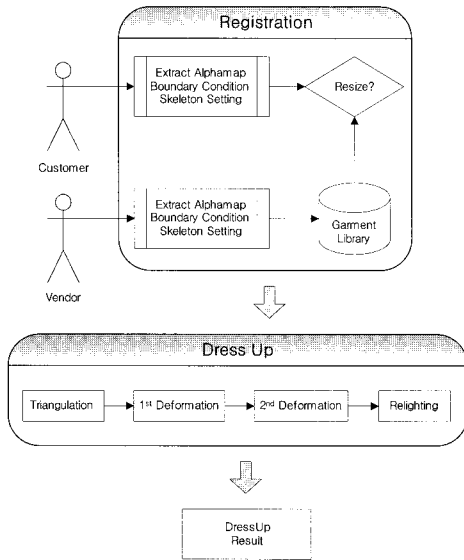


그림 1: 제안된 시스템의 전체 구성도

사용자의 전처리 과정이 끝나고 나면 추출된 경계의 정보로부터 델루니 트라이앵글레이션(Delaunay triangulation) [3] 방법을 이용한 옷 이미지의 메쉬 구조를 생성한다. 그리고 생성된 메쉬 구조에 대해 Igarashi [4] 등이 제안한 As-Rigid-As-Possible(이하 ARAP) 방법을 이용하여 대략적인 1차 변형 과정을 거친다. 이 단계에서 처리되지 않은 경계 부분에서의 세부적인 피팅 처리를 위해서 최적화 방법을 이용한 2차 변형 과정을 거치게 된다. 두 단계의 변형 과정을 통해 모델의 경계에 맞게 잘 변형된 옷의 결과를 얻을 수 있다.

단순히 평면적으로 입혀진 옷과 모델의 결과에 조금 더 사실적인 렌더링을 추가하기 위해서 2D 메쉬 구조를 3D 형태로 재

건(Reconstruction)하고 재건된 3D 메쉬 구조에 라이팅(Lighting)을 적용한다. 모델 이미지로 부터 얼굴 영역을 추출하고 추출된 얼굴 영역에 대한 Luv 컬러 공간에서의 밝기(Illumination) 정보를 분석하여 광원의 위치를 추정한다. 추정된 광원을 이용하여 재건된 3D 구조에 라이팅을 적용함으로써 더욱 사실적인 드레스 업 결과를 얻을 수 있다.

제안된 드레스 업 방법은 기존의 3D 스캐너를 사용하는 방법에서 가지고 있는 위치적, 시간적 제약점들을 보완하며 사용자에게 쉽고 빠른 드레스 업 결과를 제공한다는 장점이 있다. 또한 한 장의 이미지를 이용하여 실시간으로 변형되는 알고리즘을 적용하였기 때문에 빠른 시간 내에 결과 이미지를 생성할 수 있다. 따라서 쉽게 다른 시스템과의 통합이 가능하며 웹에서 사용가능한 어플리케이션으로 응용할 수 있다. 본 시스템을 이용하여 실제 전자 상거래 사이트에서 소비자들에게 맞는 정보를 제공해 줌으로써 사용자의 구매 의사에 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다.

## 2. Registration

본 시스템을 사용하는 사용자는 크게 옷을 판매하는 사람과 옷을 구매하는 소비자로 나눌 수 있다. 옷을 판매하는 사람은 판매될 옷을 전 처리(Registration) 하고 전 처리된 옷들을 데이터베이스화 하게 되며 옷을 구매하는 사람은 자신의 사진을 로딩한 후 동일한 전처리 과정을 거쳐 최종적으로 옷이 입혀지는 결과를 얻을 수 있게 된다.

전처리 과정에서 사용자는 옷과 모델의 알파맵(Alpha map) 이미지를 추출해내는 과정을 거치게 되는데 이 단계에서 우리는 Jue Wang [5] 등이 제안한 SoftScissor 툴을 이용하여 옷과 배경, 혹은 모델과 배경을 분리해 낸다. 그리고 얻어진 알파맵에 대해 옷 이미지의 경계를 구분해 주는 과정을 거친다. 다음으로 옷과 모델 간의 맵핑되는 정보를 저장하기 위해서 골격 구조(Skeleton structure)를 사용하여 각 조인트의 좌표를 이동 시킴으로써 옷과 모델에 알맞은 형태로 맵핑하게 된다. 그림 2와 3은 각각 골격 정보의 맵핑 결과와 추출된 알파맵 위에 경계 정보를 구분해 준 결과를 보여준다.

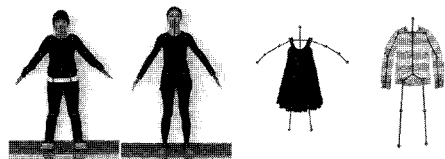


그림 2: 모델과 옷의 이미지에 대한 골격 구조 맵핑 결과



그림 3: 옷과 모델의 경계 매칭을 위해 옷 이미지의 경계 정보를 구분해 주는 예

### 3. 드레스 업

본 장에서는 이전 장에서 설명한 전 처리과정을 거친 옷과 모델 이미지의 정보들을 이용하여 옷 이미지를 모델에 맞게 입혀주는 방법을 설명한다. 이미지의 변형을 위해 삼각형의 메쉬 구조를 형성하고 생성된 메쉬 구조를 바탕으로 1차 변형과 2차 변형 과정을 거치며 변형된 결과에 새로운 라이트를 적용함으로써 최종적인 드레스 업 결과를 도출한다.

#### 3.1 삼각형 메쉬 구조 형성

이미지 상에 존재하는 물체의 변형을 위해 먼저 변형시키고자 하는 옷의 영역을 알파맵을 이용하여 분리해 낸 후 삼각형 메쉬 구조의 형태로 만드는 과정이 필요하다. 먼저 메쉬 구조를 형성하기 전에 알파맵으로부터 얻어낸 옷의 경계 정보를 샘플링 하여 메쉬 구조에 이용될 경계점들을 뽑아내는 과정을 거친다. 우리는 이 과정에서 OpenCV에서 제공되는 FindContours 함수를 이용하여 알파맵의 컨투어 정보를 추출하였다.

추출된 컨투어 정보로부터 샘플링 된 점들을 바탕으로 Jonathan [3]이 제공한 델루니 트라이앵글레이션 방법을 이용한 삼각형 메쉬를 형성하였다. 그림 4는 본 시스템에서 생성한 옷 이미지에 대한 삼각형 메쉬 구조를 보여주고 있다.



그림 4: 옷 이미지에 대해 Jonathan의 방법으로 델루니 트라이앵글레이션을 적용한 결과

#### 3.2 1차 변형

본 논문에서 제안하는 아이디어는 모델의 이미지는 고정되어 있고 옷의 이미지가 모델에 맞는 형태로 변형되는 것이다. 이 과정에서 사용하는 ARAP [4] 변형 방법은 삼각형 메쉬로 이루어져 있는 물체를 메쉬의 한 점 혹은 그 이상을 선택하여 사용자가 조작하는 대로 사용자와 인터랙티브하게 변형되는 자유 형태의 변형(FFD)기법이다. 먼저 Scale-free하게 변형되는 과정과 Scaling된 부분을 원래 물체의 크기와 맞추는 두 단계의

최적화된 방정식을 푸는 과정으로 나누어져 있다. 메쉬 위에 있는 점  $v'$ 에 대한 변형 방정식을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_1(v') = v'^T G v' = \begin{bmatrix} u \\ m \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} G_{00} & G_{01} \\ G_{10} & G_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ m \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$u$ 와  $m$ 은 각각 사용자가 직접 조작하는 점과 사용자의 조작에 따라 움직이는 점을 나타낸다. 식 1을 최소화하는 방정식을 풀기 위해서 다음과 같은 형태의 식을 정의 할 수 있다.

$$\frac{\partial E_1}{\partial u} = (G_{00} + G_{00}^T)u + (G_{01} + G_{10}^T)m = 0, \quad (2)$$

$G$ 는 고정된 값을 가지며  $m$ 의 값이 변함에 따라  $u$ 의 값이 변하게 되고 이 단계에서는 메쉬를 조작하면서 스케일링 되는 결과를 볼 수 있다. 원본의 크기와 동일하게 변형되도록(Scale adjustment)하기 위해서 두 번째 최적화 방정식을 풀게 된다. 동일한 형태로  $E_2$ 를 정의하고 이를 최소화 하는 방정식을 유도하면

$$\frac{\partial E_2}{\partial u} = (H_{00} + H_{00}^T)u + (H_{01} + H_{10}^T)m + f_0 = 0, \quad (3)$$

과 같은 식을 얻게 된다. 여기서  $H$ 는 고정된 값이며  $m$ 과  $f_0$ 가 변화됨에 따라 나머지 점들의 값인  $u$ 는 자동으로 결정 되게 된다. 두 단계에 걸친 최적화 방정식을 풀게 됨으로써 그림 5과 같이 변형된 결과를 얻을 수 있다.

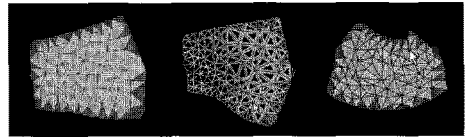


그림 5: Igarashi [4]의 ARAP방법을 이용한 이미지 변형 과정이다. Scale-free한 상태에서의 변형된 결과(왼쪽), Scale을 맞춰준 삼각형과 scale-free한 삼각형을 함께 그린 그림(가운데), 최종적으로 scale을 맞춰서 변형된 이미지의 결과(오른쪽).

이 방법을 적용하기 위해 먼저 변형을 위한 메쉬의 점  $m_j$ 를 선택해야 한다. 옷과 모델에 골격 구조가 맵핑 되어 있기 때문에 변형을 위한 점을 선택하는 과정에서 이 정보들을 이용한다. 골격 구조에 있는 조인트를 중심으로 각 조인트  $J_i$ 로부터 가장 가까운 거리에 있는 메쉬의 한 점을 변형을 위한 점으로 설정한다(그림 6).

그리고 선택된 옷의 골격 조인트 정보와 같은 인덱스를 가지는 모델의 골격 조인트를 1차적인 변형 과정에서 최종적인 위치 정보로 설정한다. 이 단계를 거치고 나면 옷 모델의 메쉬 구조가 모델의 골격 조인트 정보에 따라 변형된 결과를 확인할 수 있다(그림 7).

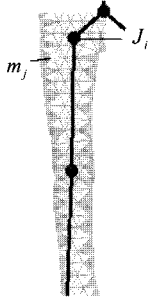


그림 6: 골격구조의 조인트와 메쉬 위의 점 맵핑.

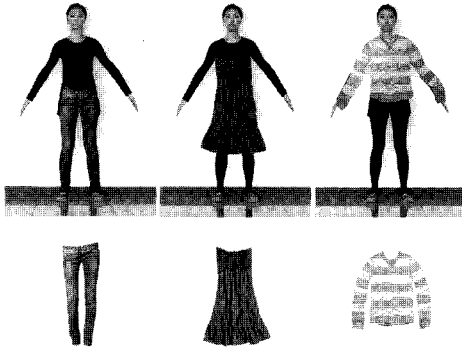


그림 7: 1차 변형 단계를 거친 결과(위), 입력된 옷 이미지의 원본 형태(아래).

### 3.3 2차 변형

1차 변형 단계를 통해 모델의 신체 형태와 비슷하게 대략적으로 옷이 변형된 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 그림 7을 보면 여전히 옷과 모델의 경계 부분이 맞게 피팅 되지 않아 부자연스러운 결과를 볼 수 있다. 이러한 부분을 해결하기 위하여 옷과 모델의 경계 정보를 이용한 2차 변형 단계를 거친다.

옷과 모델의 경계 형태를 알맞게 피팅 시켜 주기 위해서 옷의 메쉬를 이루고 있는 점들 중 경계에 있는 점들에 대해서 각 점들이 모델의 경계에 있는 어떤 점과 매칭 되는지를 먼저 찾는다. 그리고 옷과 모델 경계의 점들에 대해서 매칭이 된다고 찾아진 점들을 매칭점 집합으로 만들고 이 매칭점 집합에 대해서 매칭점이 알맞게 찾아졌는지 검사한다. 옷과 모델의 매칭점이 잘못 찾아진 점들에 대해서는 매칭점 집합에서 제거해준다. 최종적으로 매칭점 집합에 대한 최적화 방법을 통해 모델에 맞게 잘 피팅 된 결과를 얻게 된다.

먼저 매칭점 집합을 구하기 위해서 옷 메쉬의 각 경계 점들이 모델의 경계에 있는 점들 중 어떤 점과 매칭 되는지를 찾아야 한다. 직관적으로 생각했을 때 옷 이미지 상에서 어깨

에 있는 한 점은 모델의 어깨 부위에 있는 한 점과 쌍을 이루게 되고 옷의 허리 부분에 있는 점은 모델의 허리부분에 있는 한 점과 쌍을 이루게 된다. 제안된 시스템에서는 알파맵으로 부터 얻은 경계 정보와 골격 구조의 정보를 가지고 있기 때문에 매칭 쌍을 찾는 과정에서 이 정보들을 이용한다.

본 논문에서 사용한 총 16개의 링크는 계층적인 형태로 구조화되어 있기 때문에 하나의 링크  $L$ 을 표현하기 위한 벡터를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$L = \{l_i | l_i = J^{e_i} - J^{s_i}, i = 1, 2, \dots, 16, \quad (4)$$

$J^{s_i}$ 와  $J^{e_i}$ 는 각각  $i$ 번째 링크에서의 시작 조인트와 끝 조인트의 좌표를 나타낸다. 옷의 한 점  $b_k$ 와 가장 가까운 링크를 찾기 위해 그림 8과 같이 해당 점이 링크에 정사영 된 링크위의 점  $p_i$ 를 찾고 정사영 된 점과 옷의 한 점과의 거리를 링크와의 거리로 계산한다.

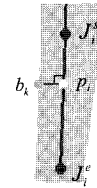


그림 8: 링크 위로 정사영 된 점.

정사영 된 점  $p_i$ 를 구하기 위해서 식 4를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$l'_i(t) = J^{s_i} + t(J^{e_i} - J^{s_i}), 0 \leq t \leq 1, \quad (5)$$

여기서 옷 위의 한 점  $b_k$ 와 가장 가까운 링크 위의 점, 즉 정사영 된 점  $p_i$ 를 연결한 직선은 링크와 수직하다는 정보를 이용하여 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$[b_k - J^{s_i} - t(J^{e_i} - J^{s_i})] \cdot (J^{e_i} - J^{s_i}) = 0. \quad (6)$$

식 6으로부터 구한 매개 변수  $t$ 를 식 5에 대입하면 구하고자 하는 링크 위로 정사영 된 점  $p_i$ 를 구할 수 있다. 이렇게 구한  $p_i$ 와  $b_k$ 의 거리 값과 해당 링크의  $J^{s_i}$ ,  $J^{e_i}$ 의 좌표값을 이용하여  $b_k$ 와 가장 가까운 골격의 링크를 찾게 된다.

이 방법으로 찾은 가장 가까운 링크에 대해 점  $b_k$ 를 정사영 시킨  $p_i$ 를 구한다. 모델과 옷의 골격 구조는 동일한 형태로 맵핑되어 있기 때문에 옷의 경계 점에서 정사영 시킨 링크의 인덱스와 해당 링크에서의 매개 변수  $t$ 를 모델의 골격 구조에 동일하게 사용하여 얻게 되는 모델위의 점  $\hat{p}_i$ 로부터 링크의 법선 벡터 방향으로 모델의 경계와 만나는 점을 찾으면 그 점이 바로 옷의 경계 점  $b_k$ 와 매칭 되는 매칭점  $\hat{b}_k$ 가 될 수 있다.

위의 방법으로 찾아낸  $b_k$ 와  $\hat{b}_k$ 을 하나의 매칭점 집합 원소로 간주한다. 동일한 방법으로 얻게 되는 매칭점 집합의 원소들에 대해 식 7과 같은 최적화 방정식을 풀어서 최종적인 경계  $b_k$ 의 위치를 구할 수 있다.

$$F = \omega_1 (B - \hat{B})^2 + \omega_2 (B - O)^2, \quad (7)$$

$B$ 는 경계점  $b_k$ 의 집합,  $\hat{B}$ 은 모델의 경계에 있는 점  $\hat{b}_k$ 의 집합을 나타낸다.  $O$ 는 변형이 일어나기 전 원본 옷 이미지에서의 경계점의 집합이며,  $\omega_1$ 과  $\omega_2$ 는 각 제곱식에 대한 가중치 값을 나타낸다 ( $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ).

최종적인 경계점  $b_k$ 의 위치는 함수  $F$ 가 최소 값을 가질 때 결정되게 된다. 따라서 점  $b_k$ 는 가중치  $\omega_1$ 과  $\omega_2$ 에 따라 모델과 원본 옷 메쉬의 형태를 따르게 되며  $\omega_1$ 이  $\omega_2$ 보다 커질 경우 모델에 더욱 붙는 형태가 되고 반대의 경우 너럭하게 피팅 되는 드레스업 결과를 얻을 수 있다.

### 3.4 Relighting

최종적으로 얻은 드레스업의 결과를 보면 평면적인 옷이 2D 상에서 변형되어 모델에 입혀졌기 때문에 사실적인 느낌이 부족한 부분이 있다. 이를 해결하기 위해 본 시스템에서는 2D로 구성된 메쉬를 3D형태로 재구성 하고 재구성된 3D 메쉬로부터 얻은 셰이딩 정보를 이용하여 더욱 사실적인 결과를 도출한다.

먼저 2D 형태의 메쉬 구조를 3D로 재구성하기 위해서 배나팔, 다리와 같은 부분에서의 높이정보를 추가한다. 본 논문에서는 높이 정보를 2차 커브 형태로 만들고 옷 메쉬에 대하여 그림 9와 같이 3차원 적인 메쉬 형태로 재구성 하였다.



그림 9: 높이 정보를 이용하여 2D 메쉬를 3D 메쉬 형태로 재구성한 결과

3D로 재구성된 옷의 메쉬 구조에 셰이딩 정보를 입힐 때 적용되는 조명의 정보는 모델과 동일해야 하므로 모델의 이미지로부터 광원의 정보를 추출하여 이 정보를 옷 메쉬 구조에 적용한다. 특히 본 논문에서는 모델의 얼굴 영역에 대한 광원의 정보를 이용하였는데 먼저 얼굴 영역의 검출을 위해서는 OpenCV 라이브러리에서 제공되는 CvHaarClassifierCascade를 이용하여 얼굴 영역을 검출하였다.

검출된 얼굴 영역에 대하여 광원의 위치를 추정하는 알고

리즘을 적용한다. 먼저 얼굴 영역의 RGB 컬러를 Luv 컬러 공간으로 변환 시킨다. 여기서 우리는 밝기 L 값만 추출하여 데이터로 사용한다. 일반적으로 얼굴은 대칭적인 형태를 가지고 있으므로 얼굴 영역에서 추출된 휘도 값의 좌, 우 영역에서의 분포와 각 영역에서의 휘도 값의 차이에 따라 광원의 x값과 z값을 추정할 수 있다. 여기서 x값은 이미지 상에서의 좌, 우 방향 값을 나타내며 z값은 깊이 값을 나타낸다. 마지막으로 상, 하 방향을 나타내는 y값에 대해서는 현재 입혀지는 옷의 위치를 통해 추정할 수 있다.

## 4. 결과

제안된 시스템의 전처리 과정에서 소요되는 평균 시간을 측정해 보았다. 알파맵을 추출하는 과정에서 SoftScissor를 이용할 경우 3분, 포토샵과 같은 툴을 이용하여 수작업으로 알파맵을 만들 경우 약 10분 정도의 시간이 소요되었다. 이 과정에서 SoftScissor를 이용할 경우 작업 시간은 줄어들지만 촬영 이미지에 따라 전경과 배경이 부정확하게 추출될 수 있기 때문에 더 정확한 결과를 위해 수작업으로 추출하는 과정도 포함시켰다. 전체적인 전처리 과정에 소요된 시간은 표 1와 같다.

Registration List		Time
Photo shoot		3 min.
Alpha Map	SoftScissors	3 min.
	Hand Made	10 min.
Skeleton Setting		1 min.

표 1: 전처리 과정에서의 사용자 소요 시간

전처리에 소요되는 평균적인 시간이 20분 정도 되긴 하지만 제안된 시스템의 경우 이러한 정보를 한번 작업해서 만들어 놓으면 재사용이 가능하다는 편리함이 있다. 하지만 새롭게 촬영한 이미지에 대해서는 동일한 전처리 과정을 적용해 주어야 한다는 단점이 있다.

그림 10과 11은 제안된 방법을 이용하여 상의와 하의를 입혀본 결과이다. 하나의 모델 이미지에 대해서 여러 이미지로부터 얻은 옷 데이터를 입혀본 결과 인터넷 쇼핑몰에서 사용될 수 있는 옷의 어울림과 같은 정보들을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

제안된 시스템의 사용성을 평가하기 위해 사용자 인터랙션과 최종 결과 등을 보여준 뒤 설문 조사를 수행하였다. 설문 조사는 일반적인 설문 평가로 알려진 시스템 사용성 평가(System Usability Scale)방법 [6]을 이용하여 총 10명의 사용자들 대상으로 평가하였다.

시스템 사용성 평가(SUS)는 총 10문항으로 이루어져 있으며 각 문항의 응답은 Likert척도를 사용하여 강한 부정, 부정, 보통, 긍정, 강한 긍정을 의미하는 1에서 5까지의 5개의 답 중 하나를 선택하도록 하였다. 사용자의 평가 결과를 바탕으로 0~100 사이의 점수로 환산할 수 있으며 본 연구에서 제안한

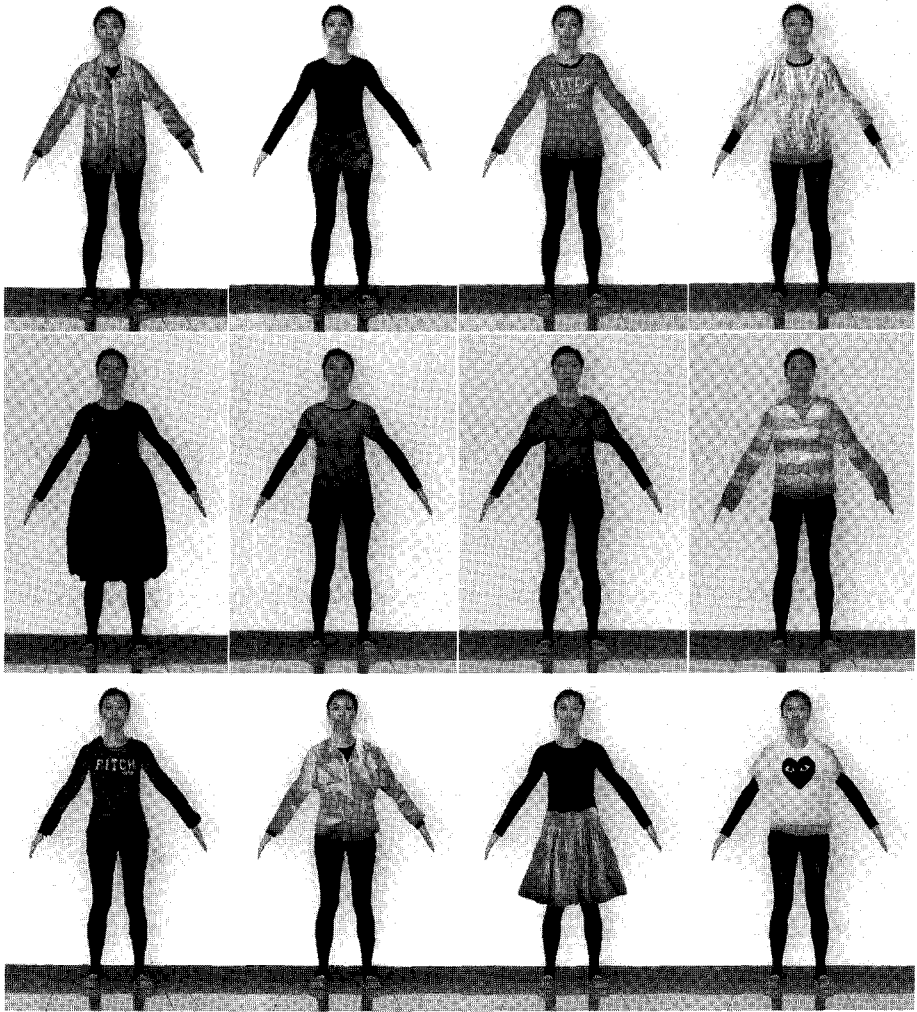


그림 10: 제안된 방법을 통한 드레스 업 결과



그림 11: 제안된 방법을 이용하여 상의와 하의를 모델에 입혀 본 결과

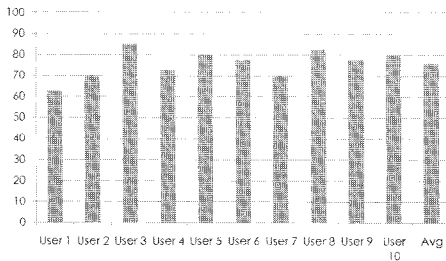


그림 12: 10명의 사용자를 대상으로 한 사용성 평가의 결과이다. 평균은 75.75점으로 시스템의 사용성이 높은 것으로 평가되었다.

시스템에 대한 사용성 평가의 결과는 그림 12와 같다. 환산 결과는 62.5~82 점 사이에 분포하며 평균은 75.75 점으로 시스템의 사용성이 높다고 해석할 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 모델과 옷의 두 장의 이미지를 이용하여 옷을 모델의 신체 정보에 맞게 변형되는 기법을 제안하였다. 이전에 제안되었던 다양한 방법들과 달리 모델의 정보를 한 장의 이미지로부터 얻을 수 있기 때문에 사용자로 하여금 쉽게 시

스템을 사용할 수 있는 틀을 제공할 수 있었다. 하지만 한 장의 이미지로부터 모델에 관한 모든 정보를 얻어내야 했기 때문에 그와 관련한 전처리 과정이 다소 길게 소요되었다. 이러한 시간적 소모를 줄이기 위해서 본 시스템에서는 초기에 설정해 놓은 모델 이미지에 대한 골격 구조 정보와 경계 정보를 자동으로 저장하고 후속 시스템 사용 시 재사용이 가능하도록 하였다.

제안된 방법은 3D 모델을 사용하지 않고 이미지를 기반으로 하였기 때문에 많은 제약들이 있으며 그로 인해 몇 가지 한계점들이 존재한다. 먼저 전처리 과정에서 경계 정보를 맵핑으로부터 만들고 옷 이미지의 경우 경계 정보 중에서 옷의 특성에 따른 두 가지 종류의 경계로 구분해야 했다. 그럼에도 불구하고 모델과 옷 경계 간의 정확한 거리 정보가 없기 때문에 어깨나 허리 등의 부분에서 부자연스러운 결과가 나오기도 했다.

특히 가장 큰 단점은 골격 구조를 맵핑하고 경계 정보를 설정하는 과정에서 시스템에 적합하지 않은 방법으로 셋팅할 경우 제대로 드레스 업 된 결과가 나오지 않게 된다는 것이다. 이러한 부분을 보완하기 위해서 본 시스템에서는 가장 정확하게 결과가 나올 수 있는 골격 구조와 경계 셋팅 방법을 제공하며 이를 통해 사용자가 시스템을 올바르게 사용할 수 있도록 유도한다.

본 시스템은 온라인 쇼핑몰에서 사용자가 쉽게 자신의 사진

을 이용해서 쇼핑몰에서 판매되는 옷을 입혀 볼 수 있는 시스템을 제안하였다. 기존의 3D 스캐너 장비의 경우 일반 사용자가 사용하기에는 비용적, 시간적, 위치적 단점이 있었으나 본 논문에서는 이미지 한 장을 이용하여 드레스 업 결과를 도출함으로써 일반 사용자가 사용하기에 훨씬 쉽고 간편하다는 장점이 있다. 현재 오프라인으로 구현되어 있는 알고리즘을 확장 및 최적화 하는 과정을 통해 웹 환경에서 사용가능한 시스템을 구축하는 것을 향후 연구 과제로 생각 할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부, 문화체육관광부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-031-01, 영상 및 비디오 콘텐츠를 위한 계산사진학 기술 개발]

## 참고 문헌

- [1] F. Cordier, WonSookLee, H. Seo, and N. Nagnenat-Thalmann, "Virtual-try-on on the web," *VRIC, Virtual Reality International Conference, Laval Virtual 2001*, 2001.
- [2] A. Divivier, R. Trieb, A. Ebert, H. Hagen, C. Gro, A. Fuhrmann, V. Luckas, J. Encarnacao, E. Kirchdorfer, M. Rupp, S. Vieth, S. Kimmerle, M. Keckeisen, M. Wacker, W. Straer, M. Sattler, R. Sarlette, and R. Klein, "Virtual try-on: Topics in realistic, individualized dressing in virtual reality," 2004.
- [3] J. R. Shewchuck, "Triangle : Engineering a 2d quality mesh generator and delaunay triangulator," *In Applied computational Geometry : Towards Geometric Engineering(From the First ACM Workshop on Applied Computer Science)*, pp. 203-222, 1996.
- [4] T. Igarashi, T. Moscovich, and J. F. Hughes, "As-rigid-as-possible shape manipulation," *Proceeding of ACM Transaction SIGGRAPH 2005*, pp. 1134-1141, 2005.
- [5] J. Wang, M. Agrawala, and M. F. Cohen, "Soft scissors : An interactive tool for realtime high quality matting," *In proceeding of ACM Transaction SIGGRAPH 2007*, 2007.
- [6] J. Booke, "Sus : A quick and dirty usability scale," *In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester A. L. McClelland (eds.) Usability Evaluation in Industry*, 1996.

## <저자소개>



김나리

- 2007년 2월 연세대학교 수학과, 컴퓨터 과학과(학사)
- 2007년 3월~현재 연세대학교 컴퓨터 과학과(석사)
- <관심분야> 이미지 및 비디오 프로세싱, HCI 등



윤종철

- 2003년 2월 아주대학교 미디어학과(학사)
- 2005년 2월 아주대학교 미디어학과(석사)
- 2005년 3월~현재 연세대학교 컴퓨터과학과(박사과정)
- <관심분야> 이미지 및 비디오 프로세싱, 난수기반 렌더링 등



이인권

- 1989년 2월 연세대학교 컴퓨터과학과(학사)
- 1992년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과(석사)
- 1997년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과(박사)
- 1997년 9월~1999년 2월 오스트리아 Vienna University of Technology 박사후연구원
- 1999년 3월~2001년 2월 포항공과대학교 정보통신연구소 선임연구원
- 2001년 3월~2003년 8월 아주대학교 미디어학부 조교수
- 2003년 8월~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 부교수
- <관심분야> 컴퓨터 애니메이션, 기하 모델링, 컴퓨터 음악 등