

가상 의복 코디네이션을 위한 개인 3D캐릭터의 구성

최창석 · 김효숙*

명지대학교 정보공학과, *건국대학교 의상학과

Construction of the Personal 3D Characters for Virtual Clothing Coordination

Chang Seok Choi · Hyo Sook Kim*

Dept. of Information Engineering, Myongji University

*Dept. of Clothing & Textile, Konkuk University

(2002. 8. 23. 접수)

Abstract

This paper proposes a method for constructing the virtual characters adopting the personal body types for the clothing coordination. At first, the method produces the 38 kinds of the Korean 3D body models considering sex, ages and body types, and constructs model DB. We select a model similar to the personal body size from DB and deform the selected model according to body size. The method deforms the model linearly for height 12 items, width 6 items, depth 5 items and round 13 items, and constructs the personal character fitted to the personal body size. The preprocess for model deformation consists of grouping for body part and establishing the feature points. Linear deformation for each group leads us to easy construction of the virtual personal characters. This method has two advantages as follows:

1. Large reduction of man power, cost and time for DB construction of the body 3D models, since the preprocess permits us to effectively use the various body models whose geometrical structures are different,
- 2 Suitability to Web-based clothing coordination, since the body deformation method is simple and its speed is very high.

Key words: Korean 3D Model, Virtual Characters, Body Deformation, Virtual Clothing Coordination;
한국인 3D모델, 가상 캐릭터, 인체변형, 가상 의복 코디네이션

I. 서 론

전자상거래, 가상 쇼핑몰 등 가상공간에서 고객의 체형과 감성을 고려한 의복 코디네이션의 만족도를 극대화하기 위해서는, 3D 패션코디네이션 시스템의 개발이 필수적이다. 이러한 3D 패션 코디네이션에서는, 한국인의 3D모델 DB와 의복 3D모델 DB를 구축한 후에, 한국인의 다양한 체형에 대한 개인 캐릭터

를 구성하고, 개인 캐릭터에 여러 가지 의복을 코디네이트할 수 있는 기술이 필요하다. 구체적으로는, 개인체형에 따른 인체 3D모델의 변형, 변형된 개인 캐릭터에 의복 3D모델의 코디네이션, 의복과 인체의 역전검색, 의복모델의 수정, 원단 텍스타일에 대한 매핑소스 구성 등의 핵심기술의 개발이 필요하다. 본 연구에서는, 한국인 3D모델의 DB구축과 개인 캐릭터의 구성에 초점을 맞추기로 한다.

게임 및 애니메이션 분야에서는 여러 가지 캐릭터를 3D모델로 생성하여 왔다. 최근, 인터넷의 발달로 다양한 캐릭터가 유망한 사업분야로 떠오르고 있으며,

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-000-00406-0)지원으로 수행되었음.

자기를 대신할 아바타로서 널리 이용되고 있는 추세이다(www.sayclub.com 등). 이들 캐릭터들은 나름대로의 개성을 표현하고, 때로는 개인의 이미지를 나타내기도 한다. Thalmann et al.(1996)과 Jianhua (1996) 등은 Marilyn Monroe와 Humphrey Bogart등 특정인물을 가상 배우(Virtual Actor)로 구성하여, 가상배우에 의복을 착장하고 있다. 이들은 인체 3D모델을 구성하고, 머리, 얼굴, 피부, 손바닥 등의 텍스처를 모델링하여 현실감 있고 아름다운 캐릭터를 생성한 후, 의복을 장착할 수 있음을 보여주고 있다. 나아가서, Thalmann & Shen(1998)은 가상배우를 연령별, 성별, 인종별로 세분화하여, 가상 배우를 구성하고 있다. 그러나, 이들 연구는 인체 및 의복의 3D모델의 생성에 중점을 두고 있기 때문에, 개인의 다양한 체형에 대한 캐릭터를 용이하게 구성할 수 있는 방법은 제시하지 못하고 있다. 이밖에도, Wilhems & Gelder(1997)은 해부학적으로 골격에 근육을 붙여 인체를 세밀하게 모델링하여, 인체부위별 역학적 기능을 시각화하는데 목적이 있다. 최근예, Vassilev(2000), Rudomin & Catillo(2002)등은 폴리곤 수가 적은 인체모델을 구성하여, 의복 코디네이션을 Web에서 실현하고 있다. 이 연구는 폴리곤 수가 많은 경우, 속도가 느려지기 때문에, Web에 응용은 곤란하다.

한편, 국내(www.adamsoft.com 등)에서는 90년대 중반부터 Adam, Cyda 등의 가상 캐릭터가 등장했다. 안찬식의(2001) 등은 1997년에 국립기술품질원(김동진 등)에서 실시한 인체계측 데이터를 바탕으로 성별, 나이별로 한국인 체형을 나타내는 인체 3D모델을 DB로 제작하였다. 그러나, 어느 정도 다양한 모델을 DB로 구축하였는지에 대한 언급이 없다. 이상의 연구는 인체 3D모델의 제작에 대한 연구로, 어느 특정한 이나, 어느 정도 다양한 체형을 제작할 수는 있지만, 불특정 다수의 개인 체형을 반영한 캐릭터를 구성하기는 곤란하다. 왜냐하면, 개인 체형의 다양한 사이즈에 대응한 모든 캐릭터를 제작하여 DB로 구축하는 것은 데이터 량이 너무나 방대하고, 제작에 필요한 인력, 비용, 시간 면에서도 비현실적이기 때문이다.

의복 코디네이션에서는 자신의 체형에 맞는 의복을 선택하고, 코디네이션된 의복이 자신의 취향에 적합한 것인가를 판단하는 것이 목적이다. 이를 위해, 개인체형을 충실히 반영한 가상 캐릭터를 용이하게 구성하는 방법이 필요하다. 가상 캐릭터를 용이하게 구성하기 위해서는, 어느 정도 다양한 인체 모델을

DB로 구축한 후에, DB로부터 개인 체형에 가까운 모델을 선택하여 인체 3D모델을 개인 체형의 사이즈에 맞게 변형하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 특히, Web기반 패션 코디네이션에서 개인의 체형과 취향에 알맞은 의복을 자유롭게 선택하기 위해서는, 인체 모델DB와 의복 모델DB의 용이한 구축과 확장성이 좋으며, 개인 캐릭터 구성과 의복 코디네이션의 속도가 빠른 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 가상 의복 코디네이션을 위해, 한국인 3D모델을 제작하여 DB로 구축하고, 개인체형을 반영한 개인캐릭터를 구성하는 방법을 제안한다. 먼저, 연령별, 성별, 체형별로 나누어서, 한국인 3D모델을 자체 제작하여, DB로 구축한다. 개인 체형과 유사한 체형의 인체모델을 DB로부터 선택한 후, 체형의 크기에 따라 선택된 3D모델의 높이, 너비, 두께, 둘레를 변형하여, 개인캐릭터를 구성한다. 인체변형의 전처리과정으로서, 부위별로 그룹과 특징점을 설정하고 있다. 변형방법은 인체모델의 부위별로 선형변형을 사용하고 있다. 이 방법은 전처리과정을 설정함으로써, 성별, 체형에 따라 기하학적인 구조가 다양한 인체모델을 효과적으로 변형할 수가 있고, 다른 목적으로 이미 제작된 인체모델도 활용할 수가 있기 때문에, 인체모델의 DB구축이 용이하다. 또한, 기하학적인 선형변형을 주로 채택하고 있어, 속도가 빠르기 때문에, 개인 감성과 체형에 어울리는 Web기반 패션 코디네이션의 실현에 기반기술이 될 수 있다.

II. 가상 3D 패션 코디네이션의 개념

가상 3D 패션 코디네이션은 개인체형에 유사한 캐릭터를 구성하고, 개인캐릭터에 다양한 의복을 착장함으로써, 가상공간에서 다양한 의복 코디네이션을 연출하는 것이라고 생각한다. 필자들이 구상하는 가상 3D 패션코디네이션의 개념은 Fig. 1과 같이 한국인 3D모델 DB와 의복 3D모델 DB의 제작, 인체변형과 의복 코디네이션을 위한 3D모델의 전처리, 개인캐릭터의 구성, 의복모델의 착장의 과정으로 나누어 볼 수 있다. 본 연구의 선행연구로서 최우혁 외(2001)에서는 한국인 3D모델 DB는 한국인 체형 데이터를 참조하여 성별, 연령별, 체형별로 나누어, 한국인 체형에 대한 3D모델 38종을 제작했다. 의복 3D모델에 대한 선행연구로서는 신승철 외(2002)은 자동 및 수동으로 제작 또는 아웃소싱하여 의복 3D모델

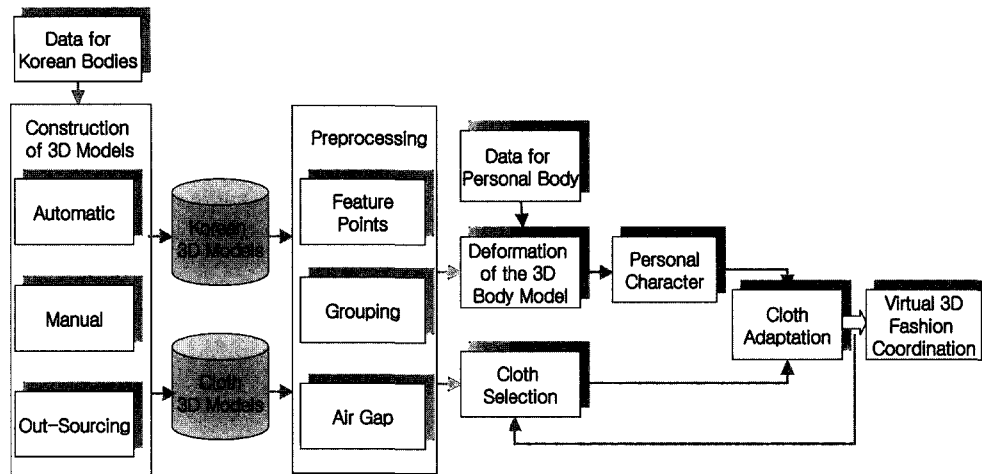


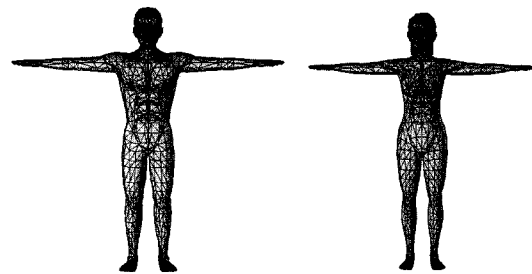
Fig. 1. Construction of the Personal Characters and Concept of Virtual 3D Fashion Coordination.

127종을 DB로서 구축했다. 의복 코디네이션의 전처리과정으로, DB에 저장된 인체/의복 모델에 대하여 특징점을 설정하고, 부위별로 그룹핑하고, 의복과 인체사이의 공극을 설정하여, 각 모델과 함께 DB로 저장한다. 개인체형 데이터를 참조하여 한국인 3D모델 DB 중에서 가장 유사한 체형의 3D모델을 선택하고, 선택된 모델을 변형하여 개인 캐릭터를 구성한다.

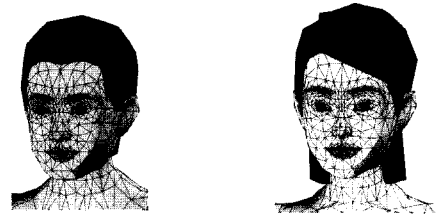
개인 캐릭터에 선택된 의복모델을 맞춤으로써, 의복 코디네이션이 가능하게 된다. 여러 가지 종류의 의복을 반복 선택하여 개인 캐릭터에 착장하면, 개인의 체형과 취향에 알맞은 다양한 코디네이션을 할 수 있게 된다.

III. 한국인 3D모델의 DB구축

한국인에 대한 다양한 3D모델을 자체 제작하여 DB로 구축했다. 먼저, 남녀의 기준이 될 수 있는 인체 3D 모델을 제작한다. 인체모델 제작시, 국립품질기술원(1997)에서 실시한 국민표준체위 조사 보고서를 참조하여, 기준체형을 18세~24세의 평균치로 사용했다. 이들 남녀 기준모델을 Fig. 2에 나타낸다. 기준모델을 변화시켜 다양한 모델을 제작했다. 체형은 Fig. 3~Fig. 4와 같이 마른형, 보통형, 비만형으로 분류하고, 동일한 키에 너비, 두께, 둘레의 차이를 체형 분류기준으로 삼았다. 즉, 높이, 너비, 두께, 둘레의 항목 (V.1 인체변형항목 참조)이 평균치인 것을 보통형으로, 평균키에 너비, 두께, 둘레의 항목이 백분위수의 10%에 해당하는 치수를 마



(a) The 3D Body Models



(b) The 3D Face Models

Fig. 2. The Reference 3D Models for the Korean Men and Women.

른형으로, 90%에 해당하는 치수를 비만형으로 하였다.

또한, 나이는 Fig. 5와 같이 유아에서 노년까지 7단계로 세분하여, 38종을 제작했다. 제작된 한국인 모델의 DB내역을 Table 1에 정리한다. 이들은 3D 제작툴인 Maya를 이용하여 3D 디자이너가 수동 제작한 것이다. 이상의 모델은 폴리곤 수가 대략 7,200개 정도이다. 나아가서, 폴리곤이 17,000개 정도를 이용하여, 여성체형을 좀더 정교하게 표현한 모델도 Fig. 6과 같이 시범 제작했다. 이 모델도 24세 여성의 평균

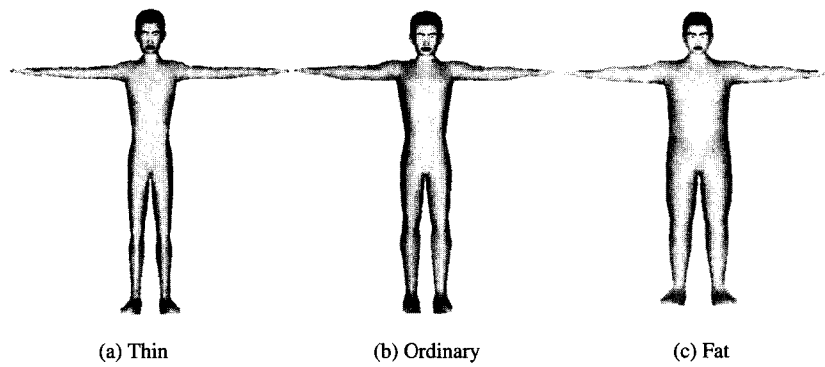


Fig. 3. The 3D Models for the Body Types in the Korean Men.

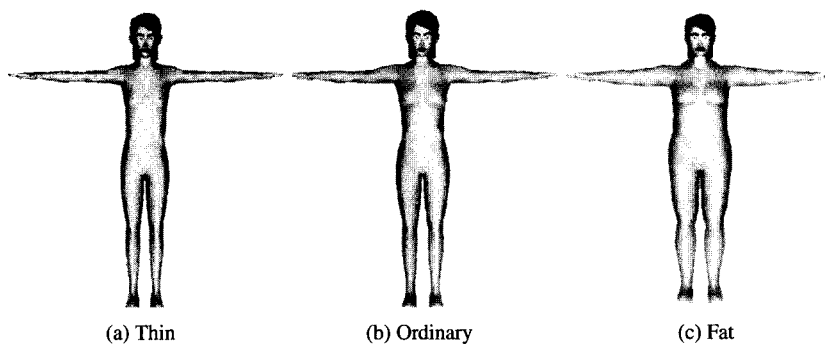


Fig. 4. The 3D Models for the Body Types in the Korean Women.

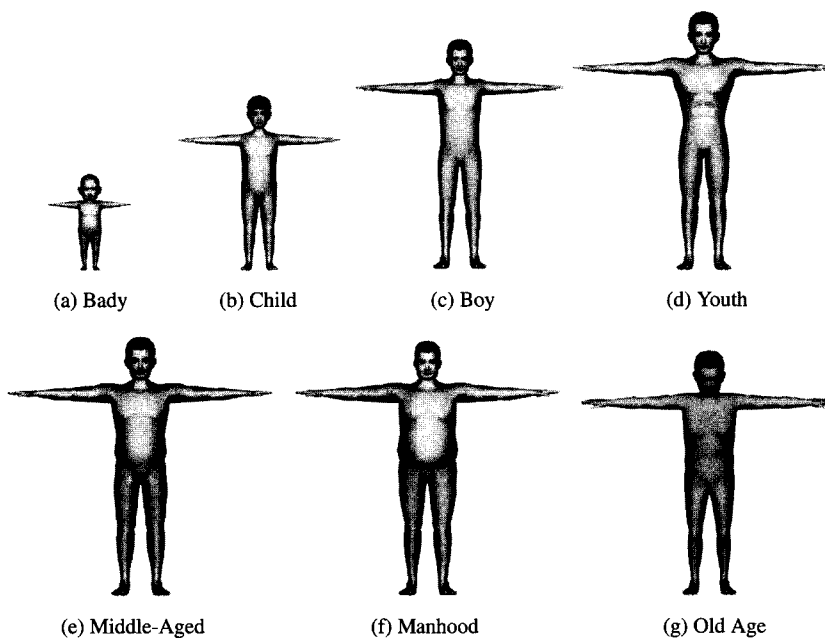


Fig. 5. The 3D Models for the Age Changes in the Korean Men.

Table 1. Contents of the Korean 3D Models

Age	Body Types	Sex	
		Men	Women
Baby		1	1
Child	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Boy	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Youth	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Middle-aged	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Manhood	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Old Age	Thin	1	1
	Ordinary	1	1
	Fat	1	1
Total		38	

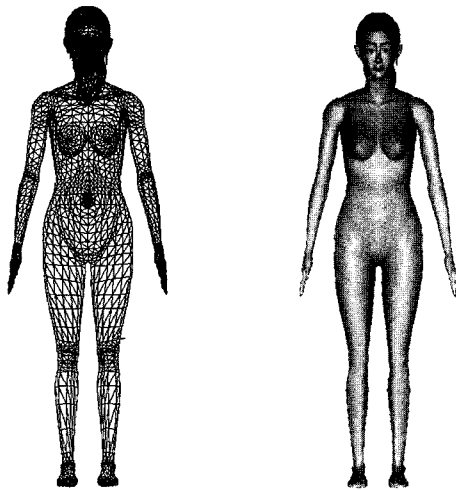


Fig. 6. The Detailed 3D Model for the Korean Woman.

치를 사용하고 있으나, 현재의 키는 1997년도의 평균 키 160.0cm보다 약간 클 것으로 생각하여, 백분위수의 75%에 해당하는 163.6cm를 사용했다. 패션코디네이션에서는 이러한 정교한 모델을 사용하는 것이

바람직하다고 생각되나, 제작비용, 인력, 시간 등의 현실적인 문제가 있다.

이와 같이, 한국인의 다양한 체형에 대한 3D모델을 DB로 구축하는 것은, 개인캐릭터를 간단한 방법으로 좀더 현실감있게 구성하기 위함이다. 즉, 보통형을 변형하여 모든 체형의 개인캐릭터를 구성하는 것 보다는, 개인체형에 유사한 모델을 DB에서 선택한 후, 선택된 모델을 다소 변형하는 편이 현실감있는 개인캐릭터를 용이하게 구성할 수 있는 방법이라고 생각한다. 예를 들면, 마른 체형에 대해서는, 보통형 보다는 마른형을 선택하여 다소 변형하면, 좀더 현실감있는 개인캐릭터를 구성할 수 있을 것이다.

IV. 인체변형의 전처리

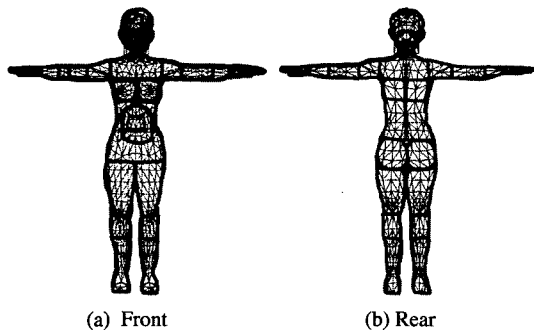
1. 전처리의 필요성

인체 3D모델은 성별, 체형에 따라 기하학적 구조는 다양하다. 이미 제작된 인체모델을 필요에 따라 아웃소싱하는 경우, 제작자에 따라서도 기하학적 구조는 천차만별이다. 또한, 의복 코디네이션을 전제로 하면, 종류와 디자인이 다양한 의복모델을 이용해서 자유로운 의복 코디네이션도 가능해야 한다. 3D모델의 아웃소싱을 염두에 두는 것은 의복 코디네이션에 필요한 방대한 인체모델과 의복모델을 모두 제작하는 것은 현실적으로 매우 어려운 일이기 때문이다. 3D모델의 기하학적 구조가 다양하더라도, 의복 코디네이션 시스템을 단순하게 구성할 수 있는 방법이 요구된다.

본 논문에서는 다양한 구조를 갖는 인체/의복 3D 모델을 효과적으로 활용하기 위한 하나의 방안으로, 인체변형의 전처리 과정을 두기로 한다. 3D모델의 제작 또는 아웃소싱할 때, 전처리 과정을 한번만 거치면, 3D모델의 기하학적 구조에 관계없이 인체변형과 자유로운 패션코디네이션이 가능한 시스템을 용이하게 구성할 수 있게 된다. 즉, 이미 제작된 3D모델을 의복 3D모델 DB 구축에 효과적으로 활용할 수가 있어, 3D모델의 제작비용, 인력, 시간을 절감할 수 있다. 인체변형의 전처리 과정은 부위별 그룹핑과 특징점 설정으로 나누어진다.

2. 부위별 그룹핑(Grouping)

Fig. 7과 같이 인체모델을 부위별로 그룹핑한다. 인

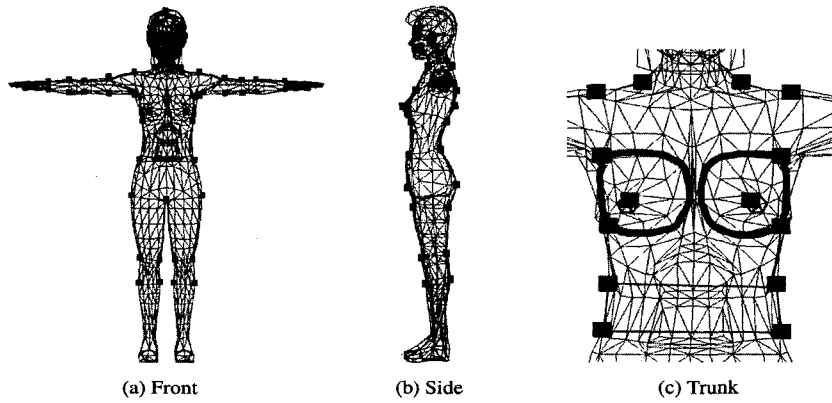


(a) Front (b) Rear
Fig. 7. Grouping of a 3D Body Model.

체변형과 의복 코디네이션에 필요하다고 예상되는 부위를 그룹핑하고 있다. 상체의 경우를 예로 들면, 몸통은 목, 어깨, 윗가슴, 가슴, 허리, 배로, 팔은 윗팔, 팔꿈치, 아래팔, 손목, 손으로 그룹핑하고 있다.

3. 특징점 설정

인체모델에서 그룹과 그룹사이 또는 그룹의 끝에 특징점을 Fig. 8와 같이 설정한다. 하나의 부위에 대하여 대체로 4개 또는 5개의 특징점을 1개조로 설정



(a) Front (b) Side (c) Trunk
Fig. 8. The Feature Points of a Body Model.

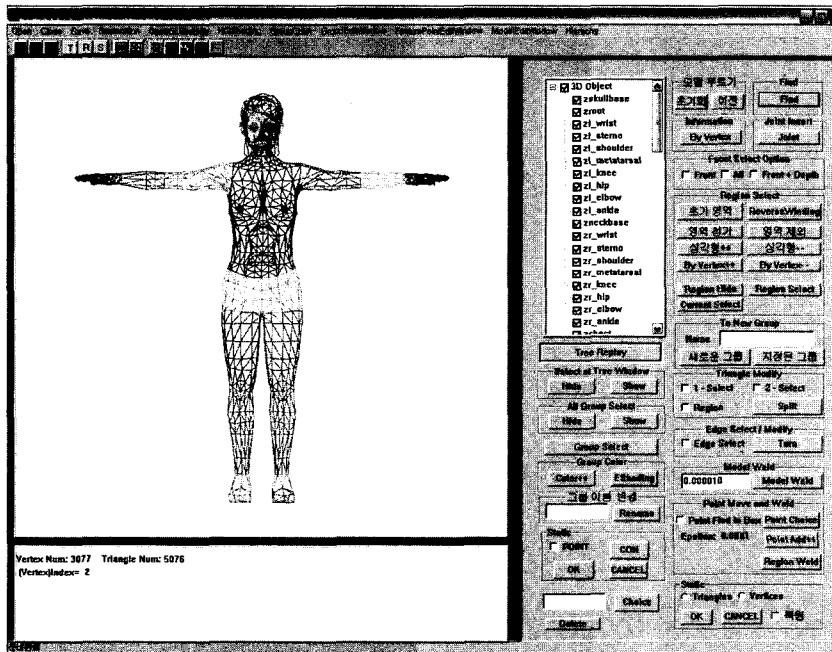


Fig. 9. A Tool for Reprocessing of the Cloth/Body 3D Models.

하고 있다. 예를 들면, 지면과 수평인 팔에서는 전후 상하 4개를 1개조로, 지면과 수직인 목, 몸통, 엉덩이, 다리 등은 전후좌우 4개를 1개조로 하고 있다. 가슴부위는 유두와 가슴주변 5개를 1개조를 하고 있다. 이들의 특징점을 이용하면, 인체의 높이, 폭, 두께를 변형할 수 있기 때문이다.

4. 전처리 틀 개발

부위별 그룹핑은 게임, 3D애니메이션에서 많이 사용되는 개념이기 때문에, 그룹핑 기능은 3D제작툴(3D Max, Maya 등)에서도 대부분 제공되고 있다. 이들 틀을 이용하여 제작자의 편의에 따라 3D모델을 제작한다. 제작자가 다른 경우, 기하학적 구조와 그룹핑 부위가 서로 다르기 때문에, 모델을 쉽게 이용하기가 곤란하다. 모델제작에 필요한 비용, 인력, 시간을 감안할 때, 다른 제작자의 모델을 쉽게 이용하는

것이 바람직하다. 그러나, 3D제작툴은 다목적 기능이 기 때문에 사용법 습득이 어렵고, 인체변형과 의복 코디네이션에 필요한 부위별 그룹핑, 특징점 설정, 공극 설정 등 일련의 과정을 일괄처리가 어렵다. 본 논문에서는, 전처리에 필요한 과정을 일괄처리가 가능한 틀을 Fig. 9와 같이 개발했다. 이 틀은 삼각형의 분할과 통합, 연결성 변화, 꼭지점의 신설과 제거 등 인체변형과 의복 코디네이션을 위한 전처리 과정뿐만 아니라, 의복의 매핑소스 구성에 필요한 여러 가지 기능을 포함하고 있다.

V. 인체 3D모델의 변형

1. 인체변형의 항목

국민표준체위 조사 보고서는 인체의 120항목을 측정했다. 그 중 인체변형에 필요한 높이 12항목, 너비 6항

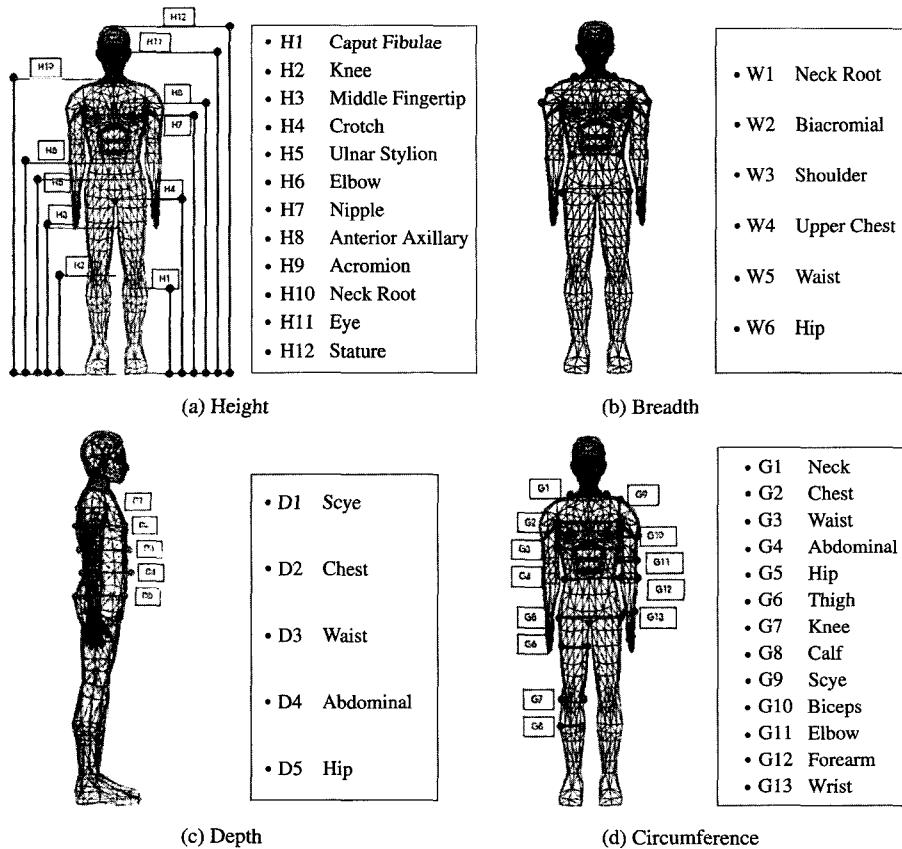


Fig. 10. The Items of Body Deformation.

목, 두께 5항목, 둘레 13항목 등 도합 36항목을 선택했다. 이들 변형항목을 Fig. 10에 나타낸다. 개인 체형에 대한 데이터를 입력하면, 이들 변형항목에 대해 인체 3D모델을 변형하여 개인캐릭터를 구성할 수 있게 된다.

2. 부위별 변형방법

가상캐릭터를 구성하기 위해, 개인 체형데이터에 따라 인체모델의 높이, 폭, 두께, 둘레를 부위별 선형적으로 또는 가우시안(Gaussian)함수로 변형한다.

1) 선형변형방법

먼저, 인체의 높이와 폭을 동시에 변형한다. Fig. 8(c)에 표시한 사각형과 같이, 변형할 부위의 경계에 정해진 4개의 특징점에 대해서, 인체모델의 꼭지점을 Fig. 11과 같이 선형으로 변형한다. Fig. 11(a)의 사각형 $C_iC_jC_kC_l$ 는 변형전이고, Fig. 11(b)의 사각형 $T_iT_jT_kT_l$ 는 변형후이다. 점 M_C , M_T 는 각각 사각형 $C_iC_jC_kC_l$ 와 $T_iT_jT_kT_l$ 의 무게중심이다. 무게중심을 이용하여 각각의 사각형을 4개의 삼각형으로 분할하고, 분할된 삼각형 별로 선형매핑을 한다. 예를 들어, Fig. 11(a)의 삼각형 $C_iM_CC_j$ 내에 있는 3D모델의 꼭지점 P 를, Fig. 11(b)의 삼각형 $T_iM_TT_j$ 내에 있는 P' 에 매핑하는 과정을 설명한다. 대응점 P 와 P' 는 각각의 삼각형 양변을 이용하여 식(1)~식(2)와 같이 정식화할 수 있다.

$$P = s(C_j - M_C) + t(C_i - M_C) + M_C \quad \text{식(1)}$$

$$P = s(T_j - M_T) + t(T_i - M_T) + M_T \quad \text{식(2)}$$

삼각형 $C_iM_CC_j$ 가 삼각형 $T_iM_TT_j$ 에 선형적으로 매핑된다면, 대응점 P 와 P' 에 대한 s , t 는 같게 된다. $C_i = (C_{xi}, C_{yi}, C_{zi})^T$, $T_i = (T_{xi}, T_{yi}, T_{zi})^T$ 라고 하면, 식(1)에서 점 C_i , M_C , C_j , P 의 x , y 좌표를 이용하여 s , t 를 구한 후, 식(2)에 적용하면 P' 의 x , y 좌표를 구할 수 있게 된다.

유사한 과정을 두께에도 적용하면, P' 의 z 좌표를 구할 수 있다. 식(1)과 식(2)에 의해 사각형의 모양,

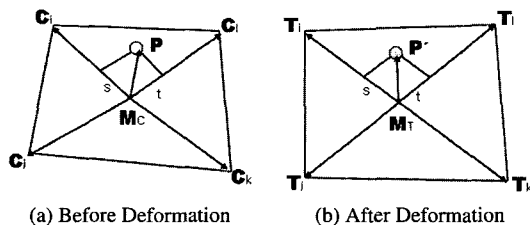


Fig. 11. Linear Deformation of the 3D Body Models.

위치, 방향이 변화되면서 매핑되기 때문에, 인체가 자동 변형된다. 또한, 인접한 부위는 특징점을 공유하고 있기 때문에, 인체모델이 부위별로 불연속 등의 모순 없이 자연스럽게 변형되어, 가상 캐릭터를 구성할 수 있게 된다.

2) 가우시안(Gaussian)함수를 이용한 변형방법

남녀의 배와 엉덩이, 여성의 가슴과 같이 용기가 있는 부위의 두께의 변형을 위해서는, 비만 정도에 따라 이들이 변화하는 양상을 조사하여 반영하는 것이 바람직하다고 생각된다. 그러나, 이들 변화에 대한 조사는 상당한 작업이기 때문에, 우선 가우시안 함수를 이용하여 비선형적으로 변형하고 있다. 이것은 용기부위가 외형상 가우시안 함수에 닮아 있기 때문이다. $P_0 = (x_0, y_0, z_0)^T$ 를 변형부위의 중심점, $P = (x, y, z)^T$, $P' = (x', y', z')^T$ 를 각각 변형전후의 꼭지점이라고 하면, 다음과 같이 변형한다.

$$x' = x, y' = y, z' = z + \delta z \quad \text{식(3)}$$

$$\delta z = d_z \cdot \exp[-((x-x_0)/\sigma_x)^2 - ((y-y_0)/\sigma_y)^2] \quad \text{식(4)}$$

여기서, d_z 는 중심점 P_0 에서 z 의 변화량이고, δz 는 변형할 부위 내의 점 P 에서 z 의 변화량이다. σ_x , σ_y 는 가우시안 분포에서 표준편차로서, 두께변형의 모양을 변화시킬 수 있는 파라미터이다. 즉, σ_x 가 σ_y 보다 크면, 가우시안 함수의 단면이 x 방향으로 긴 타원형이 되고, 같으면 원형이 된다. 이것은 변형할 부위에서 중심을 지나는 상하길이와 좌우길이에 따라 정해진다.

3. 개인 체형 데이터의 적용방법

개인체형의 데이터가 주어지면, 유사한 인체모델을 DB로부터 선택하여, 인체부위별로 인체모델의 크기와 비교하여 변형 후의 특징점을 정하고, V.2의 방법으로 인체를 변형한다. 우선, 변형에 필요한 기준을 정한다. 키는 발바닥을, 너비는 회음을 지나는 인체중심선을, 두께는 복숭아 뼈에서 무릎, 대퇴돌기, 겨드랑이, 어깨 점으로 이어지는 선을 기준으로 하고 있다. 다음으로, 변형할 부위에 대해, 개인체형 데이터와 인체모델의 크기를 비교하여 차이를 구한 후, 그 차이를 변형부위에 정해진 특징점에 더하여, 변형후의 특징점으로 정한다. 변형전후의 특징점에 따라, 부위별로 높이와 너비를 동시에 변형한 후, 두께를 변

형한다. 두께변형에 있어서는, 남녀의 배와 엉덩이, 여성의 가슴은 가우시안 함수를 사용하고, 나머지는 선형변환을 사용한다.

둘레는 너비와 두께를 추정하여 변형한다. 추정방법은 국민체위보고서의 부위별 회귀추정식을 이용한다. 예를 들면, 가슴둘레, 키, 연령을 알면, 가슴두께, 가슴너비, 어깨너비, 몸통너비 등을 식(5)~식(8)과 같이 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{어깨너비} = & -2.1443 + 0.1014 \times \text{연령} \\ & + 0.1611 \times \text{키} + 0.1472 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{몸통너비} = & -3.1576 - 0.0397 \times \text{연령} \\ & + 0.1183 \times \text{키} + 0.3156 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(6)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{가슴너비} = & -2.3943 + 0.1948 \times \text{연령} \\ & + 0.0633 \times \text{키} + 0.2533 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(7)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{가슴두께} = & 1.3974 + 0.2088 \times \text{연령} \\ & - 0.0164 \times \text{키} + 0.2454 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(8)} \end{aligned}$$

회귀추정식으로 구하기 곤란한 경우는 너비와 두께는 같은 비율로 변화한다고 가정한다. 먼저, 인체모델의 둘레와 개인체형의 둘레의 비율을 구한다. 인체모델의 둘레를 구하는 방법은 둘레의 단면을 지나는 삼각형을 탐색하고, 탐색된 삼각형에서 둘레가 지나가는 표면의 길이를 합하고 있다. 다음은, 너비와 두께에도 그 비율을 적용하여 인체모델을 변형하면, 인체모델의 둘레는 개인체형의 둘레에 유사하게 변할

것이다. 나아가서, 변형된 인체모델의 둘레를 구하여, 개인체형과 차이가 크면, 너비와 두께를 반복 수정하여 둘레를 맞추고 있다.

개인체형의 데이터를 본 연구에서 설정한 것처럼, 36항목을 알고 있는 사람은 많지는 않을 것이다. 대체로, 키, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 몸무게 정도일 것이다. 이때에도, 식(9)~식(10)과 같이 부위별 회귀추정식을 사용하거나, 가까운 부위에서 보간하고 있다. 추정을 많이 할수록, 실제 체형과는 달라질 것으로 예상된다. 그러나, 유사한 체형을 다소 변형하고 있기 때문에, 대체로 비슷한 캐릭터를 구성할 수 있을 것으로 기대된다.

$$\begin{aligned} \text{어깨높이} = & -10.3699 + 0.1315 \times \text{연령} \\ & + 0.8565 \times \text{키} + 0.0258 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(9)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{허리높이} = & -7.03570 - 0.3802 \times \text{연령} \\ & + 0.6986 \times \text{키} - 0.0807 \times \text{가슴둘레} \quad \text{식(10)} \end{aligned}$$

VI. 인체변형의 결과

이상의 방법을 이용하여, 인체를 변형하면 다음과 같다. Fig. 12는 키의 변화를, Fig. 13은 너비의 변화를, Fig. 14는 두께의 변화를, Fig. 15는 너비와 두께의 변형을 통한 둘레의 변화를 나타내었다. 인체모델을 다양한 체형으로 변형하여, 개인 체형에 맞게 개인 캐릭터를 구성할 수 있음을 알 수 있다. 나아가서,

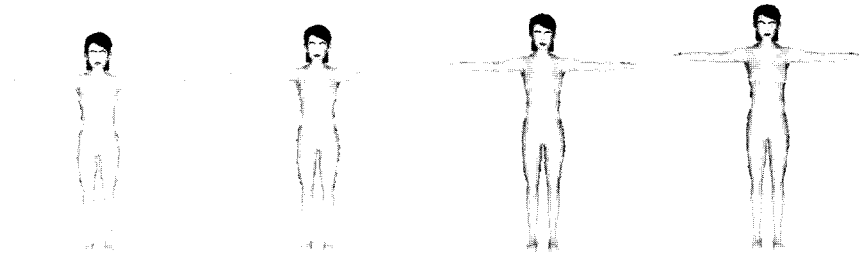


Fig. 12. Height Changes of a 3D Body Model.

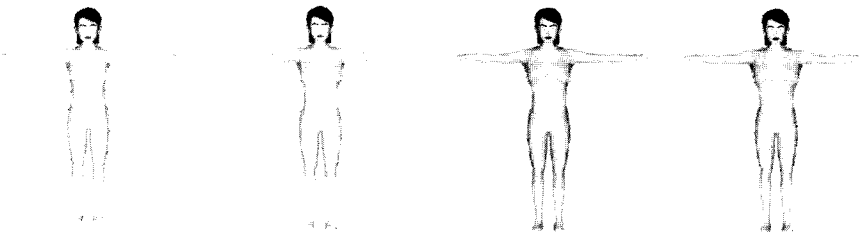


Fig. 13. Breadth Changes of a 3D Body Model.

Fig. 16~Fig. 18은 신승철 외(2002)에서 개발한 의복 3D모델의 착장 방법을 이용하여, 변형된 인체에 동일한 디자인의 의복을 착장한 결과이다. 동일한 디자인

의 의복에 대해서도 체형변화에 따라 달라지는 모습을 연출할 수 있었다.

VII. 결 론

본 논문에서는 가상 의복코디네이션을 위해, 한국인 3D모델의 DB를 구축하고, 개인체형을 반영하여 개인캐릭터를 구성하는 방법을 제안했다. 먼저, 한국인 3D모델을 자체 제작하여, 38종을 DB로 구축했다. 인체변형의 전처리과정으로 부위별 그룹과 특징점을 설정하고, 36항목을 변형하였다. 나아가서, 개인체형

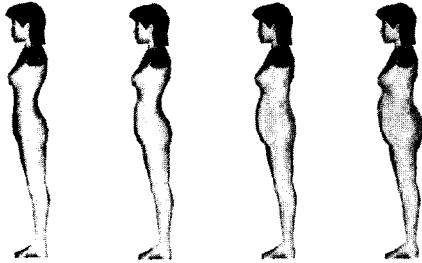


Fig. 14. Depth Changes of a 3D Body Model.

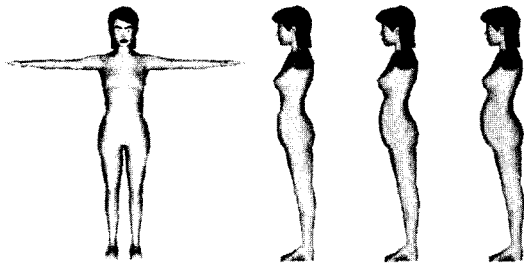


Fig. 15. Circumference Changes of a 3D Body Model.

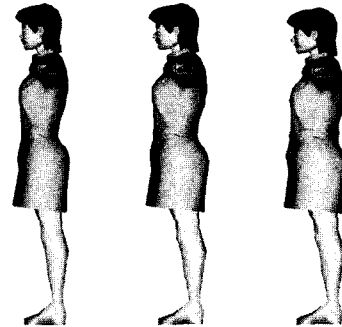


Fig. 18. Cloth Adaptation for the Circumference Changes.

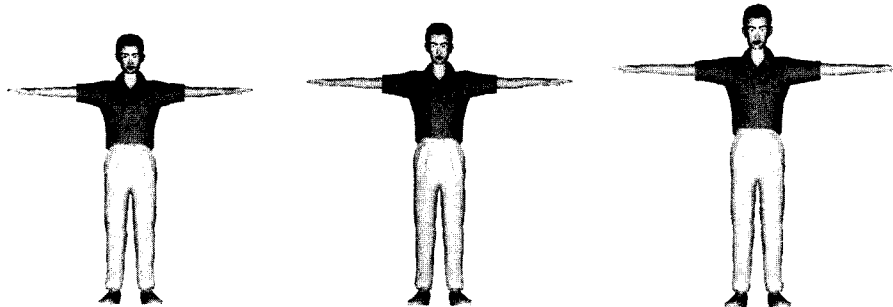


Fig. 16. Cloth Adaptation for the Height Changes.

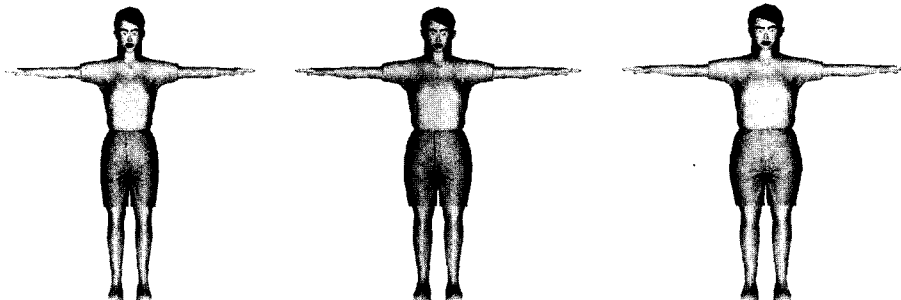


Fig. 17. Cloth Adaptation for the Breadth Changes.

과 유사한 모델을 DB로부터 선택한 후, 체형의 크기에 따라 선택된 3D모델의 높이, 너비, 두께를 변형하여, 개인캐릭터를 구성했다. 변형방법은 인체모델의 부위별로 선형변형을 사용하고 있으나, 배, 엉덩이, 가슴부위는 가우시안 함수를 사용하여 비선형으로 하고 있다.

본 논문의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 한국인을 연령별, 성별, 체형별로 세분하여, 3D 모델을 38종을 자체 제작하여, DB로 구축했다.
2. 전처리과정을 설정함으로써, 성별, 체형에 따라 기하학적인 구조가 다양한 인체모델을 효과적으로 변형할 수가 있었다. 또한, 다른 목적으로 이미 제작된 인체모델도 활용할 수가 있기 때문에, DB구축이 용이하고, 비용도 절감할 수 있다.
3. 높이 12항목, 너비 6항목, 두께 5항목, 둘레 13항목 등 총 36항목을 변형하여, 개인체형에 맞는 개인 캐릭터를 구성할 수 있다. 나아가서, 키, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 몸무게만 주어져도 개인체형에 대체로 근사한 개인 캐릭터를 구성할 수 있는 방법이다.
4. 인체 대부분을 선형으로 변형으로 하고 있어, 인체변형 속도가 빠르기 때문에, 속도가 요구되는 Web기반 패션 코디네이션의 실현에 기반기술이 될 수 있다.

본 논문에서 준비한 인체모델 38종은 한국인 체형의 일부이다. 또한, 영화, 애니메이션, 게임 등에서 사용하는 재미있는 캐릭터들도 있다. 필요에 따라서는, Fig. 6에서 제시한 것처럼 어느 정도 정교한 모델을 갖출 필요가 있다. 이러한 모델제작에는 많은 인력, 비용, 시간이 소요된다. 또한, 1997년에 조사한 한국인 체형 데이터를 참조하여, 한국인 모델을 제작하고, 여러 부위들을 추정하고 있다. 현재의 한국인 체형 변화에 대한 고려도 있어야 할 것이다. 좀더 현실감

있는 개인캐릭터의 구성을 위해서는, 이들에 대한 대책이 금후의 연구과제로 생각된다.

참고문헌

- 김동진. (1997). 국민표준체위 조사 보고서. 국립기술품질원.
디지털 엔터테인먼트. (2002, 8. 23). *디지털 엔터테인먼트*.
자료검색일 2002, 8. 23, 자료출처 <http://www.adamssoft.com/2002adamssoft/vis.htm>
- 안찬식, 정동암, 이영숙, 김순협. (2001). 가상현실에서의 Inner wear 착용 Animation 기술 개발. *HCI2001, SIGHCI*.
신승철, 최창석, 김효숙. (2002). 의복 3D 모델 DB 구축과 개인 체형에 의복 정합. *HCI2002, SIGHCI*.
- 최우혁, 신민영, 최창석, 김효숙. (2001). 3D 패션 코디네이션을 위한 한국인 3D모델 DB와 인체변형, *한국정보처리학회 춘계학술발표논문지*, 8(1), 1217-1220.
캐릭터물. (2002, 8. 23). *세이클럽*. 자료검색일 2002, 8. 23, 자료출처 [saymall.sayclub.com/saymall_catalog.nwz? cat=1000000001](http://saymall.sayclub.com/saymall_catalog.nwz?cat=1000000001)
- Thalmann, N. M., Carion, S., Courchesne, M., Volino, P., & Wu, Y. (1996). Virtual clothes, hair and skin for beautiful top models. *Computer Graphics Int. IEEE, June*, 132-141.
- Jianhua, S., & Thalmann, D. (1996). An evolving system for simulating clothes on virtual actors. *IEEE Computer Graphics and Appl.*, 16(5), 42-51.
- Thalmann, D., & Shen, J. (1998). Fast Realistic human body Deformations for Animation and VR application. *Virtual Humans in Cyberdance, Proceedings Computer Graphics International '98, IEEE*. 166-174.
- Wilhems, J., & Gelder, V. (1997). Anatomically based modeling. *Computer Graphics Proceedings*, 173-180.
- Vassilev, T. I. (2000). Dressing Virtual People. *SCI2000 conference, Orlando*, 23-26.
- Rudomin, I., & Catillo, J. L. (2002). Realtime clothing: geometry and physics. *WSCG 2002 Posters*. 45-48.