

# SoMA: 상용 게임엔진 기반의 아바타 생성 시스템

김병철, 노창현  
중부대학교 컴퓨터·게임학과

## SoMA: A System of Making Avatars based on a Commercial Game Engine

Byung-Cheol Kim, Chang Hyun Roh  
Dept. of Computer and Game Sciences, Joongbu University

요 약 게임엔진이 급격히 발전하면서 3차원 게임 개발에의 진입장벽이 점점 낮아지고 있다. 그러나 게임성을 보다 증대시키기 위해 필수적인 3차원 아바타 캐릭터를 생성하는 데에는 아직도 상당한 시간과 노력이 필요하다. 이에 본 논문에서는 상용 3차원 게임엔진 기반의 아바타 생성 시스템, SoMA(System of Making Avatars)를 제안한다. 제안된 시스템은 기본 아바타 캐릭터를 각 구성품으로 분해하고, 이후 다시 이를 조립하거나 조정하여 커스터마이제이션(customization)된 캐릭터를 생성할 수 있다. 이를 위해 캐릭터의 조립 구조를 계층적으로 구현하였고, 상위 계층은 카테고리화 하여 조립할 수 있도록 정의하고, 하위 계층은 파라미터화(parameterization) 하여 커스터마이제이션 할 수 있도록 정의하였다. 특히 계층별 아이템의 명명 방법(naming convention) 또한 정의하여 이의 효과적인 액세스가 가능하도록 구현하였다. 마지막으로 이러한 캐릭터 조립 구조를 바탕으로 신체, 의상, 부착물(악세사리) 시스템을 구현하여 다양한 캐릭터를 손쉽게 제작할 수 있도록 SoMA를 개발하였다.

주제어 : 아바타, 캐릭터 커스터마이제이션, 게임엔진, 3차원 컴퓨터 게임 개발, 어셈블리 시스템

**Abstract** We propose the SoMA(System of Making Avatars) based on a commercial 3D game engine. It first decomposes a given character into assemblable pieces, then gives the user them as prefab components so that he or she can reassemble and/or customize them to be plenty of characters. To accomplish this, it implements the character assembly structure as an hierarchy, the upper levels of which are categorized for gross assembly, and the lower levels of which are parameterized for detailed customization. It also defines a hierarchical naming convention for ease of access to the structure. Finally, it provides body, clothes, and attachment systems to make relevant characters.

**Key Words** : Avatar, Character Customization, Game Engine, 3D Computer Game, Assembly System

### 1. 서론

3차원 게임엔진의 수준이 크게 향상되면서 3차원 계

임 개발은 더 이상 소수 전문가들만의 영역이 아니라 다양한 아이디어와 창의성을 가진 게임 애호가들 전반에게 가능한 일이 되었다. 특히 게임성을 높이는 데 중요한 아

Received 25 October 2016, Revised 30 November 2016  
Accepted 20 January 2017, Published 28 January 2017  
Corresponding Author: Chang Hyun Roh (Joongbu University)  
Email: chroh@jbm.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

바타 캐릭터[1]를 생성하는 기술들이 본격적으로 개발되기 시작하면서 이를 바탕으로 3차원 아바타가 등장하는 게임 개발 또한 진입장벽이 낮아지고 있다[2]. 특히 아바타 생성을 위한 언어를 새로 정의하거나[3,4], 자바스크립트를 기반으로 한 라이브러리 형태[5] 등 이의 개발 편의성이 높아졌다. 그러나 게임엔진의 기본 캐릭터 생성 기능을 개선하여 이를 달성하는 데에는 여전히 3차원 컴퓨터 그래픽스와 캐릭터 시뮬레이션 전반에 대한 전문성이 상당히 요구된다.

이러한 3차원 아바타 캐릭터 저작에의 다양성을 확보할 수 있는 기반을 제공하기 위해 본 논문에서는 아바타 생성 시스템, SoMA(System of Making Avatars)를 제안한다. 제안한 시스템은 기본 아바타 캐릭터를 각 구성품으로 분해하고, 이후 다시 이를 조립하거나 조정하여 커스터마이제이션(customization)된 캐릭터를 생성할 수 있는 아바타 시스템이다. 이를 위해 [6]과 유사하게 캐릭터의 조립 구조를 계층적으로 구현하였다. 즉, 상위 계층은 카테고리화 하여 조립할 수 있도록 정의하고, 하위 계층은 파라미터화(parameterization) 하여 커스터마이제이션 할 수 있도록 정의하였다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 [6]에서 더 나아가 신체, 의상, 부착물(악세서리 등) 시스템을 구현하여 다양한 캐릭터를 손쉽게 제작할 수 있도록 시스템을 실제로 개발하여 이를 검증하였다.

제안한 시스템은 상용 게임엔진인 유니티를 기반으로 구현되었다. 유니티는 캐릭터의 스켈레톤과 스킨을 импорт(import)하여 사용할 수 있으며 이의 애니메이션을 계층적으로 처리할 수 있는 애니메이터(Animator) 컴포넌트와 애니메이터 컨트롤러(Animator Controller)도 제공하기 때문이다.

다음의 각 장에서는 제안한 시스템에 대해 상술한다. 제2장에서는 SoMA의 아바타 캐릭터의 조립 구조에 대해 설명하고, 제3장에서는 SoMA의 각 구성 시스템에 대해 설명하며, 제4장에서 이의 결과를 바탕으로 시스템을 평가하여 결론을 맺는다.

## 2. 아바타 캐릭터의 조립 구조

아바타 캐릭터의 조립 구조를 설계하기 위해서는 각 각 대상을 명확히 정의하고 이들 간의 관계를 설정해야

한다. 본 논문에서 정의하는 아바타 캐릭터는 게임유저가 직접 제어하여 게임세계를 경험할 수 있는 인간형 캐릭터나 그에 준하는 동작 가능한 캐릭터에 제한된 의미이다. 다음 각 절에서는 이러한 아바타 캐릭터의 주요 구성 요소와 이를 계층적으로 재구성한 유니티 기반의 캐릭터 조립 구조에 대해 설명한다.

### 2.1 아바타 캐릭터의 구성 요소

관절체 기반의 동작 가능한 캐릭터는 일반적으로 스켈레톤, 스킨 메쉬, 피부/의상 재질, 액세서리 등으로 구성된다. 제안한 시스템에서 특히 중요한 것은 각 구성 요소의 조정(adjustment) 가능한 인자(factor)가 무엇인지를 명확히 밝히고 이를 어떻게 조정 가능한 형태(parameter)로 정의하느냐이다.

#### 2.1.1 스켈레톤(Skeleton)

관절체의 뼈대 구조를 모사한 캐릭터의 스켈레톤 [7,8,9]은 조인트(joint)를 기반으로 조인트 간의 계층 구조로 표현된다. 기본적으로 각 조인트 노드(node)는 자신의 공간적 정보를 기술하는 로컬 좌표계 행렬을 가지고 있으며, 이는 해당 노드의 3차원 움직임에 6 자유도(DoF; Degree-of-Freedom)를 모두 부여하여 포지션(position)과 오리엔테이션(orientation)을 설정할 수 있게 한다. 그리고 조인트 간의 종속적 연결 관계를 통한 관절체의 개별 포즈(pose)를 만들어 내기 위해 하위 노드는 상위 노드의 좌표계에 대해 상대적으로 기술된다.

#### 2.1.3 스킨 메쉬(Skinned Mesh)

스킨 메쉬는 캐릭터의 피부를 표현하기 위해 스켈레톤의 각 조인트를 기반으로 만들어진 버텍스(vertex)의 규칙적 집합이다[10,11]. 이 버텍스들의 평면적인 조합인 폴리곤들을 입체적으로 조합한 메쉬(mesh)가 최종적으로 피부를 표현한다. 결국 이러한 스킨 메쉬의 각 버텍스는 스켈레톤의 한 개 이상의 조인트 정보가 선형적으로 혼합되어 만들어진 것이므로 메쉬 버텍스는 관련 조인트의 포지션/오리엔테이션 값의 계수로 정의된다.

따라서 스킨 메쉬를 커스터마이제이션 하기 위한 인자는 기본적으로 버텍스(포지션 및 오리엔테이션)와 버텍스의 조인트(들)에 대한 계수값이다. 그러나 단일 버텍스가 아닌 버텍스의 지역적 형태 집합(a local set of

shape vertices)이 의미 있는 메쉬 모양의 변화를 만들어 내므로 직관적인 메쉬 커스터마이제이션을 위해서는 조정해야 되는 대상 버텍스 집합을 특정하고, 이를 단일한 파라미터로 조정하는 기준을 설정하는 것이 필수적이다.

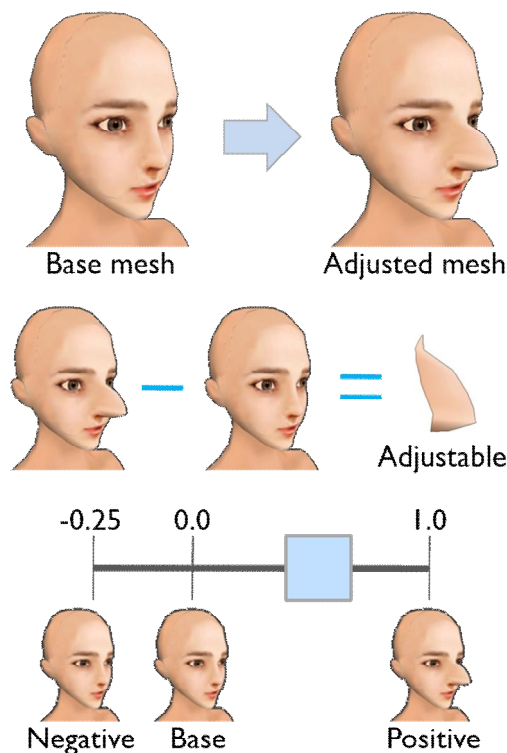
이는 [Fig. 1]에 도식화 된 것처럼 다음과 같이 크게 세 단계로 구성할 수 있다. 우선 주어진 기본 메쉬에서 커스터마이제이션 하고자 하는 특정 모양을 수작업을 통해 최대한 변경한다. 다음으로 이 최대 변경된 모양과 기본 모양의 차이가 나는 버텍스들의 집합을 찾고, 각 버텍스들의 차이값을 계산한다. 그리고 이를 바탕으로 버텍스의 조인트들에 대한 계수값 차이 또한 계산한다. 마지막으로 이러한 차이값들을 단일한 파라미터로 매핑한다.

파라미터값의 경우, 0을 기본 모양의 값으로, 1을 최대한 변경된 모양의 값으로 설정하면, (0,1) 구간의 버텍스 계수값들을 선형적으로 보간(interpolation)하여 커스터마이제이션 된 모양을 만들어낼 수 있다. 특히 이렇게 선형적으로 메쉬의 일부분을 파라미터화 하면, 이 파라미터 값은 음수값(negative value)을 가질 수도 있다. 예를 들어 [Fig. 1]의 가장 윗 줄처럼 캐릭터의 코를 최대한 높여 커스터마이제이션 영역을 정의하였어도, 이를 통해 만들어진 파라미터에 음수값을 적용하면, 가장 아래 줄처럼 캐릭터의 코를 높일 수만 있는 것이 아니라 낮출 수도 있게 된다.

### 2.1.4 피부 및 의상(Skin and Clothes)

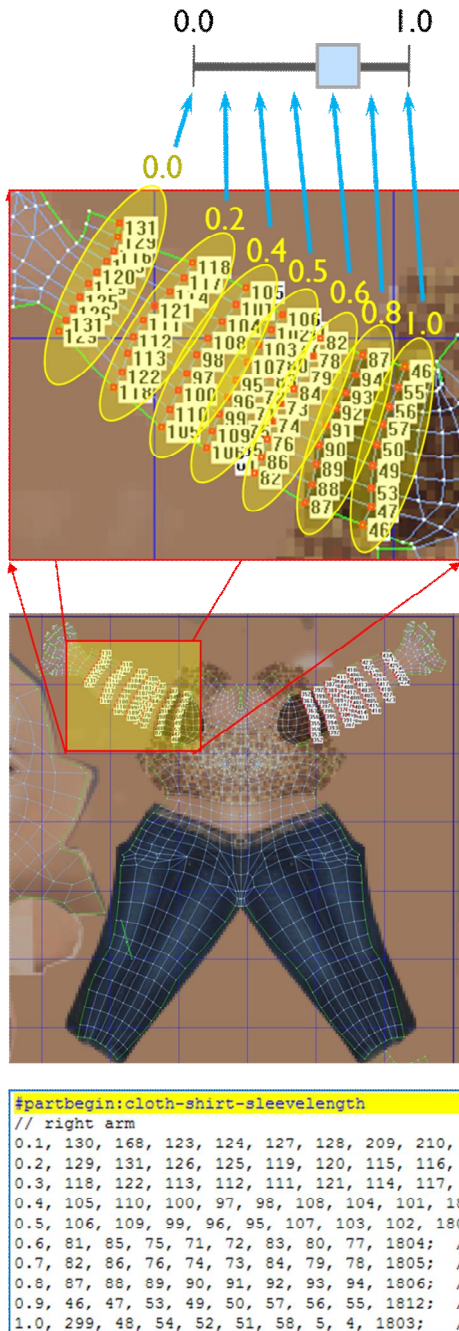
스켈레톤을 기반으로 생성된 스킨 메쉬의 표면에 다양한 피부 질감을 표현하기 위해서는 스킨 텍스처가 필수적이다. 텍스처로는 일반적으로 2차원 이미지(ex. PNG, JPG, BMP 등)가 활용되므로 3차원 메쉬와 2차원 이미지를 결합시키기 위하여 이른바 UV-매핑(UV-mapping)이 필요하다. 즉, 피부 재질이란 텍스처와 이 UV매핑의 집합을 가리키므로 이것이 바로 커스터마이제이션 하기 위한 인자가 된다.

텍스처를 메쉬에 매핑시키기 위해 일반적으로 3차원 메쉬는 [Fig. 2]처럼 2차원 평면에 투영(projection)되어 펼쳐지고, 이렇게 펼쳐진 메쉬의 각 버텍스와 텍스처 픽셀 간의 매핑은 버텍스의 인덱스 값과 이미지의 2차원 좌표값인 (u,v)가 조합되어 정의된다.



[Fig. 1] A Three-step Mesh Customization Setup.  
 Top: User-given Adjustment of the Base Mesh.  
 Middle: Difference Calc. to Specify the Adjustable Part.  
 Bottom: A Mapped Parameter Can Be Negative.

특히 버텍스들이 스켈레톤의 조인트 간의 연결을 따라 원반(disc)-원통(cylinder) 형으로 만들어지게 되므로 이것이 2차원에 펼쳐져 배치되는 해당 조합들의 형태는 대체로 직선이나 직선에 가까운 곡선들의 집합으로 나타나게 된다. 따라서 [Fig. 2]의 맨 위처럼 이 직선 상의 조합들을 하나의 집합으로 묶어서 단위화 시키면 이 단위들을 신체의 유의미한 부분에 대한 피부 파라미터로 정의할 수 있다. 또한 캐릭터의 의상의 경우, 이를 비교적 간단히 만들기 위해 물리 시뮬레이션 대신 피부에 덧씌우는 텍스처 형태로 의상을 만드는 사례가 많다. 이러한 경우에도 마찬가지로 위에서 설명한 UV-매핑의 단위화를 통해 손쉽게 의상을 커스터마이제이션 할 수 있다.



[Fig. 2] An Example of Texture Parameter Mapping for a Cloth Material over Skin.  
 Top: Parameterized Sets of UV-coordinates  
 Middle: The Full Cloth Texture Image  
 Bottom: Text-based Definition of UV Sets

최종적으로 프래그먼트 셰이더(Fragment/Pixel Shader)의 멀티-텍스처링(Multi- Texturing) 기능을 이용하면, 안쪽에 해당하는 스킨 텍스처부터 중간, 바깥쪽에 해당하는 의상 텍스처들을 혼합하여 캐릭터의 피부를 표현할 수 있고, 이를 통해 시스루(See-Through) 의상이나 겹옷 등의 의상들도 비교적 손쉽게 효과적으로 만들어 낼 수 있다.

### 2.1.5 부속물(Accessories)

캐릭터가 자신의 신체가 아님에도 몸에 밀착하여 가지고 다니는 부속물은 가발부터 신발, 가방, 총, 도끼 등 다양한 형태가 될 수 있다. 이러한 부속물들은 대개 별도의 독립된 메쉬 구조와 텍스처를 가지지만, 캐릭터의 움직임에 맞추어 같이 움직여야 하는 부속물의 한계 상, 캐릭터의 스켈레톤, 즉 특정 조인트에 연동되어 설정된다.

## 2.2 유니티 기반의 캐릭터 조립 구조

상용 게임엔진인 유니티에서 제공하는 캐릭터의 구조는 2.1절에서 설명한 부분들을 기본적으로 모두 제공하고는 있으나 다양한 캐릭터들을 게임 상에서 조립/커스터마이제이션 할 수 있도록 보다 계층적이고 세밀하게 캐릭터 구조를 재구성할 필요가 있다.

### 2.2.1 계층적 구조

캐릭터는 게임유저에게 하나의 조작 단위로서 의미를 주는 객체(GameObject)이다. 따라서 캐릭터를 이루는 모든 관련 부품들이 모두 모여서 특정한 하나의 형상을 이루고 있는 객체를 캐릭터로 정의한다. 예를 들어 'Girl01,' 'Male02,' 'Dog,' 'Cat' 등이다.

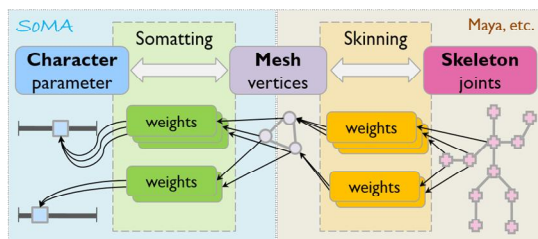
카테고리는 조립될 수 있는 가장 상위의 캐릭터 구성품들의 종류를 의미한다. 예를 들어 가발(Wig), 신체(body), 신발(shoes) 등이 있을 수 있으며, 이 때 가발과 신발은 실제로는 부착물 카테고리가 된다.

엘리먼트는 캐릭터를 실질적으로 특징짓는 구체적인 형태들의 집합으로서 하나의 카테고리에 다수의 엘리먼트들이 존재한다. 구체적으로 하나의 메쉬와 이에 결합될 수 있는 서로 대체 가능한 여러 재질들이 모여 하나의 엘리먼트가 정의되고, 이의 특정 인스턴스가 캐릭터 엘리먼트가 된다.

캐릭터 엘리먼트는 대체 가능한 재질들이 모여 있는 엘리먼트 중에서 특정 재질이 선택되어 실제 캐릭터의 형태로 나타나는 최종 캐릭터 구성품이다. 그리고 따라서 캐릭터 엘리먼트는 구체적인 커스터마이제이션의 최종 대상이 되고, 다수의 커스터마이저블 파트를 가질 수 있다. 이는 다시 아래와 같이 4단계로 세분된다.

- (1) 그룹(Group): 커스터마이제이션 타입을 의미한다. 예를 들어 기하학적 모양(geometry)이나 의상(UV-매핑 좌표) 등이다.
- (2) 서브그룹(Subgroup): 그룹의 하위 레이어를 나타내며, 예를 들어 모양(shape) 그룹은 머리, 상체, 하체 등의 서브그룹을 가질 수 있다.
- (3) 디파트먼트(Department): 캐릭터에 구체적인 특성을 부여하는 커스터마이제이션의 개념 단위이다. 예를 들어 눈, 입, 턱 등이 있다.
- (4) 파트(Part): 커스터마이제이션의 최종 단계로서 유저가 파라미터를 조정하여 캐릭터를 변경하는 실질적 단위이다. 예를 들어 입 디파트먼트에는 입술비율, 입술두께, 입술길이 등의 파트들이 있을 수 있다.

이렇게 정의된 커스터마이저블 파트들을 조정하여 아바타 캐릭터를 커스터마이제이션 하는 방식을 somatting (soma는 그리스어로 몸이라는 뜻)이라 정의하였고, 이의 기본적인 구조는 [Fig. 3]에 도식화하였다.



[Fig. 3] A Conceptual Diagram of Somatting

### 2.2.2 계층적 명명법(Naming Convention)

계층적으로 구성된 캐릭터의 각 부분들을 효율적으로 액세스 하기 위해서 제안한 시스템에서는 아래와 같이 구분자(delimiter; ‘\_’ 와 ‘#’)로 명확히 계층별 구별이 가능한 명명법을 사용하였다.

*character\_element\_group#subgroup\_department\_part*

이는 다음과 같이 활용될 수 있다.

- ex1) female\_body-1\_cloth#inner\_shirt\_sleevelength
- ex2) male01\_body-big\_shape\_head\_size
- ex3) male03\_shoes-winter003\_shape\_toe\_thickness

## 3. SoMA(System of Making Avatars)

본 논문에서는 제2장에서 설명한 캐릭터의 기본 구조와 이의 파라미터화를 바탕으로 아바타 캐릭터를 조립하고 커스터마이제이션 할 수 있는 시스템인 SoMA(소마)를 개발하였다. 소마에는 크게 신체 시스템, 의상 시스템, 부착물 시스템 등의 세부 시스템이 존재하며, 아래 각 절에서 해당 시스템에 대해 상세히 설명한다.

### 3.1 기본 캐릭터의 준비

외부 저작 도구를 이용하여 만들어진 캐릭터는 [Fig. 4]의 오른쪽처럼 기본 캐릭터(Base Character)가 되어 이후 파트 교체, 모양 조정, 의상 조정, 부착물 조정 등을 통해 커스터마이제이션 된다.



[Fig. 4] An Example of Character Customization

### 3.2 신체 시스템(Body System)

소마의 신체 시스템은 캐릭터의 몸 그 자체의 형태와 피부를 표현하며, 여기에는 모발(hair) 또한 형태화 하여 포함한다. 텍스처의 교체를 통해 재질과 색상 등을 손쉽게 조정할 수 있다.

### 3.2.1 조정 가능 모양(Adjustable Shapes)

조정 가능한 부분은 크게 9가지이며, 각 부분별 상세 조정 가능한 파라미터들은 다음과 같다.

- (1) 몸(Body): Height, Thickness, Fatness 등
- (2) 머리(Head): Size, Stretch (Squash/Stretch), Shape (Square/Round), Upper Cheeks, Lower Cheeks 등
- (3) 눈(Eyes): Size, Opening, Spacing, Outer Eye Corner, Inner Eye Corner 등
- (4) 코(Nose): Size, Width, Nostril Width, Nostril Division, Thickness, Bridge Width, Tip Angle 등
- (5) 입(Mouth): Position, Depth, Lip Width, Lip Fullness, Lip Thickness, Lip Ratio, Lip Cleft 등
- (6) 턱(Chin): Chin Angle, Chin Depth, Chin Cleft, Jaw Shape, Jaw Angle 등
- (7) 상체(Torso): Torso Muscles, Neck Thickness, Neck Length, Shoulders, Arm Length, Hand Size, Torso Length, Love Handles, Belly Size 등
- (8) 여성 상체(Female Torso): Breast Size, Breast Buoyancy, Breast Cleavage 등
- (9) 다리(Legs): Leg Muscles, Leg Length, Hip Width, Hip Length, Butt Size, Foot Size 등

### 3.2.2 모발(Hair)

조정 가능한 부분은 크게 2가지이며, 모발의 색상은 대화상자를 통해 텍스처의 교체함으로써 가능하며, 이의 부분별 상세 조정 가능한 파라미터들은 다음과 같다.

- (1) 모발 색상(Hair Color): Texture Replacement
- (2) 눈썹(Eyebrows): Size, Height, Arc, Points

## 3.3 의상 시스템(Clothes System)

의상 시스템은 신체 시스템 위에 텍스처로 추가된 형태이며, 프래그먼트 셰이더의 멀티-텍스처링을 통해 구현되기 때문에 모양에 영향을 주지는 않는다. 의상은 속옷, 안옷, 겉옷의 세 겹으로 구성된다.

### 3.3.1 속옷(Undercloth) 영역

속옷은 윗속옷, 아랫속옷, 양말의 세 부분으로 구분되며, 각 부분별 상세 조정 가능한 파라미터는 다음과 같다.

- (1) 윗속옷(Undershirt): Sleeve Length, Bottom, Collar Front, Collar Back 등

- (2) 아랫속옷(Underpants): Length, Waist 등

- (3) 양말(Socks): Length 등

### 3.3.2 안옷(Innercloth) 영역

안옷은 상의로만 구성되며, 상세 조정 가능한 파라미터는 다음과 같다.

- (1) 셔츠(Shirt): Length, Collar Front, Collar Back, Sleeve Length, Sleeve Looseness 등

### 3.3.3 겉옷(Outercloth) 영역

겉옷은 상·하의로 구성되며, 상세 조정 가능한 부분별 파라미터는 다음과 같다.

- (1) 외투(Jacket): Length, Collar Front, Collar Back, Open Front, Sleeve Length 등
- (2) 바지(Pants): Length, Crotch, Waist Height 등

## 3.4 부착물 시스템 (Attachment System)

신체에 부착되어 캐릭터의 움직임에 연동되는 물체들은 부착물로서 정의된다. 캐릭터의 다양한 개성이나 상황적 특성을 표현할 수 있다.

### 3.4.1 기본 부착물(Default Attachment)

볼륨을 가지는 머리카락은 다양한 표현을 위해 ‘가발’ 형태의 부착물로 구현하였고, 신발 또한 기본적으로 신고 있는 것으로 정의하였다. 상세 조정 가능한 각 부분별 파라미터는 다음과 같다.

- (1) 가발(Wig): Volume 등
- (2) 신발(Shoes): Shoe Size, Shoe Height, Platform Height, Toe Shape, Toe Thickness 등

## 4. 결과 및 결론

본 논문에서는 계층적 조립 구조를 가지는 아바타 생성 시스템을 제안하고 개발하였다. 이의 몇 가지 대표적 실행 결과를 보면, [Fig. 5]에서처럼 캐릭터의 모양을 커스터마이제이션 하거나 [Fig. 6]에서와 같이 머리카락을 교체(그림 오른쪽)하거나 안옷/겉옷의 길이를 조정(그림 왼쪽)할 수 있음을 확인할 수 있다.



[Fig. 5] Runtime Screenshots While Customizing Her Belly and Lovehandle



[Fig. 6] Runtime Screenshots While Customizing Her Shirt(Left) and Hair(Right)

제한한 시스템은 캐릭터의 모양과 의상, 부착물을 기본 커스터마이제이션 대상으로 삼고 있으므로 다양한 아바타 캐릭터를 빠른 시간 내에 만들어 내거나, 게임유저들이 직접 직관적이고 효과적으로 스스로에게 적합한 아바타 캐릭터를 생성할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 제한한 시스템은 확장 가능한 계층 구조를 기반으로 개발되었기 때문에 현재 구현되어 있는 부분 이외에도 손쉽게 다양한 구성품들을 추가할 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 아바타 캐릭터의 정체성을 표현하는 데 큰 영향을 미치는 동작 시스템은 여전히 게임엔진의 기본 기능에 의존하고 있어 추후 관련 시스템의 추가 개발이 필요할 것이며, 관련 연구와 평가 방법[12, 13, 14, 15]을 참고하면 도움이 될 것으로 여겨진다.

## REFERENCES

- [1] S. T. Da Silva, "Character creation and customization for Massively Multiplayer Online Games," *Int'l J. of Asia Digital Art & Design*, 2013.
- [2] M. Boberg, P. Piippo, E. Ollila, "Designing avatars," *Proceedings of 3rd Int'l Conf. on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, pp. 232-239, 2008.
- [3] H. Prendinger et al., "MPML: A markup language for controlling the behavior of life-like characters," *Journal of Visual Languages and Computing*, Vol. 15, No. 2, pp. 183-203, 2004.
- [4] S. Ullrich et al., "MPML3D: Agent Authoring Language for Virtual Worlds," *Proceedings of the 2008 Int'l Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp. 134-137, 2008.
- [5] K. Apostolakis and P. Daras, "RAAT - The Reverie Avatar Authoring Tool," *Proceedings of 18th Int'l Conf. on Digital Signal Processing*, July 2013.
- [6] B.-C. Kim and C. H. Roh, "Design of an Avatar Assembly System based on a Commercial Game Engine," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 14, No. 12, 2016.
- [7] N. Burtnyk and M. Wein, "Interactive skeleton techniques for enhancing motion dynamics in key frame animation," *Communications of the ACM*, Vol. 19, No. 10, pp. 564-569, 1976.
- [8] D. Forsy, "A Surface Model for Skeleton-Based Character Animation," *Proceedings of 2nd Eurographics Workshop on Animation and Simulation*, pp. 55-73, 1991.
- [9] J. P., Lewis et al., "Pose Space Deformations: A Unified Approach to Shape Interpolation and Skeleton-Driven Deformation," *Proceedings of ACM SIGGRAPH 2000*, pp. 165 - 172, 2000.
- [10] K. Singh and E. Kokkevis. "Skinning Characters using Surface Oriented Free-Form Deformations," *Graphics Interface*, pp. 35-42, 2000.
- [11] J. M. P. van Waveren, "Fast Skinning," *Id Software Inc.*, March 21, 2005.
- [12] M.-J. Lee, "A Study on Game Production Education

- through Recent Trend Analysis of 3D Game Engine,” Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 4, No. 1, pp. 15-20, 2013.
- [13] N.-J. Kim et al., “3D Character Production for Dialog Syntax-based Educational Contents Authoring System,” Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 1, No. 1, 2010년, pp. 69-75, 2010.
- [14] S.-Y. Min et al., “SW Quality of Convergence Product: Characteristics, Improvement Strategies and Alternatives,” Journal of Convergence Society for SMB, Vol. 1, No. 1, pp. 19-28, 2011.
- [15] S. Lee, “Evaluation and Analysis of Software Globalization Capability in Korea,” Journal of Convergence Society for SMB, Vol. 1, No. 1, pp. 9-17, 2011.

김 병 철(Kim, Byung-Cheol)



- 2002년 2월 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부(공학사)
- 2004년 2월 : 한국과학기술원 전자전산학과 전산학 전공(공학석사)
- 2011년 8월 : 한국과학기술원 전자학과(공학박사)
- 2011년 9월 ~ 2016년 2월 : 서울대학교 정보문화학 전공 강사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 컴퓨터·게임학과 교수
- 관심분야 : 가상현실, 컴퓨터그래픽스, 물리기반 시뮬레이션
- E-Mail : ciel@jbma.ac.kr

노 창 현(Roh, Chang Hyun)



- 1993년 2월 : 한국과학기술원 원자력공학과(공학사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 원자력공학과(공학석사)
- 2001년 2월 : 한국과학기술원 원자력공학과(공학박사)
- 2000년 8월~2003년 2월: (주)에스포라 창업자/연구소장
- 2006년 1월 ~ 2007년 2월 : 엠게임 기획실장, 엠게임USA 이사
- 2002년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 컴퓨터·게임학과 교수
- 관심분야 : 기능성게임 (Serious Game), 가상현실 (VR), 전자상거래 (E-Commerce) 등
- E-Mail : chroh@jbma.ac.kr