

# 상용 게임엔진 기반의 아바타 조립 시스템의 설계

김병철, 노창현  
중부대학교 컴퓨터·게임학과

## Design of an Avatar Assembly System based on a Commercial Game Engine

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

요 약 상용 게임엔진이 크게 발전하면서 일정 수준 이상의 3차원 게임 개발이 용이해 지고 있다. 그러나 게임성을 크게 좌우할 수 있는 아바타의 제작에는 여전히 3차원 디자인 및 프로그래밍 전문성이 상당히 요구되므로 비숙련 개발자가 게임 상에 다양한 종류·형태의 아바타를 생성하고 제어하기 힘들다. 본 논문에서는 이를 위해 상용 게임엔진 기반의 아바타 조립 시스템을 설계하여 비숙련 개발자들이 보다 손쉽게 게임 아바타를 제어할 수 있는 근간을 제공하고자 한다. 상용 게임엔진인 유니티(Unity)를 기반으로 아바타 캐릭터의 조립과 커스터마이제이션, 관리 모듈을 설계하였고, 특히 유니티의 애셋(asset) 시스템을 이용하여 월드와이드웹(WWW)을 통한 아바타 정보 업데이트가 가능하도록 설계함으로써 게임의 최초 배포 이후에도 다양한 아바타 형태가 지속적으로 제공될 수 있는 기반을 마련하였다.

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

**Abstract** Developing 3D games of quality is getting easier as commercial game engines have significantly evolved. It is still difficult, however, for entry-level developers to create various avatars which could affect the entire game because it requires expertise in 3D design and programming. We propose a design of an avatar assembly system based on a commercial game engine, Unity. It includes the assembly, customization, and management of avatars. It also provides an avatar update mechanism via the World Wide Web(WWW) provided by Unity's asset system so that various avatars can be supplied after the initial game distribution.

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

### 1. 서론

상용 3차원 게임엔진이 크게 발전하면서 일정 수준 이상의 3차원 게임 개발이 비교적 용이해 지고 있다. 그러나 게임성에 크게 영향을 미칠 수 있는 아바타의 제작[1]

에는 여전히 3차원 디자인 및 프로그래밍 전문성이 상당히 요구되기에 비숙련 개발자가 게임 상에 다양한 종류와 형태의 아바타 캐릭터를 생성하고 제어하기 힘들다. 이를 해결하기 위해서 관련 업계와 학계에서는 보다 다양한 캐릭터 개발용 애셋(asset)을 제공하고 아바타 제

Received 25 October 2016, Revised 30 November 2016  
Accepted 20 December 2016, Published 28 December 2016  
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

작 시스템을 빠르게 개선시켜 왔다[2,3]. 캐릭터 생성을 위한 마크업 언어를 개발[4,5]하거나 자바스크립트용 라이브러리로 개발[6]하거나 혹은 비교적 직관적인 방식을 개발[7,8]하였다. 그러나 아직도 애셋의 캐릭터를 커스터마이제이션 하거나, 하나의 캐릭터에 대한 변종 캐릭터를 빠르고 편하게 만들어 내기 위해서는 전용 모델링 도구를 사용하거나 고수준의 3차원 제어 코드를 개발해야 한다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위해 아바타 캐릭터 조립과 관리, 커스터마이제이션을 직관적으로 할 수 있는 아바타 시스템을 설계하였다. 특히 비숙련 게임 개발자가 손쉽게 이용할 수 있는 아바타 시스템을 구현할 수 있도록 설계 수준에서 대중적인 상용 게임엔진을 상정하고 이를 기반으로 시스템을 설계하였다.

이후 각 장의 내용은 다음과 같다. 제2장에서는 아바타 캐릭터를 만들기 위한 각 구성 요소의 특징을 설명하고, 제3장에서는 제안하는 시스템에 대한 구체적인 설계 내용을 설명하며, 마지막으로 제4장에서 설계에 대한 정성적 평가를 통해 결론을 도출한다.

## 2. 아바타 캐릭터의 구조

캐릭터(character)는 게임 속에서 역할이 부여된 인격화된 모든 사물(ex. 동물-사람, 식물-나무, 무생물-돌맹이)을 가리키며, 게임유저가 조종하거나 인공지능이 조종하여 게임을 진행할 수 있게 하는 핵심 요소이다. 대부분의 캐릭터에는 몸이 부여되고 이 몸은 다양한 동작을 표현할 수 있는 관절체로 일반적으로 구성된다.

아바타(avatar)는 인도 신화에서 신(神, deity)이 인간 세상에 나타나기 위해 ‘강림(descend)’하는 것을 뜻한다. 이 때 강림의 의미는 ‘이 세계에 몸으로 나타나는 것(現身/化身)’을 의미한다. 가상세계나 컴퓨터 게임에서는 유저가 가상/게임 세계를 체험하기 위한 게임 상의 가상의 신체(virtual body)라는 의미로서 사용되기 시작하였다.

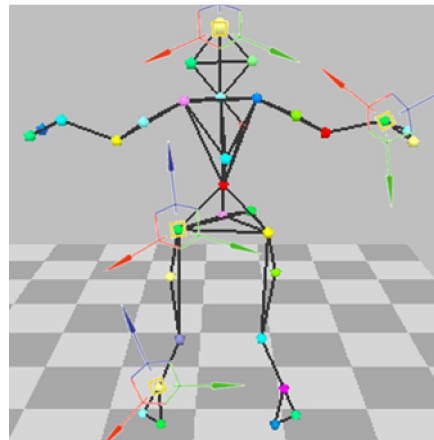
따라서 본 논문에서 정의하는 아바타 캐릭터는 게임 유저가 직접 조종하여 게임세계를 체험하는 인간형 캐릭터 혹은 그에 준하는 캐릭터를 한정하여 가리킨다. 이러한 인간형 캐릭터를 표현하기 위해서는 앞서 설명한 관절체 형태의 캐릭터가 가장 널리 사용되고 있으며 아래의 2.1절에서 이를 구체적으로 설명한다.

### 2.1 아바타 캐릭터의 구성 요소

본 절에서는 관절체 기반의 인간형 캐릭터를 구성하는 요소를 스켈레톤, 스킨 메쉬, 피부 재질, 동작 애니메이션, 액세서리로 세분하여 설명한다.

#### 2.1.1 스켈레톤(Skeleton)

인간의 뼈대를 그대로 모사한 스켈레톤은 조인트(joint)를 노드로 하는 계층 구조로 표현되며[9,10,11], 보통 골반(pelvis)을 루트(root) 노드로 하는 트리(tree) 형태의 자료구조로 표현된다. [Fig. 1]의 예처럼, 각 조인트 노드는 자신의 위치와 지향(orientation)을 기술하는 로컬 좌표계 정보를 가지고 있으며, 하위 노드는 상위 노드의 좌표계에 대해 상대적으로 기술된다.

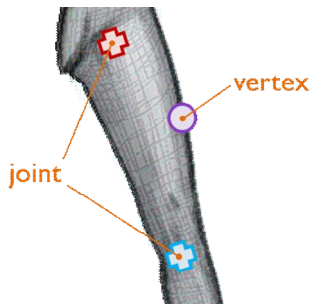


[Fig. 1] An Example of a Character Skeleton, Illustrated with Joints' Transformation Coordinate Systems

#### 2.1.2 스킨 메쉬(Skinned Mesh)

스킨 메쉬는 캐릭터의 피부를 표현하기 위해 스켈레톤을 기반으로 만들어진 버텍스(vertex)의 규칙적 집합이다. 이 버텍스들의 조합으로 만들어진 폴리곤(polygon)들의 촘촘한 입체적 메쉬(mesh)가 피부를 표현한다.

이 메쉬의 각 버텍스는 스켈레톤의 각 조인트의 위치 및 지향 정보를 바탕으로 생성되는데, [Fig. 2]처럼 한 개 이상의 조인트 정보가 선형적으로 혼합되어 만들어진다. 즉, 메쉬 버텍스는 관련 조인트의 위치/지향 값의 계수값으로 정의된다.



[Fig. 2] An Example of the Skinned Mesh for a Character's Limb

### 2.1.3 피부 재질(Skin Materials)

스켈레톤을 기반으로 생성된 스킨 메쉬의 표면은 선형적 색상 정보만을 가질 수 있으므로 다양한 피부 질감을 표현하기 위해서는 메쉬 표면에 2차원적 색상 정보를 부여할 수 있는 텍스처가 필수적이다. 텍스처로는 일반적으로 2차원 이미지가 활용되므로 3차원 메쉬와 2차원 이미지를 결합시키기 위하여 이른바 UV-매핑(UV-mapping)이 필요하다. 따라서 피부 재질은 텍스처와 이의 메쉬에의 매핑의 집합을 가리킨다.

### 2.1.4 동작 애니메이션(Behavior Animation)

캐릭터의 동작은 시간 축에 대해 각 조인트의 위치/지향 값이 적절히 변형(transformation)됨으로써 나타난다. 이 때 적절하다는 의미는 관절체의 각 하위 조인트가 상위 조인트와의 관계에서 허용되는 범위 내로 움직이는 것(이동/회전)을 뜻한다. 예를 들어, 무릎 관절과 복사뼈의 거리는 항상 일정해야 하고, 무릎은 안쪽 180도 이내로만 접힐 수 있음을 말한다.

따라서 이러한 계층 구조 스켈레톤을 기반으로 한 캐릭터의 동작 포즈를 만들기 위해서는 여러 단계의 조인트 조정 작업을 거쳐야 한다. 이를 직관적으로 커스터마이제이션 하기 위해서는 여러 단계를 미리 모의하여 변경 가능 여부를 판단할 수 있는 역운동학(IK; Inverse Kinematics) 기반의 시뮬레이션 모듈 등이 필요하며, 이는 유니티에 있는 기본적인 IK 모듈을 이용함으로써 해결할 수 있다.

### 2.1.5 액세서리(Accessories)

게임세계를 효과적으로 탐험하거나 미션을 수행하기

위해, 혹은 시각적인 아름다움이나 개성을 표현하기 위해 아바타 캐릭터는 자신의 신체 이외에 액세서리를 가질 수 있다. 이러한 액세서리는 그 활용 목적과 게임 구현의 편의상 캐릭터와 붙어 있는 형태로 제작되는 경우가 많다. 본 논문에서 제안하는 시스템에서도 마찬가지로 액세서리를 캐릭터의 부속물로 정의한다. 캐릭터의 신체와 별개의 메쉬와 재질을 가지나 동작은 스킨 메쉬처럼 스켈레톤을 기반으로 생성되는 부속물이다.

## 3. 아바타 조립 시스템의 설계

본 논문에서는 제2장에서 설명한 캐릭터의 기본 구조를 바탕으로 아바타 캐릭터를 조립하고 커스터마이제이션 할 수 있는 시스템을 설계하였다. 이 시스템은 [Fig. 3]처럼 크게 전처리 단계와 실행 단계로 구분하여 도식화할 수 있으며, 이를 조립 워크플로우와 조립 구조의 관점으로 나누어 설명한다.

### 3.1 아바타 캐릭터 조립 워크플로우

외부 모델링 도구를 이용해 만들어진 아바타 캐릭터는 전처리 단계를 거쳐 조립 가능한 형태로 재구성된다. 이 조립 가능한 구성품은 월드와이드웹(WWW)을 통해 전송되거나 사전에 다운로드 되어 게임 실행 시에 사용될 수 있도록 프로그램 기동 시에 재처리된다.

이렇게 준비된 구성품들을 조합하여 개발자나 게임유저는 다양한 캐릭터를 만들 수 있고, 또한 각 구성품은 조절 가능한 파라미터를 가짐으로써 이 파라미터를 변경하여 캐릭터의 세부 형태를 바꿀 수 있다.

#### 3.1.1 전처리 단계(Preprocessing)

전처리 단계는 우선 외부 3차원 모델링 도구를 이용해 기본 캐릭터 모델들을 만드는 것에서 시작된다. 이 모델들은 제2장에서 설명한 대로 스켈레톤, 스킨 메쉬, 텍스처를 포함한 재질, 애니메이션 등을 최소한 갖추어야 한다. 특히 중요한 것은 커스터마이제이션이 가능하도록, 기본 메쉬와 텍스처 매핑 정보 상에서 변경 가능한 부분들을 지정하는 것이다. 이렇게 만들어진 각 캐릭터 모델은 관절체 및 이의 애니메이션 표현이 가능한 FBX 형식 등의 파일로 저장되어야 한다.

이를 유니티 게임엔진으로 읽어 들이면, 스켈레톤과 애니메이션 데이터가 결합되어 게임오브젝트(GameObject)가 되고, 이의 핵심 구성 요소로서 스킨 메쉬와 재질이 결합된 스킨메쉬렌더러(SkinnedMeshRenderer)가 생성된다. 이 게임오브젝트가 ‘캐릭터(Character)’가 되고, 스킨메쉬렌더러는 캐릭터를 구성하는 ‘엘리먼트(Element)’가 되며, 조정 가능한 메쉬 부분과 텍스처 매핑 부분은 ‘파트(Part)’가 된다. 이러한 아바타 구성품들에 대해서는 3.2절에서 구체적으로 설명한다.

최종적으로 이 캐릭터는 ‘캐릭터 베이스(Character Base)’가 되고, 엘리먼트, 파트들이 조합되어 ‘캐릭터 엘리먼트(Character Element)’가 되어, 각각 유니티의 애셋번들(AssetBundle)의 형태로 저장장치에 파일의 형태로 저장된다. 캐릭터 베이스는 게임의 배포나 업데이트 시에 기본적으로 포함되는 기본 캐릭터들의 파일이 된다. 그리고 캐릭터 엘리먼트들의 효율적인 관리를 위해 이들을 모두 묶은 ‘캐릭터 엘리먼트 데이터베이스(C. E. Database)’가 생성된다. 결국 이 캐릭터 엘리먼트 데이터베이스가 커스터마이제이션 가능한 캐릭터 정보 전송의 단위가 된다.

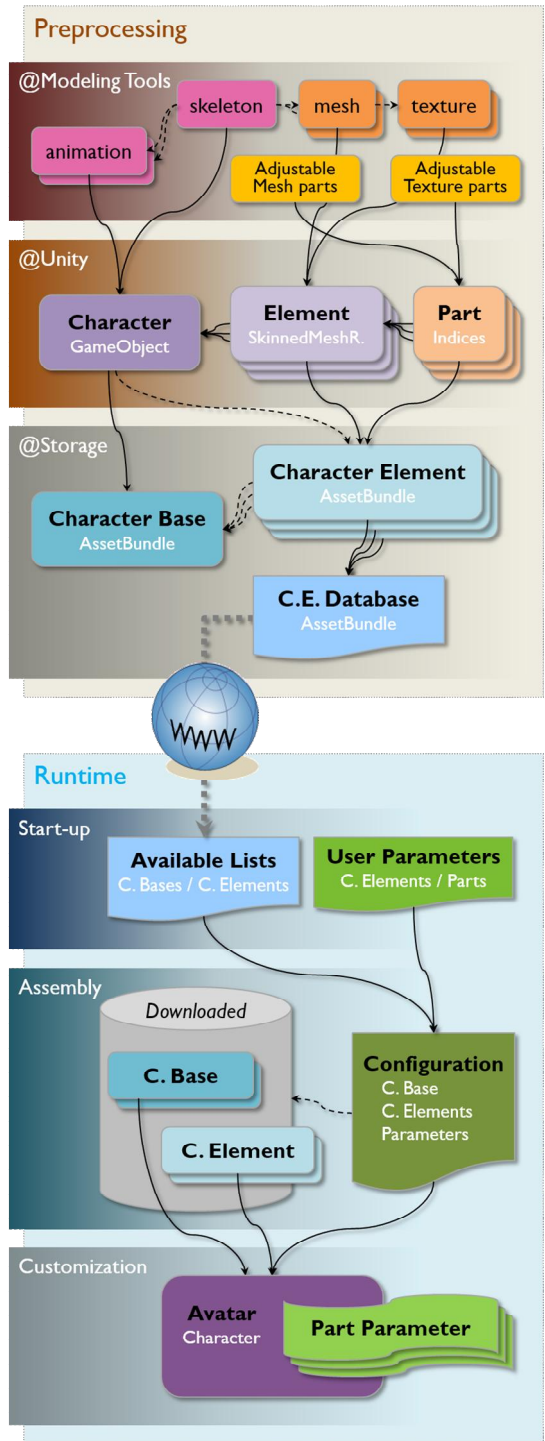
3.1.2 월드와이드웹을 통한 데이터 전송 단계

(Data Transfer via World Wide Web)

캐릭터 베이스와 캐릭터 엘리먼트 데이터베이스의 업데이트는 유니티에서 제공하는 WWW 기반 애셋번들 참조 기능을 이용해 이루어진다. 특히 캐릭터 엘리먼트 데이터베이스는, 기본 캐릭터 정보가 변경되지 않는 한, 이 단위로 업데이트 되어 게임에 이용될 수 있다.

3.1.3 실행 단계(Runtime)

전처리 단계에서 만들어진 캐릭터 베이스와 캐릭터 엘리먼트들을 기반으로 게임 유저는 파트들의 각 파라미터 값을 게임 상의 그래픽유저인터페이스(GUI)를 통해 조절할 수 있다. 이렇게 커스터마이제이션된 파트별 파라미터들은 캐릭터 베이스와 캐릭터 엘리먼트들과 함께 최종 아바타 캐릭터를 구성(configuration)하게 되며, 파일로 저장되어 이후 게임의 재기동 시에 이 구성을 기반으로 게임유저의 아바타 캐릭터를 생성하게 된다.



[Fig. 3] An Overview of the Proposed Avatar Assembly System

### 3.2 유니티 기반의 캐릭터 조립 구조

전처리 단계에서 만들어지고, 실행 단계에서 조립되는 캐릭터는 캐릭터 템플릿과 이의 구성 요소로 나누어지고 이는 다음과 같다.

#### 3.2.1 캐릭터 템플릿(Character Template)

캐릭터 템플릿이란 각 카테고리에서 선택된 엘리먼트들의 조합으로서 최종 아바타 캐릭터 수준의 데이터 구조를 가진다. 예를 들어 ‘남자01,’ ‘여자02’ 등이다. 유니티 엔진에서 게임오브젝트(GameObject)로 구현된다.

#### 3.2.2 카테고리(Category)

카테고리는 캐릭터를 형성하는 조립 가능 부분들의 종류이다. 예를 들어 헤어(hair), 바디(body), 슈즈(shoes) 등이 있을 수 있으며, 이 때 헤어와 슈즈는 액세서리 카테고리다 된다.

#### 3.2.3 엘리먼트(Element)

엘리먼트는 하나의 카테고리 속에 포함되는 캐릭터 데이터들의 집합이다. 데이터들은 하나의 메쉬와 이에 결합될 수 있는 서로 대체 가능한 여러 재질들로서 이들이 모여 하나의 엘리먼트를 구성한다.

#### 3.2.4 캐릭터 엘리먼트(Character Element)

캐릭터 엘리먼트는 특정 엘리먼트의 인스턴스이다. 즉, 하나의 메쉬와 이에 할당된 하나의 재질을 의미한다.

#### 3.2.5 커스터마이저블 파트(Customizable Part)

캐릭터 엘리먼트는 하나 이상의 커스터마이저블 파트를 가질 수 있고, 이는 다음과 같이 계층적으로 구성된다.

- (1) 그룹(Group): 그룹은 커스터마이제이션의 타입을 표현하며, 예를 들어 모양(geometry)이나 의상(텍스처 매핑 좌표) 등이 될 수 있다.
- (2) 서브그룹(Subgroup): 서브그룹은 그룹의 레이어를 표현한다. 예를 들어 의상 그룹은 속옷이나 내의, 외투 등의 서브그룹을 가질 수 있다.
- (3) 디파트먼트(Department): 디파트먼트는 캐릭터에 특성을 부여하는 의미 있는 커스터마이제이션의 단위이다. 예를 들어 머리, 눈, 코, 입, 턱 등이 있다.

- (4) 파트(Part): 파트는 커스터마이제이션 계층에서 가장 아랫단계로서 최종적으로 유저가 파라미터를 조정하여 캐릭터를 커스터마이제이션 하는 실질적 대상이다. 예를 들어 코 디파트먼트는 전체 크기, 두께, 콧등너비 등의 파트들을 가질 수 있다.

## 4. 결론

본 논문에서는 상용 게임엔진인 유니티 기반의 아바타 조립 시스템을 제안하였다. 캐릭터를 부분별로 분해한 후, 재조립할 수 있고, 각 부분에 대한 세밀한 조정도 가능하도록 설계하였다. 이를 통해 3차원 캐릭터 시스템의 구현에 비교적 전문성이 부족한 비숙련 개발자들이 보다 손쉽게 다양한 아바타 캐릭터를 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 특히 캐릭터들을 캐릭터 엘리먼트로 분해하고, 각 캐릭터 엘리먼트를 4단계의 커스터마이저블 파트로 구성하여, 캐릭터를 세밀하게 커스터마이제이션 할 수 있는 구조를 제공한다.

그러나 캐릭터 엘리먼트는 엘리먼트의 인스턴스로서 하나의 카테고리에 종속되어야 하는 한계도 존재한다. 이 때문에 실질적으로 같은 캐릭터 엘리먼트가 두 개 이상의 카테고리들에 제공되어야 하는 경우 같은 데이터가 중복되어 각각의 카테고리에 별도로 존재해야 한다. 중복된 구성품을 공유하는 방법에 대한 후속 연구가 필요하며, 관련 연구와 방법들[12,13,14,15]을 참고하여 진행할 수 있을 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] S. DiPaola and J. O. Turner, "Authoring the Intimate Self: Identity, Expression and Role-playing within a Pioneering Virtual Community," *Loading...*, Vol. 2, No. 3, 2008.
- [2] M. Boberg, P. Pippo, E. Ollila, "Designing avatars," *Proceedings of 3rd Int'l Conf. on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, pp. 232-239, ACM, 2008.
- [3] iClone: Game Character Design Platform,

<http://www.reallusion.com/iclone/game/>(October 23, 2016)

[4] 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.

[5] 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.

[6] K. Apostolakis and P. Daras, "RAAT - The Reverie Avatar Authoring Tool," *Proceedings of 18th Int'l Conf. on Digital Signal Processing*, July 2013.

[7] A. Volz et al., "Automatic, Body Measurements Based Generation of Individual Avatars Using Highly Adjustable Linear Transformation," *Proceedings of HCI International 2007*, Vol. 12, 2007.

[8] T. Serizawa and Y. Yanagida, "Authoring Tool for Intuitive Editing of Avatar Pose Using a Virtual Puppet," *IEEE Symposium on 3D User Interfaces*, March 2008.

[9] 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.

[10] D. Forsey, "A Surface Model for Skeleton-Based Character Animation," *Proceedings of 2nd Eurographics Workshop on Animation and Simulation*, pp. 55-73, 1991.

[11] 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.

[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 전산학과(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
- 2002년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 컴퓨터·게임학과 교수
- 관심분야 : 기능성게임, 가상현실, 전자상거래 등
- E-Mail : chroh@jbma.ac.kr