

# 360° VR 실사 영상과 3D Computer Graphic 영상 합성 편집에 관한 연구

이랑구<sup>1</sup>, 정진현<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사수료, <sup>2</sup>동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 교수

## Study on Compositing Editing of 360° VR Actual Video and 3D Computer Graphic Video

Lang-Goo Lee<sup>1</sup>, Jean-Hun Chung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Multimedia, Graduate School of Digital Image and Contents, Dongguk University, Ph.D. candidate

<sup>2</sup>Dept. of Multimedia, Graduate School of Digital Image and Contents, Dongguk University, Professor

요 약 본 연구는 360° 동영상과 3D 그래픽의 효율적인 합성 방법에 관한 연구이다. 먼저, 이안식 일체형 360° 카메라로 촬영한 영상을 스티칭하고, 영상에서 카메라 및 사물의 위치값을 추출하였다. 그리고 추출한 위치값의 데이터를 3D 프로그램으로 불러와 3D 오브젝트를 생성하고, 자연스러운 합성을 위한 방법에 관하여 연구하였다. 그 결과 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위한 방법으로 렌더링 요소와 렌더링 기법을 도출할 수 있었다. 첫째, 렌더링 요소로는 3D 오브젝트의 위치와 재질, 조명과 그림자가 있었고, 둘째, 렌더링 기법으로는 실사 기반 렌더링 기법의 필요성을 찾을 수 있었다. 본 연구 과정 및 결과를 통해 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성에 관한 방법을 제시함으로써, 360° 동영상 및 VR 영상 콘텐츠의 연구와 제작 분야에 도움이 될 것으로 기대한다.

주제어 : 360° 동영상, 3D 그래픽, 합성, 렌더링 요소, 렌더링 기법

**Abstract** This study is about an efficient synthesis of 360° video and 3D graphics. First, the video image filmed by a binocular integral type 360° camera was stitched, and location values of the camera and objects were extracted. And the data of extracted location values were moved to the 3D program to create 3D objects, and the methods for natural compositing was researched. As a result, as the method for natural compositing of 360° video image and 3D graphics, rendering factors and rendering method were derived. First, as for rendering factors, there were 3D objects' location and quality of material, lighting and shadow. Second, as for rendering method, actual video based rendering method's necessity was found. Providing the method for natural compositing of 360° video image and 3D graphics through this study process and results is expected to be helpful for research and production of 360° video image and VR video contents.

**Key Words** : 360° video, 3D graphics, compositing, Rendering elements, Rendering techniques

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

VR 시장은 4차 산업혁명이 가속화되면서 더욱 성장

속도가 빨라지고 있다. 현재 VR은 게임을 비롯해 교육, 공연, 전시 분야 등 시간이 갈수록 적용 범위가 확대되고 있다[1]. VR은 시각적 몰입감이 가장 큰 콘텐츠이며, VR 콘텐츠 전반에 있어 많은 부분을 차지하고 있는 것은 영

\*Corresponding Author : JeanHun Chung(evengates@gmail.com)

Received October 28, 2018

Accepted April 20, 2019

Revised March 15, 2019

Published April 28, 2019

상과 그래픽이다. 이 중 360° 동영상 콘텐츠<sup>1)</sup>는 카메라 및 제작 기술의 발달로 현재는 일반인도 쉽게 제작할 수 있는 시대가 되었다. 하지만, 각 방향을 촬영한 영상을 합하는 정교한 스티칭(Stitching) 작업은 전문 기술이 필요하며 또한, 360° 동영상과 컴퓨터 그래픽의 합성은 기존 영상 합성과 다르게 VR 영상 콘텐츠의 특성과 이해 및 기술을 필요로 한다.

현재 기존 평면적인 영상과 2D 및 3D 컴퓨터 그래픽의 합성에 관한 연구와 콘텐츠는 많은 편이지만, 360° 동영상과 3D 그래픽의 합성에 관한 연구와 콘텐츠는 아직 미비한 것이 현실이다. 이러한 배경을 바탕으로 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성에 관한 본 연구를 통해 360° 동영상 및 VR 영상 콘텐츠를 좀 더 효율적으로 제작할 수 있는 방법을 찾아 제안하는 것이 목적이다.

## 1.2 연구범위

본 연구는 360° 동영상과 3D 컴퓨터 그래픽, 그리고 합성에 필요한 렌더링 등의 선행연구를 기반으로 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위한 요소와 기법을 연구범위로 삼았다. 또한, 합성 작업 시 발생하는 문제점을 중점으로 분석하였고, 그 문제점을 보완하기 위한 반복적인 수정 작업을 통해 좀 더 나은 결과물을 도출할 수 있도록 연구하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 360° 동영상

360° VR 영상이란 한 위치(Orientation)을 기준으로 카메라가 360°를 촬영한 영상 미디어다[2]. VR 영상은 일반적으로 360° 카메라로 촬영한 영상을 의미한다. 실사를 합성하였거나, 컴퓨터 그래픽을 이용하여 영상을 제작하는 경우도 포함한다[3]. 360° 형태의 동영상은 기존의 사각형 영상 프레임에서 볼 수 없었던 영상 내 시야를 제공한다. 기존의 평면 형태인 2D 영상 콘텐츠의 수동적 감상과 제한적인 시선 처리에서 벗어나 360° 동영상은 영상의 특정 스폿(Spot)을 중심으로 상하좌우 전 방향을 전방위적으로 살펴볼 수 있게 제작된 입체 형태의 콘텐츠이다[4]. 결론적으로 360° 동영상은 시야각을 확장하여 깊이

감과 입체감을 느낄 수 있으며, 더 많은 볼거리를 제공하는 콘텐츠라 할 수 있다.

### 2.2 3D 컴퓨터 그래픽

3차원 컴퓨터그래픽(3D Computer Graphics)은 2차원 컴퓨터 그래픽과 달리, 컴퓨터에 저장된 모델의 기하학적 데이터 즉, 각 점의 위치를 높이, 폭, 깊이의 3축으로 하는 공간 좌표를 이용해 3차원적으로 표현한 뒤에 2차원적 결과물로 처리, 출력하는 컴퓨터 그래픽이다[5].

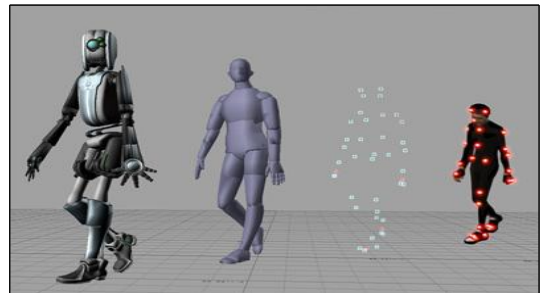


Fig. 1. 3D Computer Graphics<sup>2)</sup>

3차원 컴퓨터그래픽 즉, 3D 컴퓨터 그래픽의 제작 과정은 첫째, 모델링으로써 3D 소프트웨어나 프로그램 언어를 통해 컴퓨터에서 물체의 형태를 구성하는 과정이며, 둘째, 구성된 물체를 작업 공간에 배치하고 그것의 움직임 설정하는 과정인 레이아웃과 애니메이션, 셋째, 만들어진 장면 즉, 씬(Scene)에 조명의 배치와 면의 특성 등, 그 밖의 다른 설정들을 바탕으로 계산하여 그림을 생성하는 렌더링(Rendering) 과정인 3단계로 나눌 수 있다.

### 2.3 렌더링

렌더링(Rendering)은 컴퓨터 프로그램을 사용하여 모델, 또는 이들을 모아놓은 장면인 씬 파일로부터 영상을 만들어내는 과정을 말한다. 하나의 씬 파일에는 정확히 정의된 언어나 자료 구조로 이루어진 개체들이 있으며, 여기에는 가상의 장면을 표현하는 도형의 배열, 시점, 텍스처 매핑, 조명, 셰이딩 정보가 포함될 수 있다[6]. 렌더링 과정은 수많은 명령과 수치들의 계산에 의해 화면이 만들어지므로 시간이 오래 걸린다[7].

렌더링 기법에는 사진과 같은 정확한 영상을 구현하

1) 본 연구에서는 360° 동영상도 넓은 의미에서 VR 영상 콘텐츠의 한 종류라고 정의한다.

2) 이미지 출처: 레퍼런스[5]의 주소

는 사실적 렌더링(Photorealistic Rendering) 기법과 사람의 감성과 예술성이 표현되는 비사실적 렌더링(NPR: Non-Photorealistic Rendering) 기법으로 크게 구분된다[8]. 사실적 렌더링이란 공상 과학 영화에서와 같이 실제 생활과 구분이 되지 않는 영상을 추구하는 방법을 의미하고, 비사실적 렌더링이란 사실적인 렌더링 이외의 다양한 표현 양식을 다루며 만화, 유화, 수묵화 등 사람이 직접 손으로 그리는 느낌의 영상을 생성하는 방법을 말한다[9]. 렌더링에서의 영상 생성은 일반적으로 3단계를 거쳐 이루어지는데, 첫째는 3차원상의 점, 선, 면 등을 2차원 평면에 투영하는 단계이고, 둘째는 불투명 오브젝트의 면과 불투명 오브젝트 뒤에 있는 면을 차별화하여 앞에 보이는 면은 보이게 하고 앞의 물체에 가려지는 뒷면은 제거하는 단계이며, 세 번째는 오브젝트의 보이는 면에 대해서 음영을 표시하는 단계이다[10].

### 3. 연구방법

#### 3.1 연구대상 및 방법

본 연구는 이안식 일체형 360° 카메라<sup>3)</sup>인 Ricoh사의 Ricoh Theta S를 삼각대에 고정하여 직접 촬영하고, 스티칭 프로그램인 Kolor사의 Autopano Video Pro와 Autopano Giga의 기능들을 사용하여 스티칭한 결과물을 대상으로 한정하였다. Ricoh Theta S<sup>4)</sup>는 시중에서 판매하고 있는 이안식 일체형 360° 카메라 중 대중적이고 보편적으로 사용하는 카메라이자 손쉽게 360° 동영상을 촬영하고 제작할 수 있는 장점이 있으며, Autopano Video Pro와 Autopano Giga는 정교한 스티칭 작업을 할 수 있는 대표적인 스티칭 프로그램이다.

연구방법으로는 먼저, 스티칭한 동영상을 Adobe사의 After Effects CC를 통해 카메라 및 사물의 위치 값을 추출하였다. 그리고 추출한 위치값의 데이터와 동영상을 Maxon사의 Cinema 4D로 불러와 3D 오브젝트(물체)를 배치하고 자연스러운 합성을 위한 렌더링 요소와 렌더링 기법에 관하여 연구하였다.



Fig. 2. Ricoh Theta S Camera, Original Images and Stitched Panoramic Images

#### 3.2 연구문제

[연구문제 1] 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위한 렌더링 요소는 무엇인가?

[연구문제 2] 그 요소를 활용한 렌더링 기법은 무엇인가?

### 4. 연구결과

#### 4.1 렌더링 요소

자연스러운 영상 합성 결과를 생성하기 위해서는 카메라의 움직임뿐만 아니라 영상에 존재하는 사물들의 3차원 정보 역시 필수로 요구된다[13].

스티칭한 동영상을 After Effects CC로 불러와 3D 카메라 트래커 이펙터(3D Camera Tracker)<sup>5)</sup>를 사용하여 데이터를 추출한 후, 3D 그래픽과 자연스러운 합성을 위한 렌더링 요소에 관하여 연구한 결과는 다음과 같다.

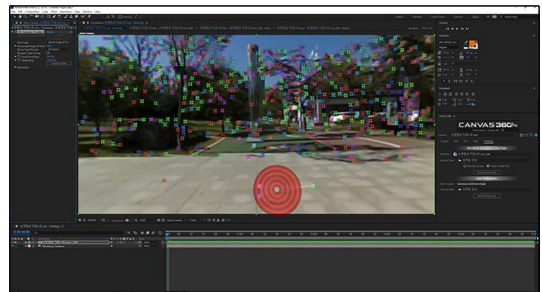


Fig. 3. 3D Camera Tracking Screen in After Effects CC

3) 이안식 일체형 360° 카메라는 광각의 어안렌즈 두 개가 본체 하나의 앞뒤에 붙어있는 경우를 의미한다[11].

4) Ricoh Theta S는 전 세계 360° 카메라 판매 순위 1위로써 대중적이며, 가장 많이 사용하는 모델이다[12].

5) After Effects CC에서 3D 카메라 및 사물의 위치값을 추출할 수 있는 이펙트이다.

#### 4.1.1 위치와 재질

360° 동영상과 3D 그래픽과 자연스러운 합성을 위해 첫째, Cinema 4D로 불러온 동영상에 3D 오브젝트의 적절한 위치를 설정을 하였다. 마치 3D 오브젝트가 실사 공간에 원래부터 있었던 것 같이 주변 사물의 크기 비례와 공간을 고려하여 위치를 설정하였다. 둘째, 위치를 설정한 3D 오브젝트에 텍스처 매핑(Texture Mapping) 기법을 통해 재질을 적용하였다. 텍스처 매핑(Texture Mapping) 기법은 3D 오브젝트의 표면에 세부적인 질감을 묘사하거나 색을 칠하는 기법으로, 실제 또는 현실에 존재하지 않은 재질 및 질감을 표현하는 과정이다. 또한, 모델링만으로 표현되기에 부족한 3D 제작 결과물의 외형과 표면에 질감표현을 다양하게 해주는 방법이기도 하다[14].

스티칭한 동영상과 카메라 트래킹 데이터에 3D 오브젝트를 위치시키고 재질을 적용한 화면은 Fig. 4와 같다.

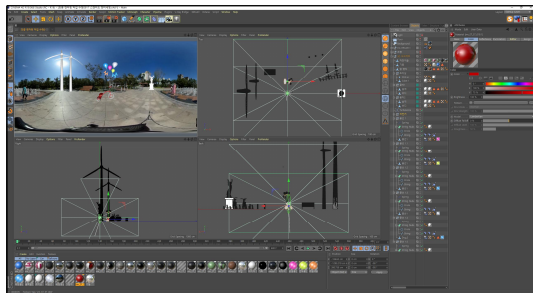


Fig. 4. 3D Object Position Setting and Material Application Screen

#### 4.1.2 조명과 그림자

Cinema 4D에서 조명은 빛을 만들고 그림자를 생성할 수 있는 가상의 기구라고 할 수 있다. 먼저, 조명을 이용해 오브젝트에 빛을 비추고 불러온 동영상과 비슷한 시간대의 햇빛을 고려하여 빛의 밝기를 조정하였다. 그리고 반사 및 굴절을 통해 다른 오브젝트에 영향을 주도록 조명을 직접 조명과 간접 조명으로 설정하였다. 그림자는 물체에 비추는 빛에 대비해 사실적일수록 합성 작업 시 자연스러운 현실감을 부여한다. 사실적인 그림자를 표현하기 위해 먼저, 조명에서 설정한 빛의 강도에 비례하여 그림자의 농도를 조정하였다. 그리고 컬러 및 기타 설정을 통해 좀 더 세밀하게 표현하였다. 3D 오브젝트에 조명과 그림자를 추가하고 설정한 화면은 Fig. 5와 같다.



Fig. 5. Lighting and Shadow Setup Screen

### 4.2 렌더링 기법

렌더링 기법으로는 기본 렌더러를 이용한 스탠더드(Standard) 렌더링 기법과 옥테인 렌더러(Octane Renderer)를 사용한 실사 기반의 렌더링 기법으로 나누어 진행하였다. 연구 내용은 다음과 같다.

#### 4.2.1 기본 렌더링

Cinema 4D에서의 기본 렌더러는 스탠더드 렌더러(Standard Renderer)이다. 스탠더드 렌더러(Standard Renderer)는 기본 설정값에 이펙트(Effekt) 및 멀티패스(Multi-Pass)의 세부 기능들을 추가할 수 있는 형태이다. 또한, 다른 내장 렌더러 및 외부 플러그인(Plug-in) 형태의 렌더러 보다 빠른 렌더링 시간이 장점이다. 자연스러운 합성을 위한 3D 오브젝트의 위치와 재질, 조명과 그림자 등을 설정한 후 기본 렌더러인 스탠더드 렌더링(Standard Rendering)을 한 최종 이미지는 Fig. 6과 같다.



Fig. 6. Standard Renderer Rendering Image

#### 4.2.2 실사 기반 렌더링

실제 사물과 같은 사실적인 품질의 이미지를 제작하기 위해서는 추가적인 렌더링 방식의 알고리즘이 필요하다. Global Illumination과 Ambient Occlusion이 바로 그것이며, 이 두 방식은 실사 기반의 렌더링 기법이자 알고

리즘이라고 할 수 있다. Global Illumination은 전역 조명이란 뜻으로 조명의 빛을 이용한 알고리즘이며, Ambient Occlusion은 음영 처리 및 빛의 차폐로 인한 감쇠 근사치를 구하는 알고리즘이다. 현재 이를 기반으로 한 여러 가지 외부 실사 기반 렌더링<sup>6)</sup>가 시중에 나와 있다.

본 연구는 실제 물리 기반의 렌더링<sup>7)</sup>(Unbiased Rendering)과 GPU(Graphic Processing Unit)를 이용한 빠른 속도와 실시간 렌더를 제공하는 옥테인 렌더링(Octane Renderer)를 사용하여 실사 기반 렌더링 기법으로 작업을 진행하였고, 최종 렌더링한 이미지는 Fig. 7과 같다.

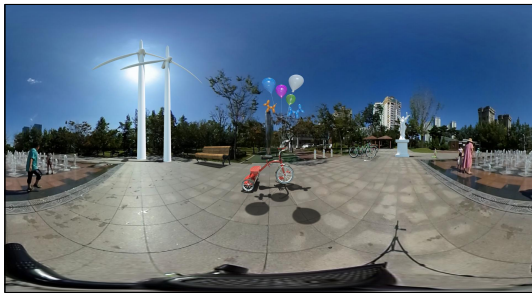


Fig. 7. Octane Renderer Rendering Image

## 5. 결론

본 연구는 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위한 방법에 관한 연구로써, 보다 자연스러운 합성을 위한 렌더링 요소와 렌더링 기법에 중점을 두고 연구하였다. 그 결과, 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위해서는 첫째, 렌더링 요소인 3D 오브젝트의 위치와 재질, 조명과 그림자, 둘째, 렌더링 기법인 실사 기반 렌더링 기법의 필요성을 찾을 수 있었다. 또한, 그밖에 360° 동영상의 스티칭 완성도, 3D 오브젝트의 재질 및 크기 등도 고려해야 할 중요한 부분이라는 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통해 완성된 영상 결과물은 Fig. 8의 QR 코드를 스캔하여 순차적으로 확인할 수 있으며, QR 1은 기본 렌더링 기법을 적용한 영상이고, QR 2는 실사 기반 렌더링 기법을 적용한 영상이다.

본 연구 과정에서 발생한 문제점 및 보완방안으로는 첫째, 360° 동영상의 카메라 트래킹 데이터 값 추출 시 전방위 6개의 방향을 각각 추출하는데 어려움이 있어, 수동으로 순서대로 추출해야 했으며 둘째, 360° 동영상과 3D

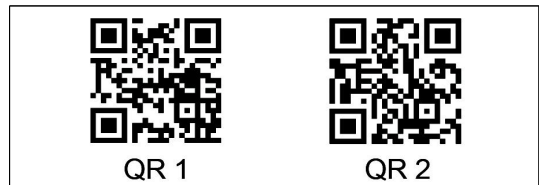


Fig. 8. Final Image Result

그래픽의 어색함 없는 자연스러운 합성을 위해 수차례 렌더링 옵션을 조정해야 하는 어려움이 있었다. 본 연구는 스티칭 과정 및 After Effects CC, Cinema 4D에서의 설정 방법을 면밀하고 세세하게 기술하지 못한 부분이 한계점으로 남았다. 하지만, 연구 과정과 결과를 통해서 본 연구 목적에 맞는 360° 동영상과 3D 그래픽의 자연스러운 합성을 위한 방법을 제시하였다는 것에 의의가 있다고 할 수 있다. 본 연구가 향후 360° 동영상 및 VR 영상 콘텐츠 제작 분야에 도움이 될 것으로 기대하며, 관련 분야의 다양한 연구가 계속되기를 희망한다.

## REFERENCES

- [1] Naver(Online).  
<https://blog.naver.com/thetenant/221292136944>
- [2] K. S. Kim & Y. H. Lee. (2016). Comparison and Usage Analysis of 360 Degree VR Video Rigs, *The Society of Modern photography & Video*, 19(1), 90.
- [3] B. G. Kang & S. H. Ryu & W. B. Lee (2017). Development of an Interactive Virtual Reality Service based on 360 degree VR Image, *Journal of Digital Convergence*, 15(11), 464.
- [4] J. H. Lee & J. H. Moon. (2018). The impact of the natural mapping level of a 360-degree video on the user's presence, attitude, enjoyment, and persistence, *Korea OHH Advertising Society Spring Regular Conference*, 27.
- [5] wikipedia(Online).  
<https://ko.wikipedia.org/wiki/3%EC%B0%A8%EC%9B%90.%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%84%B0.%EA%B7%B8%EB%9E%98%ED%94%BD%EC%8A%A4>
- [6] wikipedia(Online).  
<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A0%8C%EB%8D%94%EB%A7%81>
- [7] J. K. Kim & T. G. Lee. (2012). The Study on the Management of Efficient Rendering Process Manage in 3D Stereoscopic Animation Production, *Journal of Integrated Design Research*, 11(4), 108.

6) 외부 렌더러 역시 위의 알고리즘을 기반으로 한다[15].

7) physically based rendering, PBR[16].

[8] J. S. Kim & H. S. Kwak. (2007). Expression of Cartoon Rendering Method in Image Contents, *Journal of the Korea Contents Association*, 7(8), 142.

[9] K. R. Lee et al. (2016). Non-photorealistic Rendering Using a VR-Device Augmented Reality System, *Proceedings of the Korean Information Science Society*, 89.

[10] H. W. Jang & I. H. Lee. (2005). The Recent Trends of Rendering Technologies for Realistic Scene Representation, *Electronics and telecommunications trends*, 20(6), 98.

[11] L. G. Lee & J. H. Chung. (2018). A Study on Effective Stitching Technique of 360° Camera Image, *Journal of Digital Convergence*, 16(2), 336.

[12] yonhapnews(Online).  
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/04/10/0200000000AKR20170410161100017.HTML>

[13] G. H. Hwang & S. H. Park. (2012). Feature-Based Light and Shadow Estimation for Video Compositing and Editing, *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, 18(1), 3.

[14] J. N. Sohn & T. W. Han. (2015). Texture mapping of 3D game graphics - characteristics of hand painted texture, *Journal of Digital Convergence*, 13(11), 332.

[15] Maxon(Online).  
<https://www.maxon.net/de/produkte/workflow-integration/render-engines/>

[16] wikipedia(Online).  
[https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%AC%BC%EB%A6%AC\\_%EA%B8%B0%EB%B0%98\\_%EB%A0%8C%EB%8D%94%EB%A7%81](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%AC%BC%EB%A6%AC_%EA%B8%B0%EB%B0%98_%EB%A0%8C%EB%8D%94%EB%A7%81)

이 랑 구(Lee, Lang Goo)

[정회원]



수료

- 2012년 2월 : 한국방송통신대학교 미디어영상학과(BA)
- 2015년 2월 : 홍익대학교 영상대학원 영상디자인학과(MFA)
- 2018년 2월 ~ 현재 : 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사

- 관심분야 : VR, AR, MR, Contents Design, 3D Computer Graphic, Motion Graphics 등
- E-Mail : langgoolee@gmail.com

정 진 현(Chung, Jean Hun)

[정회원]



- 1992년 2월 : 홍익대학교 미술대학 시각디자인학과(BFA)
- 1999년 11월 : 미국 Academy of Art University Computer Arts(MFA)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 교수
- 관심분야 : VR, Contents Design, 입체영상, 3D Computer Graphic, Computer Animation, Visual Effects 등
- E-Mail : evengates@gmail.com