

# 멀티미디어 및 증강현실 기술을 이용한 전통목조건축물 디지털 복원

이강훈<sup>†</sup>, 조세홍<sup>\*\*</sup>

## 요 약

멀티미디어, 가상현실 및 네트워크로 대표되는 ICT 기술은 문화콘텐츠의 원형을 보존하고 복원을 위한 좋은 수단이다. 본 논문에서는 우리나라의 대표적인 문화콘텐츠라 할 수 있는 전통목조건축물을 디지털화하기 위한 멀티미디어와 증강현실 기술의 세부적인 방법을 제시하고 구현하였다. 그래픽 기법을 사용하여 전통목조건축물에 사용되는 건축 부재들을 3D 모델링하였고, 전통목조건축물의 지붕 곡선을 표현하였고, 전통목조건축물의 재질 매핑을 하였다. 또한, 마커 기반 증강현실 기법을 사용하여 모바일 기기를 통하여 전통목조건축물의 정보를 획득할 수 있도록 구현하였다. 멀티미디어 및 증강현실로 구현된 전통목조건축물 결과물의 활용 방안을 또한 제시하였다.

## Digital Restoration of Traditional Architectural Buildings Using Multimedia and Augmented Reality Technologies

Kang-Hun Lee<sup>†</sup>, Sae-Hong Cho<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

Information and Communications Technologies(ICT) represented by Multimedia, Virtual Reality and Network could be used as the better ways to preserve and restore the original shape of cultural contents. This paper presents the detailed methods of Multimedia and Virtual Reality technologies to digitally implement the traditional wooden buildings which are called as a typical 'Korean Cultural Content.' We implemented a 3D modeling of architectural parts, realized a roof curve, and texture-mapped the material qualities of traditional wooden buildings by using Graphic techniques. In addition, the information, which is implemented by marker-based Augment Reality, for the traditional wooden buildings can be obtained through the mobile appliances such as a smart phone. We, also, presented how to practically use the implemented digital Korea traditional wooden buildings.

**Key words:** Cultural Content (문화 콘텐츠), Korea Traditional Wooden Buildings (우리나라 전통목조건축물), Multimedia and Augment Reality Technologies (멀티미디어 및 증강현실 기술), Digital Implementation of Traditional Wooden Buildings(전통목조건축물의 디지털화)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 조세홍, 주소 : 서울시 성북구 삼선동 2가 389, 한성대학교 멀티미디어공학과 (136-792), 전화 : 02)760-4478, FAX : 02)760-4488, E-mail : chosh@hansung.ac.kr

접수일 : 2011년 12월 30일, 수정일 : 2012년 2월 10일

완료일 : 2012년 2월 14일

<sup>†</sup> 준회원, 한성대학교 디지털문화기술콘텐츠학과  
(E-mail : aeternalis@hansung.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 종신회원, 한성대학교 멀티미디어공학과

※ 본 연구는 한성대학교 교내 연구비 지원을 받아 수행되었음.

## 1. 서 론

멀티미디어 및 가상현실로 대표되는 디지털 기술과 초고속 네트워크로 대표되는 통신 기술의 발달은 IT 분야의 발전뿐만 아니라 이러한 기술들을 응용하는 여러 다른 분야의 발전을 촉진시켰다. 예를 들어, 의학 분야의 원격진료는 그래픽, 멀티미디어 등 정교한 디지털 기술과 초고속 네트워크를 통한 대용량 데이터의 송수신이 가능하기 때문에 나타날 수 있는 분야이다. 예를 들은 의학 분야같이 컴퓨터 관련 기술을 잘 활용할 수 있는 또 다른 분야는 문화 콘텐츠 관련 분야로 볼 수 있다.

문화 콘텐츠라 함은 문화유산, 생활양식, 창의적 아이디어, 가치관 등 문화적 요소들이 창의력과 상상력을 원천으로 체화되어 경제적 가치를 창출하는 문화 상품[1]으로 정의되거나, 인간의 감성, 창의력, 상상력을 원천으로 한 문화적 요소가 체화되어 경제적 가치를 창출하는 문화상품[2]으로 정의되고 있다. 우리나라에서 문화콘텐츠를 일반적으로 다음과 같이 분류하고 있다: 영화, 방송콘텐츠(드라마, 다큐멘터리 등), 애니메이션, 캐릭터, 대중음악, 공연(뮤지컬, 오페라, 연극 등), 게임(PC 게임, 모바일 게임 등), 모바일 콘텐츠 및 문화원형을 이용한 콘텐츠 등이다.

문화 원형을 이용한 문화 콘텐츠는 관광자원, 영화 혹은 방송 콘텐츠의 원천 자료, 게임 등의 기획 자료 등 여러 방면으로 활용이 가능하다. 따라서 문화 원형을 보존하고 활용하는 다양한 방법들이 시도되고 연구되고 있다. 우리나라 문화 원형 콘텐츠 중에서도 목조 건축물들은 우리나라의 대표 문화 콘텐츠라 할 수 있고, 이러한 목조 건축물 문화 콘텐츠를 현존하는 상태로 보존하고, 유실된 목조 건축물들을 옛날 자료들을 바탕으로 복원하는 것은 중요한 의미를 가질 수 있다고 볼 수 있다. 최근에 발생한 화재로 우리나라 국보 1호인 남대문이 유실되어 그 원형을 상실한 것은 목조 건축물들을 보존, 복원하여야 하는 중요성을 보여 주는 상징적인 사건이라 할 수 있다. 본 논문은 우리나라 전통목조건축물의 문화 원형을 보존, 복원하기 위하여 멀티미디어와 가상/증강현실을 이용하여 디지털 콘텐츠화하는 구현 방법을 연구함에 그 목적이 있다. 특히, 2D 및 3D 그래픽 기술, 3차원 디지털라이저 혹은 3차원 레이저 스캐닝 기술을 사용하는 Modeling, 3차원 투영, Shading, Lighting,

Texture Mapping, Rendering 기법, Marker 기반 증강현실 기술을 중점적으로 설명하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 관련연구로써 멀티미디어 및 증강현실 기술을 소개하면서 이러한 기술들로 디지털로 구현된 국내외 실제 사례들을 살펴 볼 것이다. 3절은 우리나라 전통목조건축물을 디지털로 실제로 구현한 과정 및 방법, 결과물, 활용 방안들을 설명하고, 4절에서는 본 연구의 결과를 도출하면서 향후 연구 과제를 제시하고자 한다.

## 2. 관련연구

문화 원형을 보존하여 후대에 전수하는 방법은 시대에 따라 달라져 왔지만, 공통적인 특징은 그 시대의 최신 기술이 사용되었다는 점이다. 이러한 의미에서 현대에는 멀티미디어와 가상현실로 대표되는 ICT 기술들이 문화 원형의 보존을 위하여 사용되고 있으며, 이러한 기술로 구현된 결과물들을 디지털화된 문화 원형이라 할 수 있다. 디지털화된 문화 원형은 문화에 관련된 모든 정보를 기존의 아날로그 방식이 아니라 디지털 방식으로 변환하여 저장하고 멀티미디어 및 가상현실 기술 등을 사용하여 디지털로 재구축하는 과정까지 포함한다고 볼 수 있다. 디지털화된 문화 원형은 여러 장점을 포함하고 있는데, 문화 원형 보존의 정확성, 상실 혹은 훼손되었을 경우 복원을 위한 활용성 등이 그 대표로 볼 수 있다.

본 논문의 연관된 연구로는 멀티미디어 및 가상현실로 대표되는 ICT 기술, 문화 원형 증 전통 목조건축물에 대한 이해, ICT 기술로 구현된 국,내외의 여러 실제 사례들이다.

디지털화된 문화 원형을 위하여 사용되는 멀티미디어 기술들의 대표적인 예는 그래픽 활용을 들 수 있다, 2D 및 3D 그래픽 기술들에 사용되는 3차원 디지털라이저 혹은 3차원 레이저 스캐닝 기술을 사용하는 Modeling, 3차원 투영, Shading, Lighting, Texture Mapping, Rendering 기법 등의 적용은 문화 원형을 정확하게 보존하기 위한 획기적 방식으로 볼 수 있다. 멀티미디어 기술을 효과적으로 사용하기 위하여서는 문화 원형에 대한 수치들을 정확하게 적용하는 방식에 대한 연구가 필요한데, 이러한 연구들은 이강훈 등[3]에 의하여 발표된 논문을 참고할 수 있다. 그림 1[4]은 그래픽 기술을 활용하여 경북 안동



그림 1. 사이버 전통한옥마을: 경북 안동 도산서원

도산서원을 구현한 사이버 전통한옥마을의 예이다.

컴퓨터 상에 3차원으로 모델들을 형성화하여 그 환경 속에서 탐색하고 상호작용하며 주도적으로 환경을 이끌어 나갈 수 있는 가상 기술은 여러 면에서 문화 원형을 보존, 복원하는 기술로 활용할 수 있다. 특히 3차원 모델로 문화 원형을 형성화하여 사용자로 하여금 형성화한 문화 원형과 상호작용할 수 있게끔 할 수 있기 때문에 보존 및 복원된 문화 원형에 대한 활용도 및 친밀도 또한 높일 수 있다. 본 논문에서는 전통적인 가상현실 기술에서 변형된 증강 현실(Augmented Reality)에 더욱 관심을 가지고 이용하고자 하였다. 증강현실은 가상현실의 변형으로 실제 환경과 가상의 환경을 증강(Augment)시켜 보여 주기 때문에 문화 원형이 훼손되어 일부분만 남아 있는 경우, 남아 있는 문화 원형에 훼손된 부분을 가상현실 기술로 복원한 후 증강시켜 문화 원형을 재건하는 등에 효과적으로 사용할 수 있는 기술이다. 그림 2[5]는 문화재청이 구축한 ‘내 손안의 덕수궁’이라는 모바일 폰 앱(App) 서비스로 증강현실 기술을 사용하여 구현된 예다. Markerless 기반 증강현실 방식을



그림 2. 문화재청의 ‘내 손안의 덕수궁’

사용하여 덕수궁을 안내하는 서비스로 덕수궁안의 특정 이미지를 스마트 폰에 내장된 카메라가 인식하면 가상의 세계로 전환시키는 예다.

멀티미디어의 그래픽 기술을 이용하여 구현된 문화 원형 보존 및 복원 사례들은 세계 곳곳에서 찾아볼 수 있다. 그림 3[6]은 다비드 조각상을 레이저 스캔(a)하여 스캔한 데이터를 그래픽 모델링 과정을 거쳐 구현한 결과(b)이다.

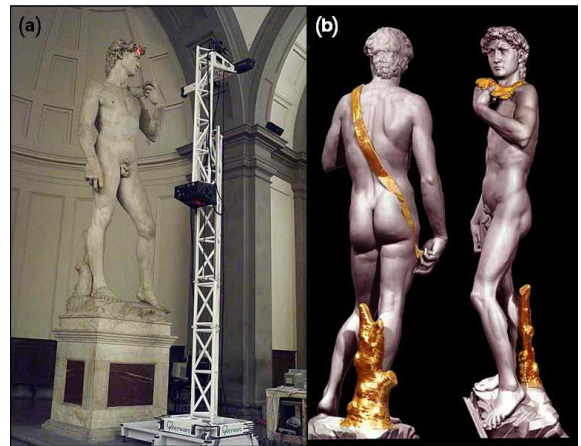


그림 3. (a) 다비드 조각상 레이저 스캐닝, (b) 3D 다비드 조각상

그림 4[7]는 동경대학교 연구팀과 JAS (Japanese Government Team for Safeguarding Angkor)가 합동으로 진행한 Bayon Digital Archival Project로 광범위한 공간을 측정하고자 하는 감지기 개발, 그 공간에 위치한 Big Data Set를 위한 모델링 기술 개발, Bayon 사원의 디지털 보존 및 복원을 목적으로 하고 있다.

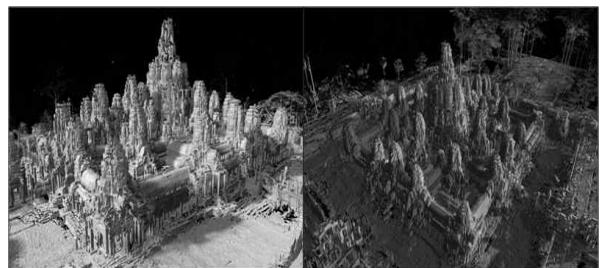


그림 4. Bayon 사원 3D 그래픽 모델

그림 5[8]는 Roma Reborn 2.1에서 제공하는 고대 로마시의 3D 모습으로 고대 로마의 도시 건축 문화 원형의 모습을 3D로 구현하여 현대인들이 쉽게 살펴



그림 5. 3D로 복원한 고대 로마 도시

볼 수 있게 한 것이다.

외국뿐만 아니라 우리나라에서도 한국콘텐츠진흥원을 비롯한 정부 및 지자체, 대학, 연구소 등에서 우리나라 고유의 문화 원형들을 디지털화 하는데 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 한국콘텐츠진흥원에서는 디지털문화원형사업을 통하여 문화원형 디지털 콘텐츠화 사업을 추진하였다. 이 사업을 통하여 개발된 디지털 문화 원형은 문화콘텐츠닷컴 유통센터에서 이미지, 동영상, 오디오, 텍스트, 기획 콘텐츠 분야로 분류되어 제공되고 있다. 그림 6[9]은 ‘디지털 한양’으로 1865년 경복궁 중건 이후 1876년 개항 직전까지의 한양의 모습을 복원하고자 경복궁, 육조거리, 운중가(종로), 돈의문 밖, 천변(청계천), 북촌, 종묘를 대상 공간으로 도성 내의 길, 물길, 필지를 3차원 복원한 것이다.

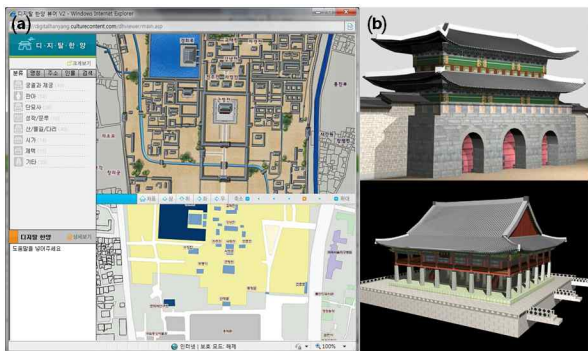


그림 6. 디지털 한양 [9]

### 3. 전통목조건물 디지털 구현

그래픽 및 멀티미디어 기술을 사용하여 우리나라

전통목조건축물의 문화 원형 보존 및 복원을 위하여 다음의 단계들에 중점을 두어 구현을 하였다: 1) 전통목조건축물에 사용되는 건축 부재들의 3D 모델링, 2) 전통목조건축물의 지붕 곡선 구현, 3) 전통목조건축물의 재질 표현.

우리나라 전통목조건축물에는 수많은 부재들이 유기적으로 연결되어 건축물을 이루고 있으므로 각 부재들에 대한 각각의 3D 모델링 방법이 필요하다. 이 연구를 위하여 사용한 3D 모델링 방법 중 하나로 전통목조건축물에 사용되는 건축 부재들의 3D 구현을 위하여 3DS Max Tool을 사용하여 구현을 하였다. 그림 7의 왼쪽은 전통목조건축물 공포부분의 1계공을 모델링한 과정이고, 오른쪽[10]은 전통목조건축물 공포부분 4익공을 모델링한 과정이다. 부재의 외형을 모델링하기 위하여 배경에 부재사진이나 도면을 배치하여 Vertex 와 Edge를 완성하였다. 모델링 외형을 완성한 후에 Polygon을 사용하여 면과 선으로 이루어진 내부를 구성하였다. 3차원 3D 모델링을 위하여 2차원 Polygon에 깊이를 주어 공포부재의 3D 모델 제작을 마무리 하였다.

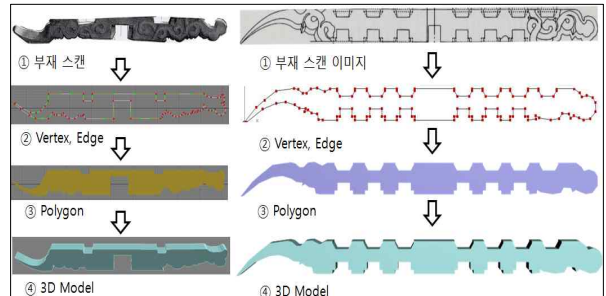


그림 7. 전통목조건축물 부재 3D 모델링

우리나라 전통목조건축물은 유려한 지붕 곡선을 지니고 있어 디지털 구현을 위하여 세심한 구현 방법이 필요하였다. 전통목조건축물의 지붕 곡선을 위하여 Bezier와 B-Spline 곡선 기법을 사용하여 구현을 하였다. 우리나라 전통목조건축물의 지붕 곡선은 일반적으로 양곡과 안허리곡 형태를 지니고 있는데 그림 8과 그림 9에서 보이듯이 지붕선의 가운데 부분은 거의 일직선이나 완만한 경사를 이루고 있지만, 선자 부분부터는 바깥으로 튀어나오거나 위로 올라가는 곡선의 기울기가 크다. 이러한 곡선을 구현하기 위하여 Bezier 와 B-Spline 곡선기법을 사용하였는데, 그림 10에서 제시한 기둥배치선 부분부터 Bezier와

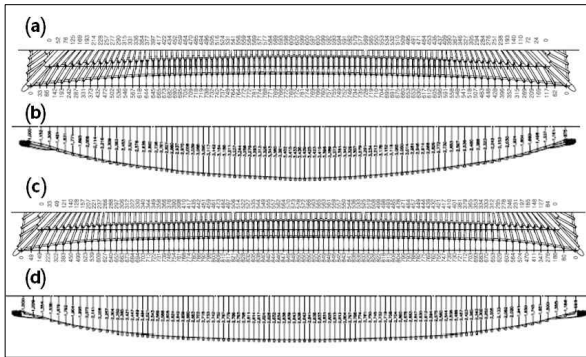


그림 8. 근정전 양곡과 안허리곡 [11]  
 (a) 상층 안허리곡, (b) 상층 양곡  
 (c) 하층 안허리곡, (d) 하층 양곡

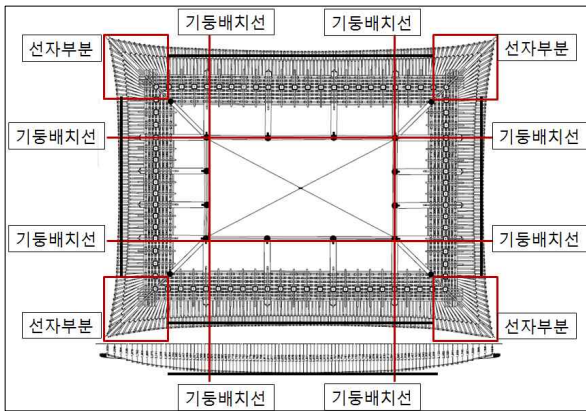


그림 9. 근정전 하층 양시도와 양곡 [11]

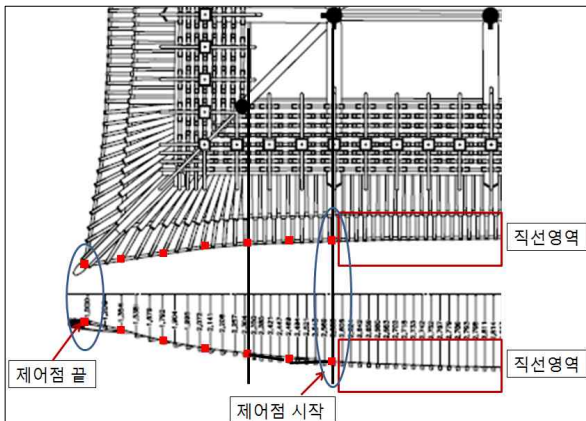


그림 10. 지붕곡선 제어점 사용 위치[11]

B-Spline 곡선기법의 제어점을 시작하여 곡선의 끝을 지정한 뒤에 건물부재 3D 모델을 배치하여 부드러운 지붕곡선을 구현하였다.

우리나라 전통목조건축물은 나무나 단청 형태로 채색에 되어 있는데 이러한 질감을 표현하기 위하여 Multi Sub-Object Texture Mapping 기법을 사용하

였다. 이 기법은 Mapping하려는 단청 이미지에 각각의 ID를 부여하고 3D 건물부재의 원하는 면에 Polygon Properties를 위해 SetID를 선택하는 방식으로 이루어지는 것으로 지난 논문[5]에서 자세한 내용을 소개하였다. 그림 11은 Multi Sub-Object Texture Mapping 기법을 사용하여 구현한 목재 재질과 단청 재질 Mapping 결과를 보여주고 있다.

증강현실 기술은 컴퓨터에 연결된 카메라를 사용하여 현실 세계를 컴퓨터 내부로 입력한 영상과 컴퓨터그래픽 시스템에서 모델링된 가상물체나 정보를 내부 초점거리와 외부위치를 계산한 수치 값에 따라 합성하여 중첩되게 보여주는 것을 말한다. 증강현실 기술을 사용하여 우리나라 전통 건축 문화유산을 구현하는 과정은 지난 연구[12]에서 자세하게 설명을 하였다. 증강현실을 구현한 결과물은 현실 영상에 가상 영상을 중첩한 것으로 현존하는 건축물과 옛 건축물의 차이점이나 변화된 점을 나타내는 목적으로 사용한다거나, 현존하는 문화 원형에 대한 설명의 목적, 관광 안내의 목적 등 다양하게 활용할 수 있다. 그림 12는 우리나라 전통목조건축물의 증강현실 구현을 위한 Marker를 나타내고 있고, 그림 13은 Marker를 사용하여 우리나라 전통목조건축물을 증강현실로 구현한 영상이다. 그리고 그림 14는 증강현

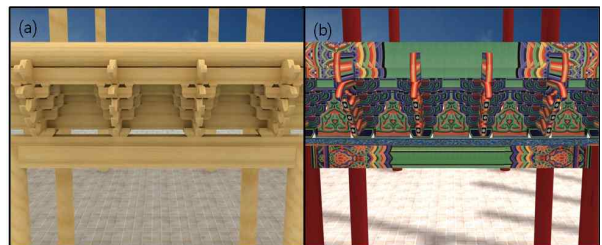


그림 11. 나무재질 및 단청재질 Mapping



그림 12. 증강현실 Marker

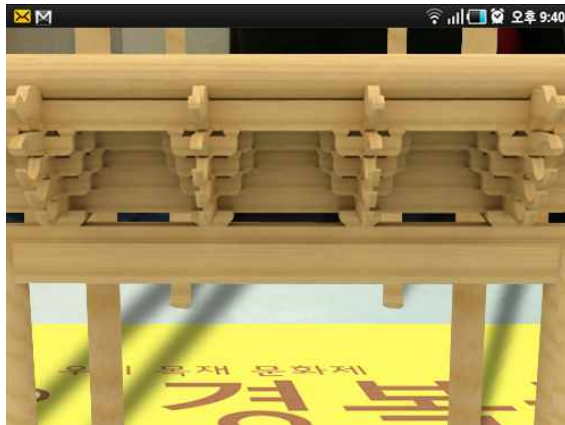


그림 13. 목조건축물의 증강현실 구현

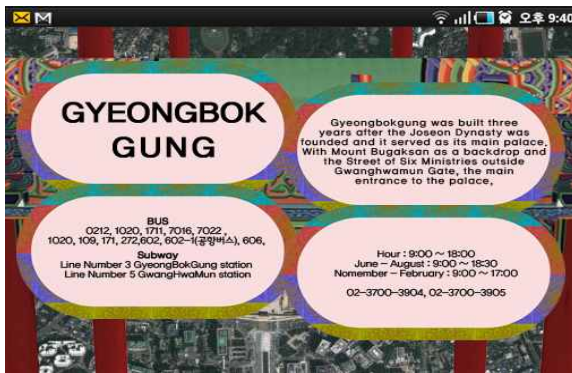


그림 14. 증강현실을 이용한 우리나라 문화 원형 관광 안내도  
실 결과물을 외국인 관광 안내용으로 활용하는 영상  
이다.

#### 4. 결론 및 향후 과제

본 논문은 우리나라 건축문화유산인 전통목조건축물을 디지털로 구현하고 이를 활용하기 위한 연구이다. 본 연구를 위하여 국내외 문화유산을 디지털로 보존 및 복원한 사례들을 소개하였고, 디지털 보존 및 복원 기술들인 2D 및 3D 그래픽 기술들에 사용되는 3차원 디지털라이저 혹은 3차원 레이저 스캐닝 기술을 사용하는 Modeling, 3차원 투영, Shading, Lighting, Texture Mapping, Rendering 기법, Marker 기반 증강현실 기술을 설명하였다.

우리나라 전통 목조 건축물을 디지털로 구현하는 작업은 수많은 세부작업들로 이루어져 있기에 모든 세부 작업을 이 논문에 다 설명하는 것은 불가능하기에, 전통목조건축물에 사용되는 건축 부재들의 3D 구현, 전통목조건축물의 지붕 곡선 구현, 전통목조건

축물의 재질 표현 및 Marker 기반 증강현실 기술을 바탕으로 한 목조건축물 구현과 관광안내도를 구현, 설명하였다.

우리나라 전통목조건축물은 본질적으로 재질 정보가 많아 디지털화함에 있어 3D 모델 데이터가 큰데 그래픽 기술과 증강 현실 기술을 사용함에 있어 내재적인 어려움이 있었다. 즉, 그래픽 기술을 사용하여 디지털로 우리나라 전통목조건축물을 구현함에 있어 발생하는 문제점 중 하나는 3D 모델링을 위한 Polygon 수가 급격하게 늘어나는 것인데, 이 Polygon 수를 줄이면서 우리나라 건축문화유산의 모습을 효과적으로 구현하는 방법을 찾아야 한다는 점이다. 또한, 증강현실 기술을 사용함에 있어서도 데이터의 크기 때문에 기기에 Upload할 경우 등 데이터 송수신에 어려움이 발생하는 현상이 있었다. 그러므로 우리나라 전통목조건축물을 디지털로 구현함에 있어서 전체 3D 모델의 수와 3D 모델을 위한 polygon 수를 줄여 전체 데이터 크기를 줄일 수 있는 방법을 연구해야 할 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 한국행정연구원, 아시아문화개발원 설립 운영에 관한 연구, 2007. 서울.
- [2] 김평수, 윤홍근, 장규수, 문화콘텐츠산업론, 커뮤니케이션북스, 2007. 서울.
- [3] 이강훈, 조세홍, “Parametric 모델링 방식을 이용한 전통목조건축물의 3D 디지털 복원” 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제8호, pp. 1164-1171. 2009.
- [4] 사이버 전통한옥마을: 경북 안동 도산서원 [http://www.han-style.com/hanstyle/bbs/p\\_data\\_view.jsp?def=&keyword=&pageNum=3&pageSize=6&search=&seq=13](http://www.han-style.com/hanstyle/bbs/p_data_view.jsp?def=&keyword=&pageNum=3&pageSize=6&search=&seq=13)
- [5] 문화재청, 내 손안의 덕수궁, 그림출처: <http://blog.daum.net/0186042076/136>
- [6] 다비드 조각상, 그림 출처: (a), (b) <http://graphics.stanford.edu/projects/mich/more-david/more-david.html>, <http://graphics.stanford.edu/projects/mich/book/book.html>
- [7] Bayon 사원, 그림 출처: <http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/research/bayon/gallery.shtml>

- [ 8 ] 3D 복원 고대 로마, 그림 출처: <http://www.ro-mereborn.virginia.edu/gallery-current.php>
- [ 9 ] 디지털 한양, 그림 출처: (a), (b) <http://digital-hanyang.culturecontent.com/dhviewer/main.asp> <http://digitalhanyang.culturecontent.com/>
- [10] 이강훈, 조세홍, “전통목조건축물 내부 구조의 3D 구현,” 멀티미디어학회논문지, 제13권, 제2호, pp. 332-340. 2010.
- [11] 그림 출처 (구)문화재청, 근정전 보수공사 및 실측조사보고서 (하), 2003.
- [12] 이강훈, 조세홍, “증강현실을 이용한 건축문화유산 구현,” 멀티미디어학회논문지, 제15권, 제1호, pp. 131-139. 2012.



**이 강 훈**

2008년 8월 한성대학교 멀티미디어 공학과 졸업  
 2011년 2월 한성대학교 디지털문화기술콘텐츠 학과 석사  
 관심분야: 디지털 문화유산, 가상현실, 디지털 콘텐츠, 멀티미디어응용



**조 세 홍**

1983년 2월 연세대학교 3년 수료  
 1991년 8월 (미)캘리포니아 주립대학교 CS 졸업  
 1996년 12월 (미) 애리조나주립대학교 (CSE, 석사)  
 1999년 8월 (미) 애리조나주립대학교 (CSE, 박사)  
 1999년 9월~2002년 2월 대구대학교 공과대학 정보통신공학부  
 2002년 3월~현재 한성대학교 공과대학 멀티미디어공학과 교수  
 관심분야: 멀티미디어응용, 가상현실, 가상교육, 게임제작, 디지털콘텐츠