

Parametric 모델링 방식을 이용한 전통목조건축물의 3D 디지털 복원

이강훈[†], 조세홍^{**}

요 약

본 논문에서는 건물 부재간의 수치비례 관계를 이용한 Parametric Modeling 방식을 통하여 효율적인 전통목조건축물 구현을 제안한다. 제안한 방법을 사용하여 우리나라의 대표적인 전통 목조건축인 경복궁 근정전의 구조 및 시공과정을 디지털로 구현한다. 일반적으로 전통건축문화재를 디지털화할 때 건축물의 외형적인 모습에 역점을 두고 제작을 하지만, 본 논문에서는 해당건축물을 해체해야 할 수 있는 눈에 보이지 않는 구조물과 이러한 구조물들이 결합하는 건축 시공순서를 보여줄 수 있도록 수많은 부재를 제작하고 각 위치에 맞게 배치하였다. 본 논문에서는 3D 디지털 근정전을 구현하기 위하여 사용한 Parametric 모델링 기법과 Multi-Object Texture Mapping 기법, Physical Camera 와 GI Renderer 설정 그리고 목조건축물의 구조에 대한 전반적인 정보 및 모델링 자료는 다른 목조건축물을 디지털로 제작하는데 활용성이 높다고 할 수 있다.

3D Digital Restoration of Traditional Wooden Building Using Parametric Modeling

Kang-Hoon Lee[†], Sae-Hong Cho^{**}

ABSTRACT

This paper proposes an efficient implementation way of traditional wooden building using Parametric modeling method which uses the relations of numerical value ratio between building materials. Building structures and order of construction for Geunjungjeon of Kyuungbok Palace is digitally implemented proving the efficiency of the suggested proposal. Although the existing digital modeling methods for traditional wooden building emphasize the exterior modeling of the building, our modeling method constructed numerous wooden materials and arranged those pieces orderly so that people can see the interior structures of the building which usually is beyond one's vision. The suggested Parametric modeling method, Multi-Object Texture Mapping, Physical Camera Restoration, and GI Renderer for implementing Geunjungjeon of Kyuungbok Palace can be practically used for digital implementation for other traditional wooden buildings.

Key words: Parametric Modeling(매개방식 모델링), Physical Camera Revision(카메라 보정), GI Renderer(GI 렌더러), Restoring Geunjungjeon(근정전 복원)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 조세홍, 주소 : 서울시 성북구 삼선동 3가 389(136-792), 전화 : 02)760-4478, FAX : 02)760-4488, E-mail : chosh@hansung.ac.kr
접수일 : 2009년 6월 25일, 완료일 : 2009년 8월 13일

[†] 한성대학교 디지털문화기술&콘텐츠학과
(E-mail : aeternalis@naver.com)

^{**} 종신회원, 한성대학교 멀티미디어공학과 부교수

※ 본 연구는 2008년도 한성대학교 교내연구비 지원과제임

1. 서 론

최근 들어 세계 여러 나라에서 많은 수의 문화재들을 연구 조사하여 3D 디지털 콘텐츠로 제작하고 있다. 이는 오래되거나, 재해로 인해 훼손된 문화재들을 복원하기 위한 중요 자료로 사용하기 위함이다. 또한 자국의 문화유산과, 세계적인 문화유산을 3D 디지털로 콘텐츠화 하여 일반인들에게 소개하기 위한 목적도 내포하고 있다. 현재 3D 디지털 문화재 구현 방식은 3D 스캐너 장비를 이용하는 3D 스캐닝 기술이 있다. 3D 스캐닝 기술은 문화재의 섬세한 굴곡까지 3D로 거의 완벽히 재현해 낼 수 있는 장점이 있다. 그러나 3D 스캐닝 기술로는 목조건축물의 외관을 나타낼 수 있으나 해체작업 없이는 내부 구조 등을 표현 할 수 없다. 목조건축물의 경우 외관의 형상도 중요하지만 목재로 만들어 졌기 때문에 오랜 시간이 지나면서 훼손이 많이 일어나고 화재 등에 취약한 단점이 있다. 때문에 창건 당시 사용한 부재는 현재까지 존속하기 힘들며 훼손이나 변형으로 인해 건축문화재를 보수 하거나, 인위적인 파괴로 사라진 건축문화재를 복원할 경우 건축 구조에 대한 상세한 내역도 중요하다. 또한 건축문화재의 전반적인 관심이 높아지면서 시공과정과 구조에 대한 관심도 높아지는 상황이다. 때문에 건축문화재의 3D 디지털 구현은 3D 제작 프로그램을 이용한 기술이 유용하다고 할 수 있다.

디지털 콘텐츠로 구현된 건축문화재는 사용자가 시간과 공간의 제한 없이 건축문화재를 경험하고 체험할 수 있다. 그러나 시공 과정 및 구조를 보여 줄 수 있는 디지털 콘텐츠는 그 수가 매우 적다. 3D 모델링 기술로 제작되어 구현된 디지털 콘텐츠는 Display 활용 기술을 이용하여 사용자에게 제공된다. 여러 Display 활용기술 중에서 가장 활발히 연구되고 있는 것은 가상현실 시스템으로 CAVE 장비 등을 이용하여 시연되고 있다. 가상현실 시스템에서 체험할 수 있는 것 중에서 가상문화재(Virtual Heritage) 분야는 오늘날 가상현실 쪽에서 가장 활발하게 연구가 진행되고 있는 분야중 하나이다.

따라서 본 논문에서는 그동안 잘 다루어 오지 않았던 우리나라의 목조건축 구조 및 시공과정을 디지털 콘텐츠로 구현하고, 건물 부재간의 수치비례 관계를 이용한 Parametric Modeling 방식을 통하여 효율

적인 목조건축물 구현을 제안한다. 목조 건축물 디지털 콘텐츠 구현을 위해서 부재의 종류, 명칭, 형태, 치수 등에 관련한 정확한 자료조사와 연구를 하였다. 이것을 기초로 목조 건축물 구현을 위하여 3D 제작 프로그램을 이용하였다. 각 건축부재의 빠르고 정확한 모델링과 매핑 방식을 소개하고, 디지털 콘텐츠로서 현실감을 높이기 위해 Physical Camera와 GI Renderer를 사용하였다. Physical Camera와 GI Renderer 사용을 하면서 여러 변수를 테스트 하였고, 최적의 설정 값을 찾았다. 또한 목조 건물의 핵심이라고 할 수 있는 공포시스템구성에 대한 상세한 구현에 많은 노력을 하였으며, 많은 자료조사를 통해 다른 목조건물의 공포부재 간에 수치 비례 관계를 파악했다. 수치 비례 관계는 Parametric Modeling 방식을 통하여 효율적인 목조건축물 구현이 가능함을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 디지털 건축물 제작을 위한 목조 건축물의 일반적인 사실을 기술하고, 3장에서는 경북궁 근정전의 디지털 콘텐츠 구현과정을 기술한다. 그리고 4장에서는 건물 부재간의 수치비례 관계를 이용한 Parametric Modeling 에 대해서 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 발전 방향으로 마무리 한다.

2. 디지털 건축물 제작을 위한 고찰

2.1 목조건축물 선정 및 고찰의 목적

문화재 디지털 콘텐츠 구현을 위해서는 디지털 콘텐츠 구현 기술도 중요하지만 구현하고자 하는 문화재에 대한 고찰이 있어야 한다[1-3]. 전통 목조 건축물을 디지털 콘텐츠로 구현을 위해서는 실측 조사보고서나 관련 연구 자료를 토대로 건물의 여러 부재들의 종류, 명칭, 형태, 치수, 건물 구조 및 건축과정 등을 알아야 한다.

예를 들어, 조선왕조의 법궁인 경북궁 근정전은 1867년 중건 역사가 마무리된 이후 부분적으로 보수 공사가 이루어졌지만 큰 변형은 없었다. 근정전은 2000년 고주와 1층 추녀부분, 그리고 상층 전체를 해체수리 공사가 진행되었다. 이와 관련한 보고서[4]와 책[5]이 출간되었으며, 이러한 상세한 자료를 바탕으로 근정전에 대한 3D 디지털 구현이 시도되고 있다.

2.2 전통 목조 건물 부재 분류 및 치수

목조건축물의 크고 작은 단일부재는 맞춤과 이음으로 결구하였으며, 맞춤과 이음방법은 목조건축물을 구성하는 기본 요소 중 하나이다[6]. 목부재 간 다양한 맞춤과 이음은 목조건축물의 결구와 구조체계를 형성하는 근간이 되는데, 건축물의 규모에 따라, 목부재의 역할과 위치에 따라 차이가 있다. 따라서 목조건축물의 맞춤과 이음에 대한 고찰은 기존 건물을 수리하거나 새로 지을 때 중요한 기초자료를 제공한다. 이를 위해 각부재의 형태와 위치에 따라 부재를 정리하여 분류 하여야 한다.

목조 건물은 건축자재의 지속성이 석조건물에 비해 많이 떨어진다. 그리고 같은 부분에 쓰는 목재 부재여도 치목에 따라 약간의 차이가 있다. 이러한 점을 참고 하여 같은 부재일 경우 기준이 되는 부재를 선택하여 정확한 치수 데이터를 입력하여 컴퓨터 그래픽 3D 모델링을 하여야 한다. 한국 전통목조건물의 도량형 치수는 미터법이 아닌 尺(척)치수를 사용하였다. 실측된 자료의 대부분 치수가 尺(척), 寸(촌), 分(분)으로 적혀 있다. 1尺=10寸=100分 이다. 근정전의 용척은 주간의 길이를 기준으로 주초석, 대량, 퇴량, 평방 등의 부재를 실측하여 용척을 알아본 결과, 1尺(척)는 305mm로 지었음을 알 수 있다[4,5].

목조건축물 부재의 분류는 ‘기단’, ‘기둥’, ‘공포’, ‘가구부’, ‘지붕’으로 한다(그림 1).

2.3 경복궁 근정전 건축물 구조 및 관계

경복궁 근정전은 전면 5칸, 측면 5칸 규모로 중층 팔작지붕 건물이다(그림 2). 내부 바닥은 전돌을 깔았고, 후면 내진고주 사이에는 어좌를 조성하였다. 천장은 우물반자로 꾸몄는데 어좌 윗부분에 단집을, 건물 중앙에는 보개천장을 꾸몄다. 기둥은 평주, 내진 고주, 그리고 귀고주가 있다. 상층의 평주는 하층 퇴량 위에 있으며, 상·하층 기둥 상부는 창방과 평방이 짜 맞춤을 하였으며, 내진 고주 상부 또한 뜬창방을 짜 맞춤을 하였다. 그리고 외진주 상부에는 안초공이 짜 맞춤을 하였다. 포작은 1·2층 모두 다포계이며, 포작 위에는 외목도리와 주심도리, 내목도리가 서까래의 하중을 받는다. 가구는 1층 퇴량, 2층 상·중·하 퇴량이 포작과 내진 고주를 연결하였다. 2층의 가구는 7량이며, 2층 대량은 내진 고주 상부에

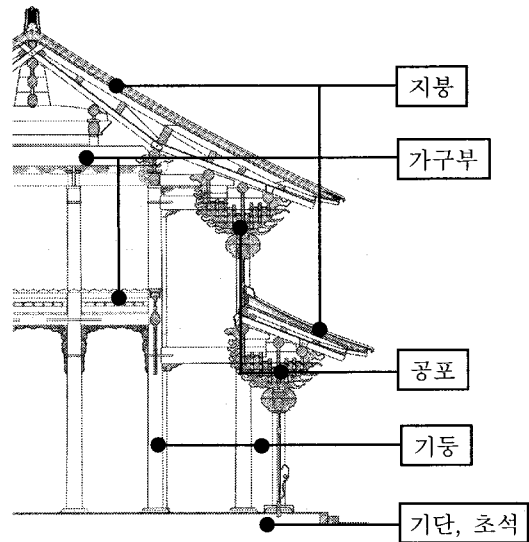


그림 1. 부재의 분류

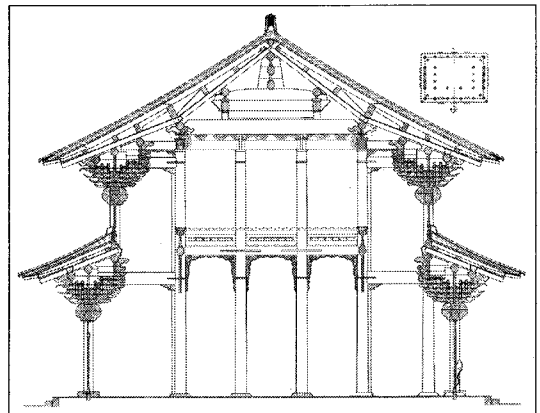


그림 2. 근정전 종단면도

걸쳐 있고, 대량 머리는 하중도리와 짜 맞춤을 하였다. 종량은 대량 위 동자주에 걸쳐 있는데, 종량 밑에는 종량 받침재가 동자주와 짜 맞춤을 하면서 종량을 받고 있다. 대공은 판대공이며, 뜬창방 2개가 횡방향으로 연결하였고, 상부에는 종도리가 있다. 처마는 상·하 모두 겹쳐마이며, 상층은 팔작지붕을 좌·우측에 합각을 구성하였다. 합각 부분은 풍판을 달아 마감하였다. 이러한 구조 중에서도 공포는 지붕의 하중을 기둥에 전달하는 구조적 기능을 하며 처마 신출을 용이하게 하고, 건물내부의 천장고를 높여 건물의 내부공간을 웅장하게 하고, 각종 조각과 화려한 단청 등이 첨가되어 건물의 입면을 장식하는 의장적 기능

도 함께 하는 전통 목조건축의 가장 특징적인 부분이다. 공간포(기둥과 기둥 사이에 있는 공포) 하나를 3D 제작하는데 만든 부재의 수가 92개 이고, 귀공포(건물의 네귀통이에 위치하는 공포)의 경우는 150여 개가 제작되었다. 이렇듯 공포부분은 다른 어느 부분보다도 구성 부재의 수가 많고 부재간의 관계도 복잡하다.

3. 경복궁 근정전 디지털 복원

본 절에서는 경복궁 근정전의 구조재간 맞춤과 이음 등을 통해서 근정전의 건축과정 및 내부구조를 3D로 구현하기 위한 각 건축부재의 빠르고 정확한 모델링과 매핑 기법을 소개하고, 디지털 콘텐츠로서 현실감을 높이기 위해 Physical Camera와 GI Renderer의 치수 설정에 대해 서술하고자 한다.

3.1 경복궁 근정전 Object Modeling

본 3D 디지털 근정전 구현을 위한 3D 모델링은 3Ds Max 프로그램과 실측도면 자료를 이용하기 위한 CAD 프로그램을 사용하였다. 3D 모델링 치수기준은 1분(분)을 1mm로 한다.

부재 모델링 기법은 부재의 형태에 따라 다른 기법을 사용하였다. 첫 번째 방식은 공포를 구성하는 객체들을 모델링 할 때 많이 사용한다. CAD프로그램을 이용하여 2차원 도면으로 공포 부재를 그린 후 dwg 파일 형식으로 저장한다. CAD에서는 2D로 그려진 도면을 3D 객체로도 생성이 가능하다. 이럴 경우 3ds 파일 형식으로 저장해서 3Ds Max에서 Import하여 바로 매핑을 할 수도 있다. 그러나 본 구현에서는 곡선처리를 위해서 2D로 그려진 것을 3Ds Max에서 Import 하는 방식을 선택했다. 직선인 line을 spline 기능으로 곡선 처리하고 polygon을 extrude 한다. 두 번째 방식은 3Ds Max에서 부재의 2차원 위치 좌표수치를 입력하여 vertex와 line을 그리는 방식으로 뒤 과정은 첫 번째 방식과 같다. 그림 3은 이 방식의 제작 과정을 나타내었다. 이 방식의 장점은 단일 프로그램 환경 내에서 처리를 해준다는 것이다. 곡면이 있는 부재는 이 방식을 사용하였다.

세 번째 방식은 3D 객체 모델링 방식으로 가장

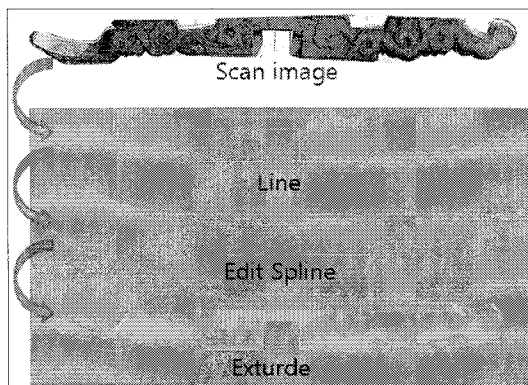


그림 3. 하층 귀한대 1제공 모델링 과정

많이 사용되고 있으며, 캐릭터 모델링에도 사용하는 polygon 방식이다. 이 방식은 polygon구성이 vertex와 edge로 이루어진 것을 이용한다. polygon내부에 edge를 생성시켜 polygon을 분할하고, 분할된 polygon을 3차원 좌표 조정하여 원하는 형태의 3D object를 만들어 나가는 방식이다. 이러한 방식으로 제작된 3D object는 불필요한 vertex와 edge를 제거하여 polygon 수를 줄여야 한다. 필요 이상으로 분할된 polygon은 매핑작업이 어려워지며, vertex, edge, polygon수가 많을수록 렌더링 소요 시간이 길어진다.

근정전에 대해 분석한 자료를 바탕으로 근정전 전체에 대해 그림 4에서와 같이 총 15521개의 3D 객체를 제작하였다. 근정전 부재의 3D 객체 중에서도 가장 중요한 부분인 공포부분은 자세한 시각자료로 활용될 수 있도록 정교하고 세밀하게 추가 작업을 하였다. 그림 5는 경복궁 근정전의 3D View를 보여주고 있다.

3.2 경복궁 근정전 Object Configuration

일반적으로 전통건축문화재를 디지털화 할 때 건축물의 외형적인 모습에 역점을 두고 제작을 하지만 본 논문에서는 눈에 보이지 않는 해당건축물을 해체해야 알 수 있는 구조와 이러한 건축 시공순서를 알 수 보여줄 수 있도록 수많은 부재를 제작하고 각 위치에 맞게 배치하였다. 그림 6에서 보이는 완성된 공간포를 구현하기 위하여 본 논문에서는 그림 7에서 보이는 시공 순서에 따르는 단계적 구현을 하였다.

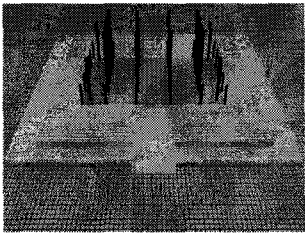
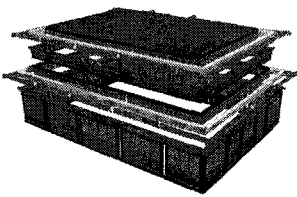
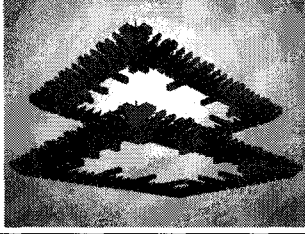
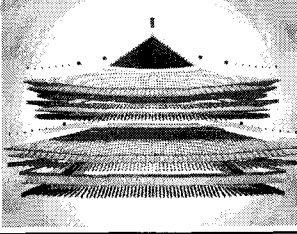
| | | | |
|---|--------|--|-------|
|  | 기단부 |  | 가구부 |
| | 978개 | | 창방,평방 |
| | 기동부 | | 80개 |
| | 52개 | | 도리,보 |
| | | | 240개 |
| | | | 천정,기타 |
| | | | 367개 |
|  | 공포부 |  | 지붕부 |
| | 공간포 | | 서까래 |
| | 10304개 | | 577개 |
| | 주심포 | | 부연 |
| | 2944개 | | 384개 |
| 귀공포 | 합각,기와 | | |
| 1104개 | 257개 | | |

그림 4. 근정전 분류에 따르는 객체 개수

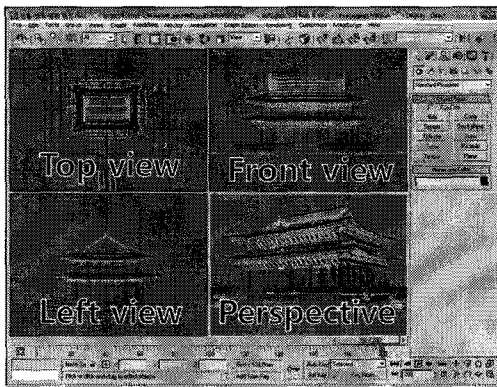


그림 5. 근정전 제작 화면

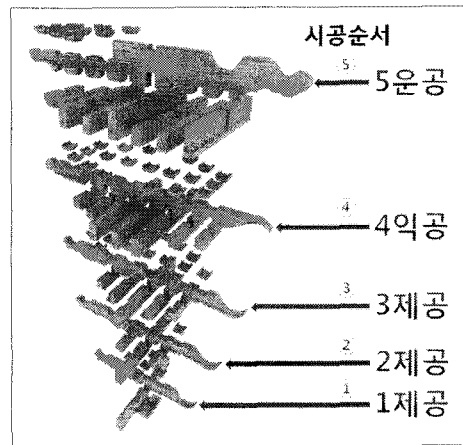


그림 7. 공간포 구성을 위한 단계적 시공

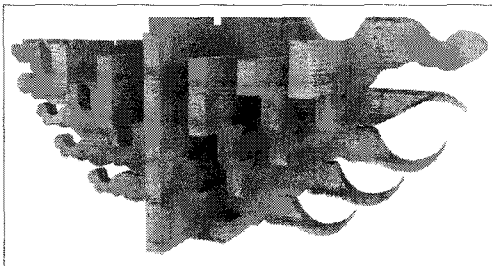


그림 6. 부재조립 공간포

3.3 경북궁 근정전 Multi-Object Texture Mapping

질감(Texture) 표현 작업은 앞서 작업한 3D 모델에 Mapping하는 작업이다. 본 디지털 문화재 복원 작업에서는 근정전 원형을 디지털 복원하기 위하여

근정전에서만 사용된 단청을 조사하였다. 완성된 3D 모델의 표면에 참고서적[7,8]에서 스캔 받은 이미지를 포토샵 프로그램으로 이미지 소스를 제작하거나 포토샵으로 단청의 무늬를 제작하여 텍스처(Texture)로 사용하였다.

매핑을 하는 방법은 여러 가지가 있다. 본 논문에서는 Multi Sub-Object 기법을 사용하였다. 기본적인 매핑기법으로는 한 Object의 모든 Polygon에 하나의 Texture로 매핑을 하는 것이다. 그러나 한 Object의 여러 Polygon에 각기 다른 Texture 매핑을 할 경우 Object에서 Polygon을 Detach하여 Object를 두 개로 분리하기도 한다. 이럴 경우 Vertex 와

Edge가 늘어난다. 또한 UVWmapping 기법도 있다. 이것은 Object의 형태에 따라서 매핑 되는 모양을 선택하는 것이다. 보통 Box나 Cylindrical를 많이 선택한다. 이러한 기법 중에서도 Multi Sub-Object 매핑 기법은 재질 이미지나 단청 이미지에 각각의 ID를 부여하고 Object의 원하는 Polygon에 Polygon Properties를 위해 SetID를 선택하는 방식으로 이루어진다. Multi Sub-Object 매핑 기법은 앞서 설명한 기법들 보다 작업 시간이 단축되며, 원하는 Texture Mapping이 될 수 있도록 한다. 그림 8은 Multi-Object 매핑 기법을 사용하여 근정전 기둥에 단청을 매핑한 결과물을 보여주고 있다.

3.4 Physical Camera Revision

본 디지털 근정전은 시공 과정을 동영상으로도 볼 수 있도록 각각의 object에 애니메이션 키 값을 설정하였으며, object들의 애니메이션을 역동적으로 보여주기 위하여 카메라를 설치하고 움직일 수 있도록 하였다. 카메라 방식은 Physical Camera를 사용하였다. 이 방식은 수동 카메라를 조절하듯이 장면을 연출할 수 있는 기능을 한다. 즉 사용자에게 현실 상황을 가상 CG 카메라(F 샷, 렌즈 초점거리 등)를 설정하여 사실적으로 표현할 수 있다. 그러나 Physical Camera 방식은 설정이 복잡하고, 수치 설정에 따라서 출력물이 달라지므로 많은 테스트를 수행하여, 가

장 알맞은 수치 값을 찾아냈다.

가장 기본적으로 Physical Camera 에서 Shutter Speed 와 Film speed 대한 설정을 해주어야 한다. Shutter Speed는 카메라의 조리개의 열리는 속도로 수치가 낮을수록 밝게 나타나고 수치가 높을수록 어둡게 나타난다. Film speed는 필름의 감도를 의미하는 것으로 높을수록 감도가 높아 장면이 밝아지지만 노이즈가 많이 생성된다. Film speed 와 Shutter Speed와는 반대로 수치가 높을수록 밝아지는 이미지를 연출한다. 그림 9는 Film Speed와 Shutter Speed 설정에 따른 3D 디지털 건축물의 변화를 보여 주고 있다.

카메라로 건물을 찍으면 2점 소실점에 의한 건물이 왜곡되어 상층부로 갈수록 작게 보이는 현상이 발생한다. 컴퓨터 그래픽 영상출력에서도 동일하게 발생하기 때문에 이에 대한 보정을 해주어야 한다. 그림 10은 2점 소실점에 의한 왜곡된 출력물과 vertical shift 수치 설정으로 보정된 출력물이다. 건물의 세로축을 마름모 형태에서 직사각형 형태로 보정되었음을 볼 수 있다. 그러나 vertical shift 수치가 큰 경우 왜곡이 더 생길수도 있다.

3.5 GI Renderer

렌더링 작업은 GI Renderer로 많이 사용되고 있는 VRay를 이용하였다. GI Renderer 방식은 물체의 표

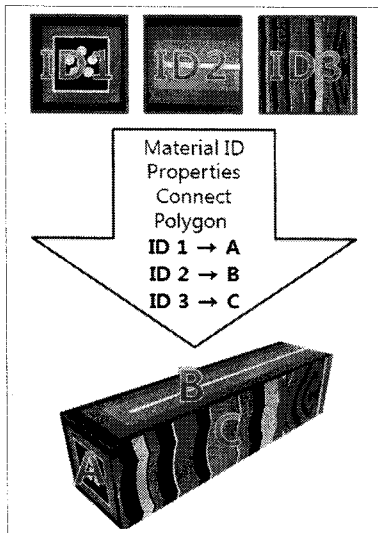


그림 8. Multi-Object Mapping

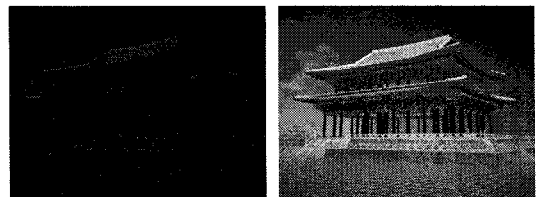


그림 9. Film Speed 와 Shutter Speed 설정

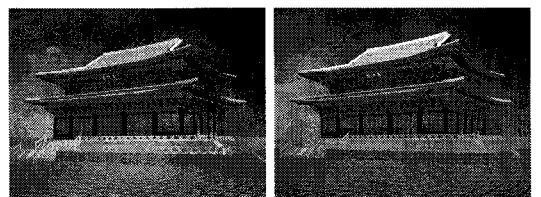


그림 10. Camera Revision

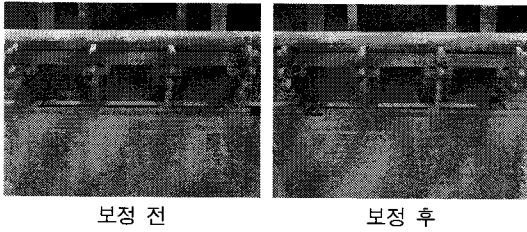


그림 11. Raytracing

면 반사를 계산하는 Raytracing 기법과 확산광을 계산하는 Radiosity 기법에서 출발 하였다. V-Ray는 빛의 분산을 빠른 속도로 계산하며, GI(Global Illumination) 연산을 통해 렌더링을 한다. GI란 직접광(Direct Illumination)과 간접광(Indirect Illumination)의 합을 의미한다. GI Renderer 방식은 피사체에 반사되는 빛은 정반사와 난반사를 통해 색채뿐만 아니라 물체간의 상호작용하는 반사, 굴절, Caustic에 필요한 부분을 제어하면서 자연스러운 자연의 빛을 적용한다. Caustic란 오브젝트에 반사 재질을 적용하거나 투명한 물체에 빛을 받아 굴절 및 투과시켜 빛이 물체를 투영하는 현상을 말한다.

GI Renderer의 출력물에 검은 얼룩이 보이는 현상이 종종 발생한다. 이것은 object가 들어지거나 겹쳐진 부분에 생기는 현상이며 Raytracing에 의한 빛의 입자(Photon)를 추적에서 발생하는 하는 현상이다. GI Renderer 설정에서 Raytracing Secondary rays bias의 수치의 조절에 따라 이러한 현상은 줄어든다. 그러나 Raytracing 보정 또한 Physical Camera 왜곡과 같이 과도한 보정은 출력이미지에 영향을 준다. 그림 11의 왼쪽 출력물에 검은 얼룩이 여러 부분 보인다. 오른쪽은 보정 후 출력물이다.

4. 수치관계에 의한 Parametric Modeling

4.1 근정전 공포와 인정전 공포 비교

인정전은 조선후기의 공포 양식에 따르는 다포계 건물이며 근정전과 같은 기능을 하는 건물이다. 인정전 공포의 경우 외3출목 내4출목으로 근정전 공포와 같은 구성으로 되어 있다. 이러한 점은 두 공포의 시공방식과 형태가 동일하다 것을 알 수 있다. 즉 공포 부재의 크기와 출목 간격의 수치를 조사하면 그 수치 비례에 따라 근정전 공포를 기초로 하여 인정전의

공포를 만들어 낼 수 있다. 공포의 원형으로서 내부 비례와 외부비례를 변경하여 다양한 공포객체를 생산할 수 있다. 인정전의 용척은 영조척을 사용하였다. 영조척에 의한 실측된 1尺(척)은 305.8mm 이다.

4.2 공포 부재간의 수치관계를 이용한 Parametric Modeling

같은 두 공포 부재의 수치관계에 따라 다른 공포의 3D 객체 모델링을 보다 효율적으로 제작할 수 있다. 그림 12는 수치관계를 참고하여 Parametric 모델링한 것이다. 이러한 전통목조건축물의 조영원리와 수치관계를 이용하면 최초의 3차원 모델의 공포 원형을 만들어 내는데 시간이 걸리나, 컴퓨터 3D 모델링을 통한 결과물을 이용하여 다른 건물도 만들어 낼 수 있다. 따라서 자료가 축적될수록 다른 건물을 모델링하는 시간은 짧아지고 자료축적의 양은 증가한다[9]. 또한, 축적된 자료는 현존하지 않은 건물의 초석과 기둥의 크기에 따라 다른 부재들의 크기를 유추할 수 있기 때문에 동일 시대의 건축물을 참고로 진정한, 3D 디지털 복원 구현을 할 수 있다.

| | 근정전 공포 | 인정전 공포 |
|-----|--------|--------|
| 평면 | | |
| 정면 | | |
| 측면 | | |
| 투시면 | | |

그림 12. 비례 변화에 따른 공포형태 모델링

5. 결론 및 발전 방향

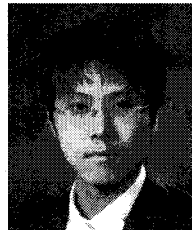
전통 목조 건축물에 대한 기존의 3D 디지털 구현은 주로 외관의 모습을 복원하는데 중점을 두었다. 이는 눈에 보이지 않는 내부구조를 보여 주고, 건축 과정을 소개하기 위해서 추가로 제작되어야 하는 3D 객체의 수가 엄청나게 많아지기 때문이다. 그러나 앞으로 건축문화재 3D 디지털 콘텐츠 제작은 단순히 외관의 모습이 아니라 내부구조 및 건물 시공과정 또한 부재들도 소개가 가능해야 한다. 본 3D 디지털 구현은 건물의 외관뿐만 아니라 전통건축물의 구조를 쉽게 이해할 수 있도록 3D 모델링하고, 실제 근정전의 각 부재에 그려진 단청들을 조사하여 매핑 하였다. 또한 건축시공 과정을 깨끗하고 왜곡 없는 동영상으로 볼 수 있도록 카메라기법과 렌더링 기법에 따른 여러 테스트를 시행하여 제작하였다.

현재 구글에서는 미국과 이탈리아 연구진들이 10년 동안 연구해 왔던 고대 로마시의 3D 디지털 복원을 마친 결과물을 전 세계인들에게 소개하고 있다. 사용자는 컴퓨터 인터넷을 통해 3D 디지털 복원된 고대 로마시를 돌아보면서 현존해 있거나 지금은 사라진 건축물들을 3D로 볼 수 있다. 이것은 연구되고 만들어진 문화재 디지털 콘텐츠를 일반인이 손쉽게 이용할 수 있는 하나의 사례로 판단된다.

본 논문에서 구현한 3D 디지털 근정전을 제작하기 위해 이루어진 효율적인 모델링 기법과 재질 매핑 기법, Physical Camera 와 GI Renderer 설정 그리고 목조건축물의 공포구조에 대한 전반적인 정보 및 모델링 자료는 다른 목조건축물을 디지털 제작하는데 활용성이 높다고 할 수 있다. 또한 창덕궁 인정전의 공포부분에 대한 구성과 치목치수를 조사하여 두 건물의 공포부재에 대한 수치비례관계를 파악할 수 있었다. 앞으로 이러한 목조건축물의 수치비례관계를 이용한다면 다른 궁궐 건축물을 3D 디지털 구현하는데 걸리는 시간이 많이 단축될 수 있을 것이다. 향후 현존하지 않은 건물에 대한 자세한 자료조사로 3D 디지털 복원을 하고, 단일 건축물이 아닌 궁궐이나 사찰 전체를 3D 디지털 구현 복원으로 그 범위를 확장해서 제작할 수 있도록 많은 연구를 지속해 나갈 계획이다.

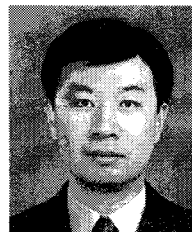
참 고 문 헌

- [1] 신영훈, 한국의 고궁, 도서출판 한옥문화, 2005
- [2] 홍대형, 한국의 건축문화재, 기문당, 2001.
- [3] 김동현, 서울의 궁궐건축, 시공사, 2002.
- [4] 문화재청, 근정전 실측조사보고서 (상), (하), 2001.
- [5] 신용수, 신용수의 경복궁 중수기, 현암사, 2005.
- [6] 정연상, "목조건축의 맞춤과 이음에 대한 소고 (6)-경복궁 근정전 및 전각을 중심으로," 건축역사연구 제16권 4호, pp. 161-172, 2007, 8.
- [7] 광동해, 김동현, 한국의 단청, 학연문화사, 2002.
- [8] 김한옥, 단청도감, 현암사, 2007.
- [9] 광세희, 윤재신, "비례체계에 기초한 전통목조 건축 공포부재 표현 방법에 대한 연구-창덕궁 인정전 공포를 중심으로", 대한건축학회 논문집-계획계 제17권 제6호, pp. 107-114, 2001, 6.



이 강 훈

2008년 8월 한성대학교 멀티미디어공학과 졸업
 2009년 한성대학교 대학원 디지털문화기술콘텐츠 학과 석사과정
 관심분야 : 가상현실, 디지털 콘텐츠, 컴퓨터 그래픽, 멀티미디어 응용



조 세 홍

1983년 2월 연세대학교 3학년 수료
 1991년 8월 (미)캘리포니아 주립대학교 CS 졸업
 1996년 12월 (미) 에리조나 주립대학교 (CSE, 석사)
 1999년 8월 (미)에리조나주립대학교 (CSE, 박사)
 1999년 9월~2002년 2월 대구대학교 공과대학 정보통신학부
 2002년 3월~현재 한성대학교 공과대학 멀티미디어 공과과 교수
 관심분야 : 멀티미디어 응용, 가상현실, 가상교육, 게임제작, 디지털 콘텐츠