

## 고구려 고분벽화 3차원 가상현실 영상콘텐츠 개발

박소연 (전주대학교)

### 차 례

1. 서론
2. 3차원 가상현실 기술
3. 연구의 내용 및 방법
4. 결론

### 1. 서론

최근 개봉한 영화 ‘아바타’를 통해 보았던 3차원 입체 영상은 이제 세계적인 규모의 박람회나 테마파크 등의 이벤트 행사장에서 흔히 볼 수 있게 되었으며 최첨단 장비와 특수효과를 통해 만들어진 가상현실 영상콘텐츠는 IT기술과 더불어 보다 현실감 있는 영상으로 우리에게 다가오고 있다. 또한 세계화라는 거대한 물결 속에서 각각의 나라는 ‘전통문화’를 새로운 문화코드로 재해석하는 경향이 두드러지고 있다. 이와 같이 전통문화를 소재로 한 문화콘텐츠 산업과 가상현실 기술의 발달과 더불어 팽창한 다양한 부가 산업은 자국의 문화를 돌아보고 문화의 정체성을 확립하기위해 문화원형 기술 개발의 필요성을 요구하고 있다. 국내에서도 문화콘텐츠 산업이 필요로 하는 기술 확보와 더불어 세계 시장에 진출할 수 있는 문화 콘텐츠 산업의 기초를 다지고 우리 문화의 정체성 확립을 위해 문화재 디지털 복원 사업이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 실제 산업의 소재로 활용 될 수 있는 축적된 고유의 디지털 문화원형 데이터가 빈곤한 것이 현실이다[1].

이에 따라 본 연구에서는 2004년 6월 유네스코 지정 세계문화유산에 등록되어 세계적으로 인정받고 있는 고구려 고분벽화를 3차원 가상현실 영상콘텐츠로 개발하여 한국은 물론 세계시장에서도 경쟁력을 가질 수 있는 고구려 고분벽화의 문화원형을 발굴, 가공하여 그 본래의 의미를 되찾고 현대적 의미로 재구성하고자 한다. 이번 연구의 콘텐츠 대상으로 고구려 고분 벽화 중 최대의 규모를 자랑하는 안악 3호분을 3차원 가상현실 영상콘텐츠로 재현하였다. 고대 고구려의 문화적 배경과 생활 방식을 현대의 사람들에게 알려주기 위해 제작된 이번 콘

텐츠는 원거리에 있는 다방면의 전문가들이 모여 함께 작업을 진행하고 그 작업과정에서 발생했던 문제점들과 배웠던 점들을 사례 연구를 통해 고찰하고 분석하고자 한다.

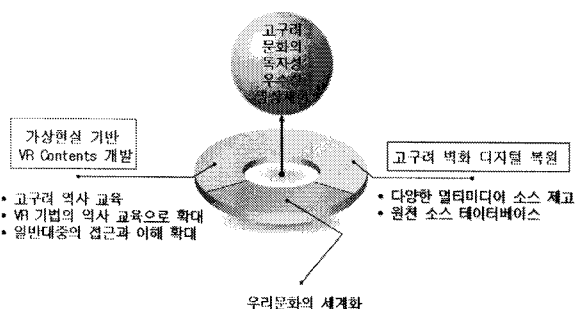
#### 1.1 연구 목적

본 연구의 목적은 세 가지로 요약되는데 첫째, 고구려 고분벽화가 가진 가치와 형태를 디지털로 복원하는 것이다. 세계적 문화유산인 고구려 고분벽화는 문화적, 사료적, 예술사적 가치를 인정받아 2004년 6월 유네스코 세계문화 유산으로 지정 되었으며, 신라(新羅), 백제(百濟) 시대 남아있는 그림이 하나도 없는 상태에서 고구려 고분벽화는 삼국시대 고구려인들의 삶을 가장 잘 파악할 수 있는 유일한 증거물이다. 또한 고구려 고분벽화는 세계에도 일찍이 유래가 없는 고대시대 우리 민족의 삶과 문화 양상을 가장 비주얼(Visual)적(的)으로 잘 나타내 주고 있다. 그러나 현존하는 많은 벽화들이 그 원형을 제대로 보존하지 못해 적지 않게 훼손되어 그 형태를 알아보기 힘든 상황이다. 따라서 고분벽화의 기본 형태를 디지털로 복원하여 벽화 자체가 가지고 있는 역사적 의미를 찾고, 벽화 속에 정지되어있는 고구려인의 삶들을 21세기인 지금 다시 부활시켜 원소스 멀티유즈(One-Source Multi-Use)로 다양한 콘텐츠 제작에 활용 가능한 원천 자료 제공을 목적으로 한다.

둘째, 고구려 고분을 가상현실기반의 체험형 영상콘텐츠로 개발하는 것이다. 지리적인 한계로 실제 가 볼 수 없는 고구려 고분 내부에 들어가 벽화를 둘러보고, 시대를 초월하여 벽화를 통해 엿 볼 수 있는 고구려인의 생활사에 들어가 문화를 체험하고 조작할 수 있는 가상의 세계를 만들어 가상현실 기반의 교육용 콘텐츠를 개발하고자

한다. 기존의 역사 교육은 주로 책이나 문서를 통해 이루어졌으며 컴퓨터를 이용한 역사 탐구 및 교육이 가상 현실, 3차원 인터페이스 기술과 접목된 사례는 전무하다. 3차원 컴퓨터그래픽스 기술을 접목한 문화 원형 복원이라 할지라도 2차원 모니터 기반의 3차원으로 시각화하는 기능만을 제공해 주는 것이 대부분이었다. 그러나 3차원 컴퓨터 기술로 개발된 사이버 고구려 고분 벽화는 사용자가 직접 가상공간에서 고분 안을 둘러 볼 뿐만 아니라 벽화안으로 들어가 마치 현실세계에서 행동하는 것처럼 직접 벽화안의 유물을 상호작용 기능을 통해 조작하고 동영상을 통해 고려인의 생활상을 엿 볼 수 있으므로 단순히 문서나 사진을 통해 학습하는 방식에서 실제 자신의 체험을 바탕으로 학습하는 방식이므로 기존의 학습 방식보다 효과적이라고 볼 수 있다. 이렇게 만들어진 사이버 고구려 고분벽화 세계는 디지털 문화재 복원의 학문적 기록으로서의 의미 뿐 아니라, 실제 적용이 가능한 다양한 문화콘텐츠로서의 활용 방안을 제시하고자 한다.

셋째로 사이버 고구려 고분 벽화 콘텐츠를 통해 보다 대중적이고 흥미로운 문화원형 콘텐츠 제작 접근을 유도하여 우리 문화의 세계화에 기여하는 것이다. 시공간을 초월한 가상현실 콘텐츠는 국내뿐만 아니라 해외 어디에서라도 사용이 용이하며 해외 시장에서도 경쟁력을 가지고 우리의 역사를 바로 알리는데 기여할 수 있다. 최근 동북공정과 독도 문제로 우리 역사 바로 알기에 대한 관심이 고조되고 있는 상황에서 신라나 백제를 무대로 한 영화, 애니메이션, 뮤지컬, 연극, 게임 등은 쏟아져 나오는 반면에 고구려 관련 문화콘텐츠는 찾아 볼 수 없다. 학술적인 측면에서만 접근되고 있는 고구려의 역사를 일반 대중들이 쉽게 이해하고 배울 수 있는 사이버 고구려 고분 벽화 콘텐츠를 통해 보다 대중적이고 흥미로운 문화원형 콘텐츠 제작 접근을 유도하고 고구려 문화 연구를 확산에 기여하고자 한다.



▶▶ 그림 1. 고구려 고분벽화의 3차원 영상콘텐츠 개발

## 1.2 연구 필요성

문화재의 디지털 복원은 우리 한민족의 역사를, 아니 더 나아가 1만년 인류 역사 속에 흥성했고 또 소멸해간 인류의 소중한 문화유산을 디지털 복원하여 오늘의 삶을 사는 현대인들에게 자신이 과거로부터 어떻게 이어져왔는가를 보여준 후 다시 현재를 바탕으로 미래를 살아갈 수 있는 해답을 제시하는데 가장 큰 목적이 있다고 하겠다. 따라서 본 연구자는 유네스코 지정 세계문화유산에 등록되어 세계적으로 인정받고 있는 고구려 고분벽화를 디지털화(化)하여 3차원 전자 시각화를 시도하여 원 모습을 되찾고자 한다.

21세기는 문화재 보존 및 복원 그리고 교육에 있어서 가장 중요한 분야로 떠오를 것이 분명하다. 세계 경제의 성장으로 소득수준이 향상된 사람들은 점차 예술과 문화, 여행과 같은 자아완성에 도움이 되는 일을 추구하고 점차 과거에 대한 향수 혹은 과거를 보고 싶어 하는 욕구가 증가 되고 있다. 20세기부터 사람들은 과거와의 대화 혹은 전통적 가치에 대한 동경이 높아지기 시작했으며 때문에 전통적인 사회적 가치로의 복귀를 통하여 자신의 뿌리와 진귀함과 새로움을 경험하고자 한다. 이러한 인간의 욕망은 문화재의 디지털 복원을 통해 조금이나마 극복 될 수 있다.

2008년 2월에 국보 제 1호인 송례문이 화재로 인해 소실되어 많은 국민들의 가슴을 아프게 하였다. 이렇듯 최근 방화나 화재로 인해 인위적으로 소실되는 문화재에 대해 어떻게 문화재를 보호하고 보존해야 할지에 대한 의문이 제기 되고 있다. 이에 따라 이미 사라진 문화재뿐만 아니라 현존하는 문화재 또는 현존하는 문화재이긴 하나 북한과 같이 쉽게 방문할 수 없는 문화재를 디지털로 복원하고 이를 체험할 수 있는 가상현실 콘텐츠 개발 연구가 절실히 필요하다.

문화재 디지털복원은 명멸했던 5천년 한민족의 역사를, 아니 더 확장하여 1만년 인류 역사 속에 흥성했고 또 소멸해왔던 인류의 소중한 문화유산을 디지털 복원하여 오늘의 삶을 사는 현대인들에게 자신이 과거로부터 어떻게 이어져왔는가를 보여준 후 다시 현재를 바탕으로 미래를 살아갈 수 있는 해답을 제시하고자 한다. 그래서 문화재 디지털 복원학은 조만간 하나의 학문분야로 그리고 향후 문화콘텐츠를 이끌어 나갈 상당히 중요한 분야로 당당히 자리매김 할 것으로 전망된다.

## 2. 3차원 가상현실 기술

가상현실 영상콘텐츠 기술은 인터페이스 기술, 시각, 청각, 촉각의 상호작용, 동작 캡처 기술 등과 이에 관한 시뮬레이션 기술이 연관되어 있다. 특히 촉각 힘(force) 변환 기술과 촉각 재생기술(생성기술)의 실현이 가능하게 하기 위하여 데이터로부터 질감, 무게 등 기본 데이터 베이스의 정보를 체험형 시뮬레이터용 인터페이스의 구성요소로 재구성하여야 한다. 기존의 3차원 가상현실 환경은 시각적인 디스플레이와 약간의 사운드를 더한 구조로 제작되어 사용자가 주로 눈으로만 체험할 수 있었다. 그러나 눈 이외에도 사람이 인지하는 감각 기관은 귀(청각), 코(후각), 혀(미각), 손/피부(촉각)가 있다. 같은 시간 동안 사용자가 가상현실 공간을 체험하더라도 더 많은 감각 기관에 자극을 준다면, 사용자의 체험을 극대화 할 수 있는 장점이 있다. 본 과제에서는 인간의 기본 감각인 오감을 만족 시킬 수 있는 유기적 연계의 인터페이스를 개발 이용하여, 눈으로 보고, 귀로 듣고, 손으로 만지고 느끼는 보다 현실감 있는 가상현실 공간에서의 고구려 고분 벽화 복원을 구현하고자 한다[2].

### 2.1 3차원 영상 개발

3차원 영상 개발이 있어 시각적 표현은 가장 기본적인 가상현실 구성요소로 실시간 렌더링을 통한 두개의 3D 영상을 한 화면에 표시하여 사용자가 특수하게 제작된 안경을 끼고 입체감을 느껴서 사물을 볼 수 있도록 한다. 이와 같은 방식으로 고구려 고분의 내부의 벽화를 감상하고 가상현실 공간에서 시각적 보여주는 것과 동시에 공간에 따른 고분 내부의 소리의 울림 정도를 다르게 해서 청각적으로 입체감을 더한다. 덧붙여서 사용자가 직접 벽화의 재질감을 느낄 수 있는 촉각을 더하여, 사용자가 가상현실 공간에서 최대한 실제와 같은 고구려 고분 안의 세계를 경험하도록 한다.

### 2.2 청각 인터페이스 개발

3차원 사물들을 실시간으로 렌더링해서 보여 주는 가상현실 공간에서 데이터의 양을 줄이는 과정은 매우 중요하다. 데이터의 양을 줄이면 컴퓨터 시스템의 연산 과정이 빨라져서 자연스러운 장면 연결을 기대할 수 있기 때문이다. 이와 마찬가지로 소리 관련 문화유산의 경우 사운드 데이터의 용량을 줄일 수 있다면, 시스템 프로세

스 속도 향상에 상당한 도움이 될 것이며, 특히 여러 종류의 사운드를 동시에 플레이해야 할 경우에는 사운드 파일의 용량이 시스템 속도에 미치는 영향을 줄이는 기술이 더욱 더 중요하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 사운드 구동 시에 도플러 효과를 주어 단순한 사운드 파일로도 입체감을 느낄 수 있도록 청각 인터페이스를 개발하고자 한다.

### 2.3 촉각 인터페이스 개발

가상현실체험에 있어서 촉각 인터페이스는 시각이나 청각 인터페이스에 비해 나중에 개발된 부분으로, 여러 가지 방식의 촉감을 전달하는 기기들이 있지만, 대부분이 교육용 콘텐츠와 관련된 실용화 부분에서는 아직 응용 개발이 제대로 안 된 상태이다. 촉각을 전달하는 기기들은 손에 장갑처럼 끼고 사용하는 데이터 글로브(data glove), 데이터 글로브에 연결해서 장갑의 각 손가락에 힘의 느낌을 전달하는 구동 장치, 펜 스타일의 디바이스로 사물의 무게감을 느끼면서 사물을 이동 회전 시킬 수 있는 팬텀(PHANToMTM) 등이 있다.

이런 햅틱 디바이스(haptic device)는 물리적 모터의 힘을 이용하여 가상현실 공간상의 사물을 사용자가 손으로 느낄 수 있도록 하는 촉각 대응 기기이다. 이 디바이스를 이용하여 시각이나 청각에 비해 개발이 더딘 촉각 인터페이스를 개발하여 사이버 고구려 고분 벽화 세계에 적용하고자 한다. 사용자가 가상현실 환경 속에서도 직접 만져서 감지하여 현실감을 높이고, 유물들을 사용자가 촉각으로 감지하고 사물의 무게감, 인력과 척력 등을 직접 체험하는 촉각 인터페이스를 개발하여, 가상현실 공간 안에서 사용자가 고구려의 문화를 체험할 수 있게 한다.

## 3. 연구 내용 및 방법

### 3.1 고구려 고분 벽화 안악3호분

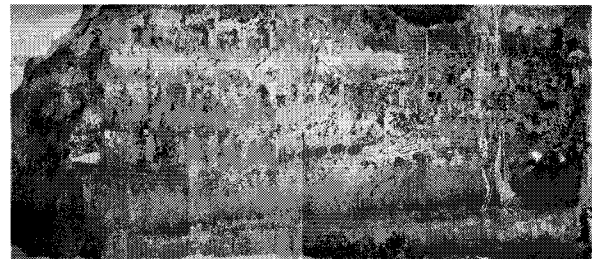
고구려 벽화는 고대로부터 내려오는 한민족(韓民族)의 미술유산의 정신을 찬연히 계승한 “한국식 프레스코 벽화”로 4세기경에 태동되어 6~7세기경에 이르러서는 그 기술적 높이가 놀라우리만큼 비약하였음을 잘 보여주고 있다. 고구려 사람들은 죽어도 영혼은 영원히 남아있다고 믿었다. 그렇기 때문에 그들은 살아서 누리던 호화

롭고 사치한 생활을 죽은 뒤에도 누리보겠다고 종교적이며 미신적인 관념으로부터 출발하여 살았을 때의 생활과 똑같이 무덤 속을 묘사했으며 죽은 영혼을 지킨다는 의미에서 여러 가지 환상적인 수호신들을 그리기도 했지만 고구려 서민들의 모습이라든지 채육경기, 오락장면, 동물, 일용품 등은 직접 고구려 사람들의 생활의 한 측면을 또는 그와 깊은 관련을 가진 대상들을 훌륭하게 반영하여 고구려 생활사를 이해하는데 큰 도움을 주고 있다.

지금까지 알려져 있는 고구려의 벽화 무덤들은 약 100여기에 달하며 이들 고분 중 규모나 벽화의 내용 면에서 가장 풍부한 소스를 가지고 있는 안악3호분의 복원을 하려고 한다. 안악3호분은 안악읍에서 약 7km 지점인 용순군 유설리 대지형의 구릉 서편 끝 등마루에 위치하고, 직경이 남북33m, 동서가 약 30m이며 봉토 외의 지평선에서 봉정까지의 높이는 약 6m로 추정되는 고분이다. 이런 안악 3호분은 지금까지 왕릉으로 알려진 고구려 벽화 무덤들 가운데 그 규모나 벽화내용의 풍부성이 단연 으뜸으로 고구려 벽화의 제 1선 출발선상에 있는 벽화로 엄청난 스케일과 4세기 동방 문화를 대표하는 세계 제일의 문화재로 고구려의 힘과 뛰어난 문화를 과시한 이 무덤은 특히 고구려 인물풍속도로 말미암아 고구려 사회의 모습과 생활사(生活史)를 가장 잘 나타내 주고 있다. 무덤의 앞 칸에는 이 무덤에 묻힌자인 고구려 국왕의 실내 생활을 그려 놓았다. 옆에 있는 신하, 관리들보다는 몇 배나 크게 벽면의 한가운데 그려진 왕은 화려한 방안에서 관을 쓰고 두루마기를 입고 털 부채를 쥐고 거만하게 앉아 있다. 그가 쓴 모자와 옷을 바로 옛 기록에 고구려 왕이 썼다고 하는 백라관과 오채의복이다. 그의 왼쪽에는 한손에 흰 홀을 잡고 다른 손에 붓을 들고 공손히 왕의 지시를 기다리고 있는 관리와 두 손으로 홀을 잡고 있는 여인을 그렸으며 바른쪽에는 줄을 치고 글을 쓴 종이를 두 손으로 펼쳐든 사람과 홀을 잡고 선 사람을 그렸다. 그 남쪽 벽에는 왕후를 그렸는데 그는 노란끝등을 단 데다 초록색 선을 두르고 구름무늬 같은 무늬를 놓은 긴 저고리와 잔주름을 잡은 긴 치마를 입었다.

이 밖에 국왕과 왕후를 호위하는 무관들이 앞 칸 서쪽 벽면에 그려져 있다. 이를 통하여 국왕과 왕후의 사치하고 호화로운 복식과 시중드는 많은 측근자들의 모습을 통해 고구려 시대 궁중생활의 일면을 엿볼 수 있다. 또한 앞 칸 동쪽 벽에는 씨름하는 장면이 그려있고 동쪽 곁간에는 발 방아간, 용드레 우물, 부엌, 육고, 차고, 외양간

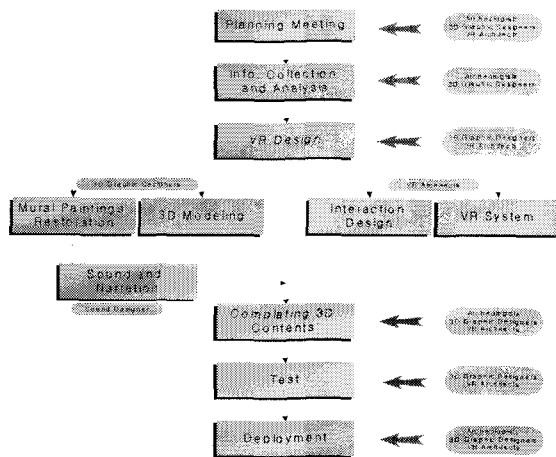
등을 그렸는데 거기에는 소반, 접시, 시루, 물동이, 항아리 등 그릇들과 여자들이 발 방아를 찧고 키질과 설거지를 하는 모습이 그려져 있다. 여기에는 고구려 사람들의 생활풍속의 이모저모가 잘 묘사되어 있다. 안 칸 동쪽과 북쪽을 돌아가는 회랑에는 큰 행렬도가 있다. 주인공의 행차를 중심에 놓고 그린 이 벽화는 그 규모가 크고 화려한데 당시 왕의 거대한 행차를 잘 보여주고 있다. '대행렬도'는 여러 줄의 복잡한 종대행렬이 겹치는 상태를 부감도식으로 능수능란하게 표현해 고구려 회화 기법이 당시로서는 매우 수준 높은 것임을 과시해 줄 뿐 아니라 250명이 넘는 등장인물에 대한 세밀한 묘사와 더불어 다채로운 내용면에서 우리나라 고분벽화 중에서 첫 자리를 차지할만하다.



▶▶ 그림 2. 대행렬도

### 3.2 3차원 가상현실 영상콘텐츠 개발

가상현실 기반의 3차원 영상콘텐츠 개발은 아래의 그림 3 제작 구조 방식에 의해 복원 과정이 이루어진다. 기획 작업을 시작으로 원천 자료 수집, 역사 고증작업, 벽화 복원 작업, 3차원 모델링 작업과 가상현실 환경 구현을 위한 전체 내부의 인테리어 배치와 VR 시스템 구성이 이루어진다. 이렇게 완성된 사이버 고구려 고분벽화 세계에 사운드와 나레이션, 이동 경로, 벽화별 이벤트를 부여하면 체험이 가능한 가상현실 콘텐츠의 제작이 완성된다. 고구려 고분 벽화 디지털 복원 작업은 폴리곤 방식에 의해 제작된 모델을 3DS Max의 플러그인 소프트웨어 Polytrans를 이용하여 VRML 파일로 저장한 후, Yggdrasil Scripting Programing(일리노이 주립대 Electronic Visualization Laboratory)에서 개발한 가상현실용 VR 저작도구를 통해 사운드와 탐색 운행 경로(Narrative Interactive Story)를 지정하고 촉각을 경험할 수 있는 햅틱 디바이스를 적용하여 오감 체험이 가능한 가상현실 환경으로 구축하였다.



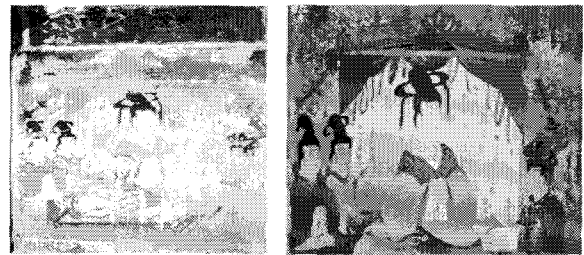
▶▶ 그림 3. 고구려 고분벽화 가상현실 콘텐츠 개발 과정

### 3.2.1 고구려 고분벽화 콘텐츠 기획

안악 3호분의 가상현실 콘텐츠 개발에서 가장 먼저 선행되어야 할 작업으로는 벽화 복원을 위한 역사 고증 작업이었다. 이번 디지털 콘텐츠는 새로운 것을 만들어내는 창조 작업이 아닌 고구려 시대의 문화를 보여주고자 하는 복원 작업이었다. 그래서 철저한 복원을 위해 역사학을 전공한 디지털 복원 전문가에게 자문을 구하였고 그 시대에 사용한 물건의 모양과 구조물에 대한 것, 그리고 색채에 대한 해석이 필요했었다. 그리고 이 모든 작업을 어떤 식으로 제작을 할 것이며 최종 결과물이 어떻게 가상현실이라는 기술로 표현할 수 있는 지에 대해서 정해야 했었다. 우선 기획단계에서는 자문 팀의 지원을 받기 위해 회의를 가졌었고, 세부적인 회의는 벽화의 정확한 재현과 구조의 올바른 해석을 위해 역사 고증, 벽화 복원, 그리고 구조물 모델링 등을 다루기 위해 소규모 회의로 진행되었다.

### 3.2.2 고구려 고분벽화 복원 작업

안악3호분의 내부 벽화는 약 1000년 전에 그려진 벽화이다 보니 훼손이 심하여 지금 현재의 벽화 보며 고구려 당시의 생활 풍습이나 문화에 대해서 이해할 수 있다는 것은 어려움이 많았었다. 그래서 이 복원 작업에서는 벽화의 이미지를 좀 더 깨끗하게 복원하는 작업도 함께 진행했었다. [그림4] 안악 3호분의 벽에 그려진 그림을 원본과 복원 후의 모습을 보여주고 있다. 복원 전의 모습에서 색이 까만 부분은 습기를 잘 배출시키지 못하여 곰팡이 때문에 변색된 것을 복원 전과 복원후의 모습이다.

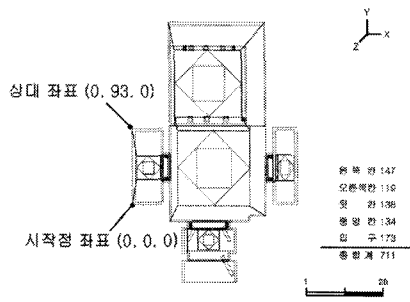


▶▶ 그림 4. 복원전과 복원후의 벽화 모습

이미지를 복원하는 작업은 우선 그림을 그린 벽면의 재질을 따져서 지금은 변색되어 버린 부분들에 대해서 그림이 그려진 벽면의 재질을 따져서 원래의 색을 유추해나가는 형태로 진행되었다. 이렇게 시안화시킨 것을 사용하여 여러 곳의 벽화를 작업하는 과정에서 균일한 색으로 보정하는 것이 가능했었다. 추가로 벽화를 복원하는 과정이 여러 사람들이 함께 진행할 경우 이런 기준이 있어야 작업을 합쳤을 경우에 색상의 오차를 줄일 수 있다는 점도 장점이었다. 한민족은 선사 이래 근대에 이르기까지 샤머니즘·불교·도교·유교적사상과 밀접하게 관련을 맺으면서 음양오행사상에 의한 오방색을 일관되게 사용하였다.

### 3.2.3 고구려 고분벽화 3차원 모델링 작업

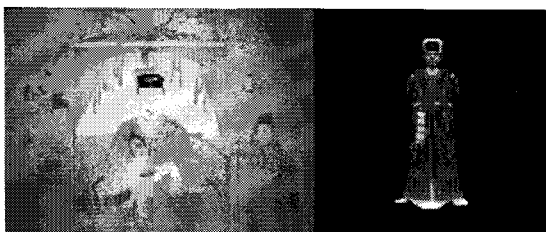
가상환경에서 고분을 재현하면서 가장 중요시 했던 부분의 실제 고분의 크기와 가장 근접한 고분을 만들어 사용자가 실제 고분에 들어가 벽화를 보고 경험하는 것과 같이 제작하는 것이었다. 이걸 안악 3호분의 실제 치수를 정확히 알아야 된다는 뜻이다. 그 다음 상대 좌표를 추출 해 내어 모델링(modeling)의 기초를 잡게 되는 것이다. 이 작업에서는 안악 3호분을 1/20로 축척해놓은 내부 구조도를 구해서 다시 각 방의 크기를 다시 계산하였다. 그래서 방의 크기와 비율 그리고 벽면, 기둥들을 전부 분해해서 그 길이와 크기를 알아냈다. 그 다음 그림 5에서 보는 것과 같이 하나의 기준점을 정하고 다음 면까지의 상대좌표를 아래와 같이 계산해 냈다. 그림 5의 각 방의 숫자는 기준 좌표에서의 상대좌표의 숫자이다. 가상현실에서의 좌표계 숫자는 미터법과 피트법을 쓴다. 실제 공간에서의 크기가 그대로 적용되기 때문에 설계도에 나와 있는 좌표를 그대로 축척값을 계산하고 좌표를 기준으로 모델링(modeling)을 한다. 각 방의 구조에 맞게 정확히 계산된 값들로 제작한다.



▶▶ 그림 5. 설계도면 상대좌표 수치

3D 모델링 작업에서는 두 가지 문제에 대해서 고민을 해야 했었다. 이 작업의 목표가 단순한 문화재의 복원이었고 그 결과물이 렌더링(rendering) 된 그래픽이었다면 최선을 다해서 고증을 통한 복원에 중점을 두었을 것이다. 즉 기존의 유적과 가장 비슷하도록 만드는 것이 중요했겠지만 이 작업에서는 그에 못지않게 중요했던 것이 가상현실 기술을 이용한 교육/게임용 프로그래밍이었다. 가상현실 기술은 실시간 인터랙션을 중요시 하는 만큼 단순하게 그래픽적인 질을 높이는 것 보다는 어떻게 해야 원본 유적과 비슷하게 만들려고 노력하면서도 물체(object)의 면(polygon)의 수를 최소화 하여야 한다.

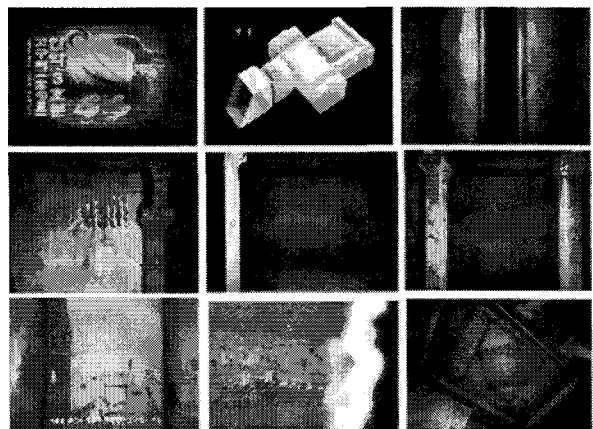
이렇게 전체적인 틀을 잡은 후에 각 방의 모델은 가상현실 환경에서 현재 사용자가 위치한 방만 보여주고 나머지는 보이지 않도록 만드는 기법을 사용할 수 있도록 모두 나누어서 모델링 하는 기법을 사용했다. 이는 가상현실에서는 되도록 적은 면을 사용해서 원활한 동작을 보장할 수 있도록 해주어야 하지만 물체를 정확하게 표현하려면 많은 면을 써야 보다 세밀한 표현이 가능하기에 이런 식으로 해결하고자 했다. 그 밖에도 복원된 벽화 등을 그대로 가상현실에서 사용할 수 없다는 문제 때문에 변환 작업을 거치고 각 면의 재질 등을 지정해주는 작업이 수반되어야 했었다. 이런 작업들은 가상현실 환경을 만들면서 사용했던 SGI사의 OpenGL Performer 그래픽 라이브러리의 최적화 기능과 맞물려 많은 시행착오를 거치면서 진행시켜나갈 수 있었다.



▶▶ 그림 6. 2D 벽화를 3차원 모델링으로 작업한 왕의 모습

### 3.2.4 고구려 고분벽화 3차원 가상현실 프로그램

안악3호분은 네트워크 가상현실 저작도구인 Ygdrasil (yg)[3] 로 개발되었다. Yg는 기존에 많은 가상현실 환경이 원시적 컴퓨터 그래픽을 사용하여 개발하였던 것을 그래픽에 문외한인 일반 개발자들도 쉽게 만들 수 있도록 도와주는 고급 가상현실 저작도구이다. Yg는 C++언어와 CAVElib 가상현실 라이브러리와 SGI사의 Performer 그래픽 라이브러리와 그리고 협업 가상현실 환경을 만들기 위해 만들어진 CAVERNsoft G2 네트워크 라이브러리[4]를 사용해 만들어졌다. Yg는 모듈이라고 부르는 재사용 가능한 구성 요소를 사용하여 가상 물체의 행동 양식을 간단히 만들어 낼 수 있도록 고안됐다. 따라서 음향, 아바타, 내비게이션, 이벤트 트리거(trigger) 등 기본적으로 제공되는 모듈을 이용할 수 있을 뿐만 아니라 개발자가 직접 만든 개별적인 모듈을 공유 라이브러리의 형태로 가상환경에 쉽게 추가할 수 있도록 만들어졌다. 또한 Yg는 분산형 신 그래프 관리 기법(distributed scene graph mechanism)을 사용해 사용자가 네트워크 환경에 대해서 깊이 알고 있지 않더라도 협업 가상환경을 쉽게 만들 수 있도록 도와준다. 또 플러그인 모듈을 사용해 프로그래머가 그 기능을 다양하게 확장시킬 수 있도록 만들어졌다.



▶▶ 그림 7. 3차원 입체 영상 이미지

### 3.2.5 고구려 고분벽화 시스템 구성

가상 필드는 두 개의 일반 프레젠테이션용 프로젝터와 편광 필터를 사용하는 패시브 입체영상장비인 Geowall에서 실행되었다. Geowall은 CAVE®와 비슷한 프로젝션 바탕의 몰입형 가상현실 시스템으로 단면인 스크린을 제공하고 편광을 사용한 입체 영상을 지원하여 좀 더 많

은 사람들이 그 혜택을 볼 수 있도록 디자인되었다. 특히 일반 PC와 프로젝터를 사용하기 때문에 손쉽고 싸게 입체영상장비를 만들 수 있다는 점에서 유용하다고 할 수 있겠다. 단일 사용자만을 위해 만들어진 HMD (Head Mounted Display)와는 달리 여러 사용자들이 같이 동시에 입체 영상을 볼 수 있다는 장점도 있다. 그리고 가상환경 내에서 사용자의 인터랙션을 지원하기 위해 게임용 조이스틱을 이용해 움직일 수 있도록 지원하였다.



▶▶ 그림 8. 입체영상 시연 장면

#### 4. 결론

본 연구에서 제시한 가상현실기반의 고구려 고분벽화의 3차원 가상현실 콘텐츠 개발은 가상현실 기술을 이용한 문화재 복원을 통해 현재 우리 곁에서 사라져 버린 유물이나 현존하지만 물리적으로 볼 수 없는 다양한 문화유산까지도 일반대중들이 쉽게 접할 수 있는 멀티미디어 콘텐츠로 제작되어 고려의 역사와 문화를 알리는데 기여할 수 있다. 시각에만 의존해 왔던 기존의 가상현실 체험 콘텐츠에 촉각을 가미하여 문화재를 체험하고 느낄 수 있는 시스템 개발을 통해 문화체험의 몰입감을 증대시키는데 기여할 수 있다.

먼저, 본 연구에서 고구려 고분 벽화를 디지털 복원한 의의는 다음과 같다. 고구려 고분 벽화의 경우, 첫째, 고구려 고분벽화가 가진 가치와 형태를 디지털로 복원하여 고분 벽화가 완성된 당시의 아주 정확한 원형 고구려 고분 벽화를 찾아내기 위함이며 다른 재난이나 화재 발생 시 생길 수 있는 원형으로 복구하기 위한 오리지널 자료로 삼기 위함이다. 종국적으로 국가 차원의 문화재 복원 데이터로 활용할 수 있다. 둘째, 단순히 고분 벽화에 들어가 내부를 둘러보는 가상세계가 아니라 시대를 뛰어넘어 고려인의 생활사에 들어가 문화를 체험하고 조작할 수 있는 가상의 세계를 만들어 가상현실 기반의 교육용

콘텐츠로 제공하고자 한다. 세 번째로, 고구려의 역사를 일반 대중들이 쉽게 이해하고 배울 수 있는 사이버 고구려 고분 벽화 콘텐츠를 통해 보다 대중적이고 흥미로운 문화원형 콘텐츠 제작 접근을 유도하고 고구려 문화 연구를 확산에 기여하고자 한다.

가상현실 기반 하에 작업되어진 3D입체화된 고구려 고분 벽화가 TV, DVD, PDA, 인터넷 등 각종 전자 매체를 통해 폭넓게 확산 될 수 있기를 기대하며 문화재는 인류가 보존해야 할 귀중한 문화유산으로 훼손되기 전에 보호되어야 하고 훼손되기 전에 복원이 이루어져야 한다. 이러한 문화재 디지털 콘텐츠 작업에 필수 작업인 고증작업을 좀 더 과학적이고 신속하게 처리하기 위해서는 가상현실 기반의 다양한 3차원 컴퓨터 그래픽 기술의 연구가 진행되어야 할 것이며 “디지털 뮤지엄”과 “가상현실”을 적용하여 고대 문화에 대한 영상적 대안을 제시할 수 있는 디지털 문화재 복원은 앞으로 문화재 복원을 주도할 새로운 패러다임이 될 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 디지털 콘텐츠 산업 조사 연구 사업 연구보고서, 한국소프트웨어진흥원, 2000년 12월
- [2] 니콜라스 레이브로프, 이상현 옮김, ‘가상현실’, 1995
- [3] J. Leigh, A.E. Johnson, C.A. Vasilakis, T.A. DeFanti, Multi-perspective Collaborative Design in Persistent Networked Virtual Environments, Project Report, University of Illinois at Chicago, 1998.
- [4] D.Pape, Composing Networked Virtual Environments, Ph.D Dissertation, University of Illinois at Chicago 2001

#### 저자소개

##### ● 박 소 연 (Soyon Park)

종신회원



- 1994년 8월 : The Savannah College of Art and Design, Computer Art (BFA)
- 1994년 2월 : University of Illinois at Chicago, Electroic visualization (MFA)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 영상콘텐츠 학부 교수

<관심분야> : 가상현실, 디지털 문화재복원, 3D컴퓨터 그래픽스