

# GIS와 위성영상을 활용한 3차원 문화재 정보 시스템 구현

GIS and satellite image development using 3D cultural properties information system

송상훈, Sanghun Song\*, 조명희, Myunghee Cho\*\*

\*, \*\* 경일대학교 위성정보공학과

**요약** 본 논문에서는 위성영상 기반의 3차원 문화재 정보 시스템을 구현하기 위한 과정으로 고 해상 위성영상 제작을 위한 DEM(Digital Elevation Model) 제작단계와 위성영상 자료를 수집하여 영상이 지니고 있는 왜곡을 보정하는 자료보정 단계, 사용 목적에 맞게 영상을 가공하여 저장하는 영상 생성단계를 통해 위성영상 기반의 3차원 지형정보를 생성하고, 3차원 스캐너를 활용한 대상지역 문화재의 DB 구축과 3차원 복원을 통해 3차원의 문화재 정보를 획득하고 질감 및 재질 사실적인 면을 강조하기 위한 텍스처 맵핑 과정을 통해 3차원 공간적인 조건 및 검색을 가능하게 함으로써 언제 어디서든 누구나 쉽게 문화재에 대한 정보를 검색할 수 있도록 Web3D를 활용한 3차원 문화재 정보 시스템을 구현하였다.

**핵심어:** 3D GIS, 위성영상, 문화재 3차원복원, 텍스처 맵핑, Web3D

## 1. 서론

최근 정보기술의 급속한 발달은 가상현실을 구현하는 플랫폼을 워크스테이션 기반에서 인터넷 기반의 PC로 옮겨놓았으며 이로 인해 3차원 가상현실에 대한 활용이 활발히 모색되고 있다. 이렇게 우리의 생활을 편리하고 운택하게 변화시킨 정보화의 물결 속에서 GIS(Geographic Information System) 즉, 지리정보시스템은 정보관리 및 처리의 인프라로 그 중요성이 날이 커지고 있으며, 기존의 지리정보시스템은 대부분 지형을 2차원으로 표현하고 있으나 도시 계획, 자원 관리, 환경 관리, 재해정보 관리, 마케팅, 토지관리, 군사정보 시스템 등의 응용분야에서는 실제 지형의 정확한 표현을 위해 지형의 3차원 시각화에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 지형공간정보는 복잡하고 고도화된 현대사회의 효율적 국토 공간 활용 및 기반시설물 관리 등을 위하여 중요성이 증대되고 있다. 공간을 구성하는 다양한 정보를 시스템화한 지리정보시스템이 출현한지 20여년이 된 현시점에서 우리나라의 경우에도 수치지도는 NGIS를 통하여 일반화되었으며, 이들의 활용분야는 날이 늘어가고 있다. [1] [2]

이러한 기술적인 발전으로 인해 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속으로 스며들고, 이들이 서로 네트워크로 연결되어 인간의 삶을 도와주는 유비쿼터스 환경이 급속히 진전되고 있다. 이러한 유비쿼터스 환경은 모두 국토 공간을 근간으로 하기 때문에 국토에 대한 공간 및 위치정보를 제공하는 공간정보 기술이 유비쿼터스 사회를 실현하는 핵심

기반 기술로 대두되고 있다. 전통적인 공간정보 기술인 GIS는 ITS, LBS, 텔레매틱스 등의 IT 분야로 발전해 왔으며, 이제는 첨단 정보통신기술과의 융·복합을 통해 새로운 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 u-GIS 공간정보 기술로 진화하고 있다. 향후에는 u-GIS 공간정보 기술을 통하여 언제, 어디서나, 누구에게나 다양한 개인에 맞는 맞춤형 공간정보 서비스를 제공함으로써 u-City, u-국토, u-전자정부 등 발전된 유비쿼터스 환경을 실현할 수 있을 것으로 예상된다. 최근 IDC에서 발간된 기술 및 시장조사 보고서에 따르면 전통적인 공간정보의 개념과 범위는 점차 다양한 분야로 융합을 통해 확장되고 있으며, Microsoft, IBM, Oracle, Google, Yahoo 등 거대한 다국적 기업들을 중심으로 신규 시장 창출 및 주도권 경쟁의 각축장이 되고 있다. [3]

또한, 전통적인 CT(Culture Technology)와 IT 기술을 접목하려는 다양한 접근 및 시도가 이루어지고 있다. 우리들은 그동안 살아오면서 문화라는 단어를 많이 사용해 왔으며 문화를 즐기며 살아가고 있다. 문화적 가치가 있는 사물, 즉 보존할만한 가치가 있는 민족의 문화유산인 문화재는 국가가 처한 고유한 환경과 인문학적 배경에 따라 독특한 모습으로 성립되며 국민성 고취와 후손들에게 역사적 가치와 긍지와 자부심을 제공하는 도구로 한 나라의 문화유산은 그 나라 역사의 물질적·정신적 결정체이며 민족 구성원의 사상적 일체감을 조성하고 개개인의 민족 정체성을 확립하는 기반이 됨에도 불구하고 문화유산을 보존하고 관리하는 일은

문화 분야에서도 시장 실패가 일어나는 가장 대표적인 분야 중에 하나이다.

이러한 문화적, 사회적 배경을 기반으로 하여 문화재 관리 업무의 효율적인 활용과 체계적이고 안정적인 업무 수행을 위한 통합적인 정보 시스템의 필요성과 웹을 통한 손쉬운 공간 자료의 교환, 분석 및 처리할 수 있는 GIS 기법을 이용한 DB 구축 및 시스템 개발의 필요성이 제기되고 있어 본 논문에서는 GIS와 위성영상을 활용한 3차원 문화재 정보의 제공을 목표로 위성영상을 기반으로 하여 DEM(Digital Elevation Model) 제작 과정을 통한 3차원의 지형정보를 생성하고 3차원 스캐너를 활용하여 문화재에 대한 3차원 정보를 획득하게 된다. 이렇게 획득한 3차원의 지형정보와 문화재 정보를 통합하고 질감 및 사실적인 면을 강조하기 위한 텍스처 맵핑 과정을 통한 DB 구축 작업을 수행하고, 구축된 DB를 활용한 GIS와 위성영상 기반의 3차원 문화재 정보시스템을 구현한다.

## 2. 전체 시스템 개요

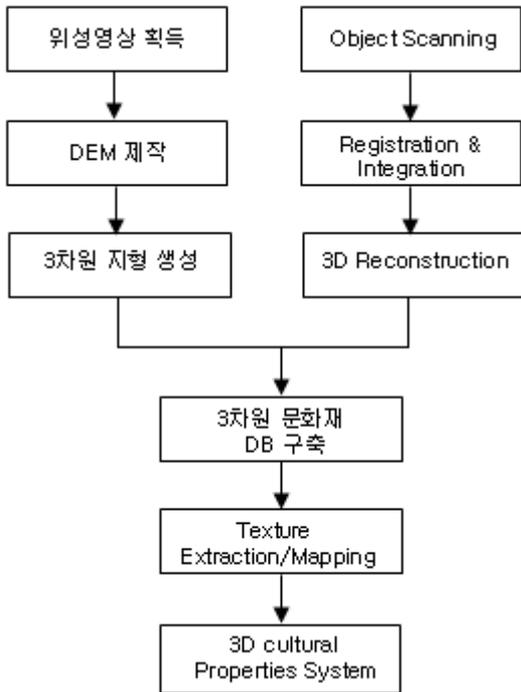


그림 1. 전체 시스템 구성도

그림1은 본 논문에서 제안한 방식의 전체 시스템을 알고리즘 흐름도로 나타낸 것을 세부적으로 구성된다. 첫째로 획득된 위성영상을 기반으로 생성된 DEM 정보를 기반으로 하여 3차

원의 지형정보를 생성하는 단계와 두 번째, 해당지역의 문화재를 3차원으로 복원하는 단계, 끝으로 이렇게 복원된 3차원의 문화재와 위성영상으로부터 획득 및 생성된 지형정보를 정합하고 질감 및 재질 사실적인 면을 강조하기 위한 텍스처 맵핑 과정을 통해 3차원 문화재 정보에 대한 DB를 활용한 웹 기반의 문화재 정보 시스템을 구현하는 과정으로 구성된다.

### 2.1. 위성영상을 활용한 3차원 지형정보의 생성

여러 종류의 디지털 데이터 중 가장 일반적인 것이 DEM이며, 지형의 위치에 대한 고도정보를 담고 있으며, 데이터가 불연속적이고, 복잡한 지형의 표현에 불리하며, 선형지도로의 변환할 때 보간 작업이 필요 하는 등의 단점이 있지만, 쉽게 광범위한 지형의 데이터를 얻을 수 있다는 장점에 때문에 일반화 되었다. USGS(United States Geological Survey)의 DEM 형식이 이 방법의 가장 일반적인 형식으로, 대부분 일반 S/W의 입력 데이터도 이 형식을 사용하고 있다. 이러한 DEM을 생성하기 위하여 수치지형도를 변환하는 방법, 항공사진을 이용하는 방법, 위성자료를 이용하는 방법으로 구축할 수 있다.[4]

본 연구에서는 한 번에 아주 넓은 지역을 자동적으로 처리할 수 있다는 장점을 가지고 있는 위성자료를 이용하는 방법으로 DEM을 구축하였다. 인공위성으로부터 획득한 DEM 데이터는 토지, 지리, 지질, 지형과 관련된 다양한 정보를 가지고 있다. 또, 각 특성에 맞는 공간적인 위치에 따라 자료를 입력, 저장, 분석, 처리가 가능하다. 이러한 지형 정보는 국토 및 지역개발계획, 환경보존 등의 여러 분야에서 활용된다.

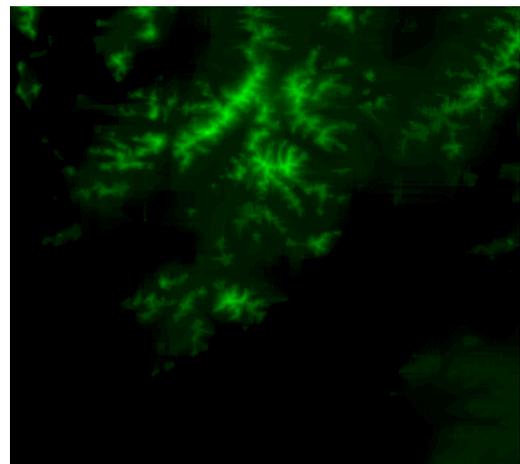


그림 2. 대상지역 DEM 정보

인공위성에 탑재된 센서를 이용하여 조사하고자 하는 대

상물에 대하여 직접 접촉 없이 속성이나 정보를 추출하고, 고해상도 위성영상을 촬영하여 대상지역의 자료를 수집하게 된다. 이렇게 수집된 데이터는 위성영상이 지니고 있는 왜곡을 보정하기 위한 자료보정 단계와 사용 목적에 맞게 영상을 가공하여 저장하는 영상생성 단계와 위성영상 자료를 획득할 시점에서 나타나는 센서의 특징, 태양의 고도 각, 대기 조건 및 지형상태 등에 의하여 발생하는 오차를 보정하고 센서의 자세와 지형 기록에 의해 생기는 대상체의 변위를 제거하여 인공위성의 기하학적 왜곡을 보정하여 지리좌표계와 일치시키는 정사 및 기하보정단계를 통해 영상 자료의 색상 보정과 사용하기 적절한 포맷으로의 변환을 통해 3차원의 지형정보를 획득하였다.



그림 3. 대상지역 위성영상

## 2.2. 3차원 스캐너를 활용한 문화재 정보 획득

오늘날 급격히 늘어난 국토개발로 인해 우리의 수많은 문화재가 훼손멸실되고 있는 실정이다. 개발로 인한 인위적인 파괴는 문화재보호법에 의해 최소한의 방어를 할 수 있다. 그러나 각종 공해로부터 야기되는 문화재에 대한 간접적 훼손은 점진적으로 진행되는 특성이 있는 관계로 별다른 대책을 마련하지 못하고 속수무책으로 지켜볼 수밖에 없었던 것이 지금까지의 현실이다. 이제는, 다각적으로 가해지는 문화재 파괴의 위협에서 이를 보호하는 것은 오늘을 살아가는 우리의 당연한 의무이지만, 천재지변 등 불가항력으로 이루어지는 문화재 손실의 가능성에도 대비해야 될 시점이 되었다. 최근 들어 3차원 스캔과 영상 복원이 가능한 첨단 장비가 속속 개발됨에 따라 문화재 보존에도 이용할 수 있는 단계가 되었다. 최악의 상황이 발생했을 경우에 대비하여 당해 문화재의 원형 복원을 위한 디지털 데이터를 확보하고, 3차원 영상을 이용한 가상 복원도 가능해지고 있다.

이러한 3차원 복원 기술은 제품 설계 및 검사, 역공학, 영상콘텐츠 제작 분야 등 전문가들이 주로 사용하던 기술이

었으나, 최근에 Google에서 도시 지형의 3차원 모델링 기능이 포함된 위성 영상 서비스를 시작하면서 3차원 복원 기술에 대한 일반인의 관심이 높아졌다. 뿐만 아니라, 마이크로소프트사에서도 인터넷에 공유된 사진들을 이용하여 3차원 정보를 추출하고 사용자가 선택하는 임의의 뷰에 대한 이미지를 보여주는 새로운 서비스를 준비하고 있어서 사용자 창조형 콘텐츠의 보급과 함께 3차원 복원 기술의 수요가 확대될 전망이다. 이와 같이 3차원 복원 기술은 다양한 응용분야를 가지고 있으나, 최근에는 비로소 대중적으로 주목받기 시작한 기술이다. 선진국의 기술은 수년 전부터 본격적으로 문화재 보존 분야에 응용되기 시작하여 1999년 스탠포드 대학 등에서 실시한 미켈란젤로 작품에 대한 3차원 데이터 구축 프로젝트가 수행된 바 있으며, 일본의 도쇼다이(唐招提寺) 금당에서는 3차원 스캐너를 활용하여 구조의 변형 상태를 정밀하게 시뮬레이션한 사례 등이 있으며, 한국에서도 경주 남산의 불상에 대한 3차원 데이터 구축 작업 등이 추진된 바 있다. [4] [5]

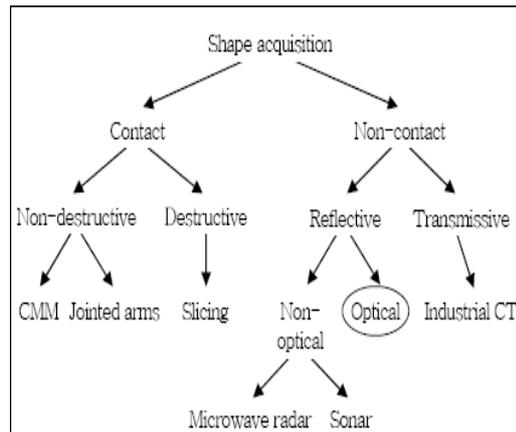


그림 4. 3차원 복원의 기술적 분류

3차원 스캐너를 이용하여 측정된 데이터는 스캐너가 측정 가능한 영역 만큼만을 획득할 수 있다. 보통 측정 대상물은 스캐너의 영역보다 크기 때문에 3차원 측정은 측정 대상물의 전체 형상을 고려하여 각 부분을 빠짐없이 측정하여야 한다. 이렇게 측정된 측정 대상물의 각 부분에 해당하는 측정데이터는 서로 다른 좌표계에 있게 된다. 이러한 측정데이터의 좌표계를 하나의 기준 좌표계로 정렬시키는 과정을 레지스트레이션이라고 한다. 레지스트레이션 단계에서 정렬된 데이터는 어느 정도의 오차가 존재하게 된다. 따라서 기준 좌표계에서 하나의 모델에 대한 전체적인 오차를 최소화하는 과정이 필요하고, 또한 데이터들의 중첩부분을 적절히 처리하여 데이터 수를 줄이고 누락된 부분에 대한 보간을 수행해야 하는데 이러한 과정을 인터그레이션이라고 한다.

위와 같이 3차원 스캐너에 의해 3차원 점군 데이터를 획득하고 레지스트레이션과 인티그레이션 과정을 통해 3차원의 문화재 정보를 획득한다. 그림 5는 3차원 문화재 복원 과정을 보여준다.

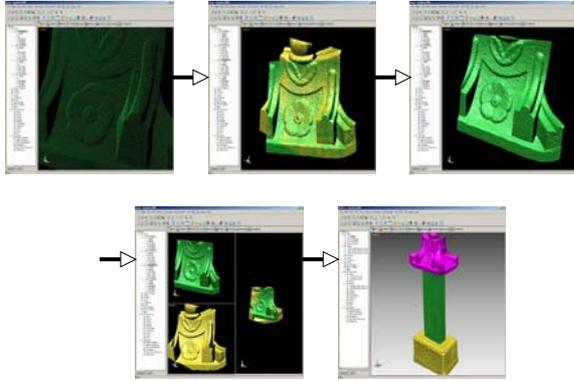


그림 5. 3차원 스캐너를 활용한 문화재 원형복원 과정

### 2.3. 복원된 3차원 문화재 정보의 DB구축

최근 국내외적으로 문화재의 디지털화를 통한 3차원 디지털 문화재 데이터베이스 구축, 문화재 복원 및 재생, 교육 분야에의 활용 및 사이버 공간에서의 문화재 전시 기술, 지금까지 보지 못한 새로운 뷰에서의 문화재 렌더링 등에 대한 연구가 이루어지고 있다. 대표적인 예로서 미국 및 이탈리아가 협력하여 미켈란젤로의 David 상, Florentine Pieta 등의 디지털화를 통한 3차원 디지털 문화재 구축 연구가 이루어졌다. 국내에서도 국내 주요 문화재들의 디지털화에 대한 필요성을 크게 인식하고 있다. 개별 문화재에 대한 정밀 조사를 위하여 추진하고 있는 3차원 스캔에 의한 등고선실측도와 3차원 영상 데이터는 지금까지 활용되었던 2차원적 실측도와는 비교할 수 없을 정도로 정밀하고 풍부한 데이터를 얻을 수 있다. 유사시 디지털 데이터에 의한 즉각적인 복원이 가능할 뿐만 아니라 아날로그 자료의 최대 단점인 보존 기간의 유한성을 해결할 수 있는 획기적인 방법이다. 장기적인 관점에서 현상이 변형될 수 있는 문화재와, 주변 여건으로 인하여 보존 위치의 변화가 불가피한 문화재에 대한 우선적인 스캔 작업이 필요한 상황이다.[3][4]

3차원 스캐너를 통해 획득한 DB 활용을 통하여 이용자에게 양질의 최신 3차원 모델을 제공함으로써 데이터 분석에 대한 질적·양적 향상을 유도할 수 있으며 해당 지역의 중요문화재에 대한 3차원 벡터 정보를 확보하여 문화재의 과학적 분석과 관리, 보존, 복원 등에 이용하고, 향후에는 모형 제작과 문화 상품 개발 등에 활용할 수 있다. 또한 이러한 데이터 라이브러리 구축으로 영상 기반을 구현함으로써 가상공간에서의 현실감을 높일 수 있으며, 3차원 DB를 공동

활용함으로써 관련 부가 가치에 대한 지속적인 개발 촉진이 가능하며, 기존의 일회성 자료와는 달리 DB 축적과 접목 기술의 지원향상으로 중복적인 작업을 방지할 수 있다.

또한, 지형 측량 등 문화유산의 기본적 환경과 자원을 3차원 데이터로 복구 및 복원이 가능하게 됨으로써 영상 기기를 통한 가상 박물관의 실현이 가능하며, DB 구축 시 시간과 비용이 절감되어 보다 효율적인 DB 구축이 가능하다는 장점을 가지고 있어 본 연구에서는 경상북도 경주지역 일대의 문화재 정보에 대한 DB구축 작업을 수행하였다.

표 1. 경주시 문화재 DB 구축 현황

종목	명칭	소재지
국보 제20호	불국사다보탑	경주시 진현동 15
국보 제21호	불국사삼층석탑	경주시 진현동 15
국보 제22호	불국사연화교칠보교	경주시 진현동 15
국보 제23호	불국사청운교백운교	경주시 진현동 15
국보 제24호	석굴암석굴	경주시 진현동 891
국보 제25호	신라대중무열왕릉비	경주시 서약동 844-1
국보 제26호	불국사금동비로자나불좌상	경주시 진현동 15
국보 제27호	불국사금동아미타여래좌상	경주시 진현동 15
국보 제28호	백률사금동약사여래입상	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제29호	성덕분황사석탑대왕신중	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제30호	분황사석탑	경주시 구황동 312
국보 제31호	경주첨성대	경주시 인왕동 839-1
국보 제37호	경주구황리삼층석탑	경주시 구황동 103
국보 제38호	고선사지삼층석탑	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제39호	월성나원리오층석탑	경주시 현곡면 나원리 672
국보 제40호	정혜사지삼층석탑	경주시 인강읍 옥산리1654
국보 제87호	금관총금관	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제112호	감은사지삼층석탑	경주시 양북면 용당리 55-1
국보 제126호	불국사삼층석탑내발견유물	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제188호	천마총금관	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제189호	금모	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제190호	금제과대밧요패	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제191호	금관밧수하식	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제192호	금제과대밧요패 (金製紗帶밧腰佩, 98號北墳)	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제193호	유리제병밧배	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제194호	금제경식	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제195호	토우장식장경호	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제199호	단석산신선사미에불상군	경주시 건천읍 송선리 산89
국보 제236호	월성장항리사지서오층석	경주시 양북면 장항리 1083
국보 제275호	기마인물형토기	경주시 인왕동 76 국립경주박물관
국보 제283호	통감속편	경주시 강동면 양동리 223

표 2. 각 항목별 세부 속성정보

명칭 불국사삼층석탑(佛國寺三層石塔)	
	종목 국가지정문화재 / 국보 제21호
	분류 탑
	수량/면적 1기
	지정일 1962.12.20
	소재지 경주시 진현동 15
	시대 통일신라
	소유자 불국사
	관리자 불국사
명칭 불국사삼층석탑(佛國寺三層石塔)	
	종목 국가지정문화재 / 국보 제21호
	분류 탑
	수량/면적 1기
	지정일 1962.12.20
	소재지 경주시 진현동 15
	시대 통일신라
	소유자 불국사
	관리자 불국사
명칭 불국사연화교칠보교(佛國寺蓮華橋七寶橋)	
	종목 국가지정문화재 / 국보 제22호
	분류
	수량/면적 1기
	지정일 1962.12.20
	소재지 경주시 진현동 15
	시대 통일신라
	소유자 불국사
	관리자 불국사
명칭 불국사청운교백운교(佛國寺靑雲橋白雲橋)	
	종목 국가지정문화재 / 국보 제23호
	분류
	수량/면적 1기
	지정일 1962.12.20
	소재지 경주시 진현동 15
	시대 통일신라
	소유자 불국사
	관리자 불국사

## 2.4. 카메라 캘리브레이션 과정을 통한 텍스처 맵핑

텍스처란, 텍스처 맵이라고도 불리우며 물체표면의 부드러움, 거침, 빛남, 투명함과 같은 질감을 나타내기 위한 무늬를 말한다. 텍스처 맵은 래스터 스크린의 픽셀 개념과 같은 텍셀(Texture)이라 불리우는 색상요소로 이루어지며, 보통 2차원의 (u, v) 좌표로 정의된다. 일반적으로 텍스처 맵핑이라 하면 2차원으로 정의된 텍스처 맵을 다각형 또는 곡면으로 구성된 3 차원 물체의 표면으로 투영시킴으로써 물체의 사실감을 증가시키는 기법을 말한다.

3차원 스캐너에 의해 획득한 3차원 모델 데이터와 2차원 카메라에 의해 획득한 2차원 영상은 서로 다른 좌표계를 가지고 있는데, 2차원 영상에서 텍스처 영상을 추출하고 맵핑을 수행하기 위해서는 두 좌표계를 일치시키는 작업이 필요하다. 3차원 스캐너의 좌표계를 기준으로 2차원 카메라의 좌표계를 일치시키기 위해서는 2차원 영상을 획득한 카메라의 매개변수인 초점거리, 상대적 위치, 회전각도 등을 알아야 한다. 카메라 캘리브레이션은 3차원 공간상의 임의의 점  $M$ 과 2차원 영상 평면상의 대응점  $m$ 을 이용하여 카메라 매개변수를 찾아내는 과정이라 할 수 있다.[7]

즉, 3차원 스캐너에서 획득한 데이터와 2차원의 카메라에서 획득한 데이터는 서로 다른 좌표계를 가지고 있기 때문에, 3차원 스캐너 좌표계에서 최소 6개 이상의 임의의 점들과 그 점들과 일치하는 2차원 카메라 좌표계에서의 점들을 이용하여 카메라 매개변수를 계산하고, 구해진 카메라 매개변수를 이용하여 2차원 영상에서 텍스처 영상을 추출하여 3차원 모델에 맵핑 작업을 수행하였다.

## 3. Web3D를 활용한 3차원 문화재 정보 시스템

과거 인터넷 속도의 한계 등으로 웹상에서의 3D 구현이 힘들었던 것이 사실이지만, 현재는 인터넷 환경의 급속한 발전과 Web3D 솔루션들의 눈부시게 발전하여 이전 뛰어난 퀄리티와 기능을 동시에 보여주면서도 웹상에서 충분히 동작할 만큼 적은 용량을 가진 콘텐츠를 제작할 수 있게 되었고, 고품질의 그래픽 처리 기술과 다양한 인터랙션 기능을 손쉽게 구현할 수 있게 되었다.

이러한 Web3D의 특성을 고려하여 위성영상을 통해 생성된 3차원의 지형정보와 3차원 스캐너를 이용하여 복원된 3차원의 문화재 정보를 통합하여 고품질의 그래픽 처리 기술과 다양한 인터랙션 기능을 손쉽게 구현할 수 있는 Web3D를 활용한 위성영상 기반의 3차원 문화재 정보 시스템으로 구현하였다.

#### 4. 실험 및 결과

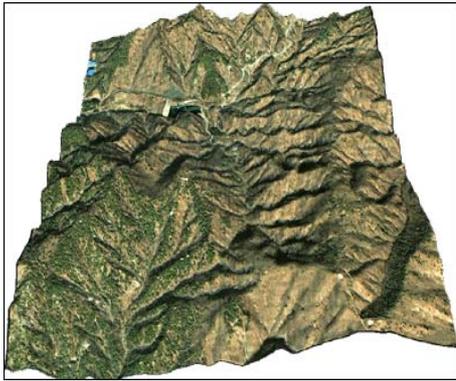


그림 7. 위성영상 기반의 3차원 지형 정보

그림 7은 위성영상으로부터 획득한 DEM 을 바탕으로 생성된 3차원의 지형정보이다.



그림 8. 3차원으로 복원된 문화재 정보

그림 8은 3차원 스캐너를 통해 복원된 문화재 정보에 2차원 카메라로부터 획득한 텍스처를 추출하고 질감 및 사실적인 면을 강조하기 위한 텍스처 맵핑 과정을 통해 획득된 3차원의 문화재 정보이며, 대상 문화재의 복원 전 모습과 복원된 후의 모습을 나타낸 것이다.

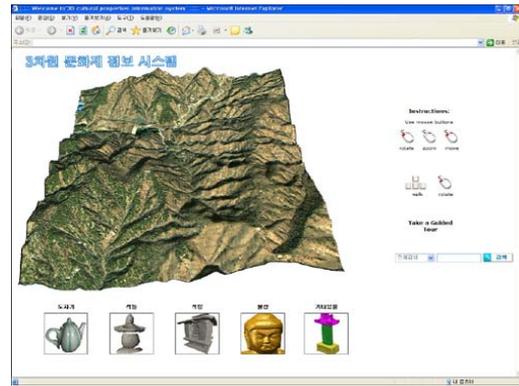


그림 9. 웹기반의 3차원 문화재 정보 시스템

그림 9는 획득된 3차원의 지형정보와 복원된 3차원의 문화재 정보를 통합하고 사용자 중심의 인터페이스를 적용한 웹 기반의 3차원 문화재 정보 시스템이다.

#### 5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 3D GIS와 위성영상을 활용한 3차원 문화재 정보시스템을 구현하였다. 이러한 GIS를 활용하여 3차원 공간적인 조건 및 검색을 가능하게 함으로써 언제 어디서든 누구나 쉽게 문화재에 대한 정보를 검색할 수 있게 하였다. 추후에는 문화재 DB 구축 범위의 확장과 방대한 지역에 대한 빠르고 효율적인 정보의 획득 및 활용에 관한 지속적인 연구가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] David Koller, Peter Lindstrom, William Ribarsky, Larry F. Hodges, Nick Faustg and Gregory Turner, "VIRTUAL GIS : A REAL-TIME 3D GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS."
- [2] 한국전산원, 2003. "지리정보 분야 영상자료의 국내외 표준화 동향 분석 및 전망"
- [3] ETRI, 2007. "u-GIS 공간정보 기술 동향", 전자통신동향분석 제22권 제3호
- [4] 권영무, "디지털문화재기술", [http:// www.kps.or.kr/~pht/9-11/001102.htm](http://www.kps.or.kr/~pht/9-11/001102.htm)
- [5] ETRI, 2007. "3차원 복원 기술 동향", 전자통신동향 분석 제22권 제4호
- [6] 황재홍, 김상호, 류근호. 2001. "위성 영상을 사용한 3D Visualization과 3D 애니메이션 구축", 한국지리정보학회 발표집. pp. 256-262.
- [7] 조강현, 2000, 3차원 비전, 서강출판사