

Web GIS 도형 자료 구축을 위한 문화재 3차원 모델링 기법 3D Modeling Method for Cultural Properties Web GIS Database Construction

정성혁* · 이재기**

Jung, Sung Hyuk · Lee, Jae Kee

요 旨

반만년 송고한 문화유산을 지니고 있는 민족으로서 우수한 문화유산을 영구 보존하고 후손에 잘 전승하여야 하며, 세계에 널리 알려야 할 필요가 있다. 이러한 필요성을 인식하고 컴퓨터 기술의 발달에 따라 최근 국내외에서 문화재 및 역사적 가치를 지닌 구조물에 대한 3차원 데이터베이스 구축, 문화재 복원 및 사이버 공간에서 전시 기술 등에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 문화재의 3차원 도형자료를 3차원 좌표취득이 용이한 사진측량기법으로 취득하고, VRML을 이용하여 문화재의 다양한 색상이나 질감 등 정성적 특성을 표현할 수 있는 3차원 모델링 기법을 제시하고자 한다.

핵심용어 : Web GIS, 사진측량, 문화재, VRML

Abstract

The purpose of this study is not only preserving and restoring our nation's precious cultural inheritances transmitted for half millennia but informing the world of them. This study also aims recognizing the necessity of transmitting them to prosperity, constructing three-dimensional database by using a photogrammetry and VRML method and utilizing basic data of treasure exhibition with the progress of exhibition technique development on cyber space. Therefore, in this study, I suggest three dimensional modeling method that acquire three dimensional database about cultural properties through photogrammetry method which can acquire three-dimensional coordinates with easy and can express various color and stuff-feeling by using VRML.

Keywords : Web GIS, photogrammetry, cultural properties, VRML

1. 서 론

반만년 송고한 역사와 문화를 가지고 있는 민족으로서 우수한 문화유산을 영구 보존하여 후손에 전승해야 할 뿐만 아니라 세계에 널리 알려야 할 필요가 있으며, 이러한 필요성의 인식과 함께 최근 국내·외적으로 문화재 및 역사적 가치를 가지고 있는 구조물에 대한 3차원 데이터베이스 구축 및 사이버 공간에서 이를 전시하기 위한 기술의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

현재, 문화재에 대한 3차원 정보를 취득하기 위한 기법으로 일반측량기법 및 사진측량기법이 주로 이용되고 있으며, 대상물이 문화재라는 점을 고려할 때 구축된 3차원 모형은 대상물의 정확한 형상뿐 만 아니라 대상물

의 표면에 대한 색상 및 질감까지 완벽하게 재현할 필요성이 있다.

따라서, 본 연구에서는 문화재 웹 GIS 데이터베이스 구축을 위하여 3차원 모형을 사진측량기법으로 구축하고, VRML을 사용하여 문화재의 다양한 색상 및 질감까지도 실제적으로 표현할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

2. Web GIS와 VRML

Web GIS란 TCP/IP를 기반으로 한 응용 프로토콜인 HTTP(Hypertext Transfer Protocol)를 통하여 인터넷 상에서 GIS를 구현한 것이다.

Web GIS는 정보를 제공하기 위하여 우선 서버와 원

2004년 5월 7일 접수, 2004년 5월 25일 채택

* 정희원, 충북대학교 토목공학과 공학박사 (email@chungbuk.ac.kr)

** 중신희원, 충북대학교 토목공학과 교수 (leejk@chungbuk.ac.kr)

격지에서 서버에 접속하여 필요한 정보를 받는 클라이언트로 구성되며, 클라이언트는 전용 프로그램이나 인터넷 익스플로러 브라우저와 같은 일반적인 브라우저를 통해 서버에 접속하여 정보를 제공받는다.

VRML(Virtual Reality Modeling Language)이란 인터넷상에서 3차원 모형을 표현할 수 있는 모델링 언어이다. HTML은 2차원만을 표현하지만 VRML은 이와는 달리 3차원 공간을 표현할 수 있으며, 영상을 벡터형식으로 표현하기 때문에 영상의 확대나 축소시킬 때 발생할 수 있는 화면의 손상을 피할 수 있다. 또한 VRML 기술 중 Image Texture 기법을 사용하면 래스터 영상을 사용할 수 있으므로 더욱 현실감 있는 3차원 공간을 구성할 수 있다(Matsuba, 1997).

현재 VRML 규약의 최종판은 VRML 2.0를 기술적으로 명문화하고 일부 기능을 수정한 VRML 97이며, 현재는 다음 VRML의 버전을 X3D라 명명하였고, 차세대 인터넷 언어인 XML(Extensible Markup Language)과의 통합을 위한 새로운 버전인 X3D가 개발 중이다(임기욱 등, 2003).

VRML의 기본 단위에는 길이, 각도, 시간, 색상이 있고, 길이의 기본단위는 미터(m)이며, 각도는 호도법을 사용하며 단위는 라디안이며, 시간은 초(s) 단위를 사용하며, 색상은 RGB색상 값을 사용한다.

VRML 파일은 헤더(header), 장면그래프(scene graph), 원형(prototype), 이벤트 경로(event router)로 구성되어 있으며, 웹 브라우저를 통해서 3D 화면으로 나타난다.

다양한 웹 3D 기술중 VRML이 주목받는 이유는 국제 표준 기구인 ISO와 IEC에서 인터넷상에서 3차원 그래픽을 표현하는 표준으로 공인되어 있기 때문에 각각 다른 업체 및 분야에서 기술 개발이 진행되더라도 쉽게 통합할 수 있어 능률적인 개발이 가능하다는 것이다. 또한, 소스자체가 공개되어 있어 누구나 VRML 만드는 원천 기술을 개발할 수 있다는 장점을 갖는다.

따라서, 이상과 같은 특징으로 VRML을 이용하여 문화재의 복원 및 3차원 모델링에 사용한다면 그 동안 기하학적인 도면정보의 제공에만 치중해 왔던 것에서 벗어나 문화재를 구성하는 또 다른 요소인 실제 외형의 정성적인 면의 정보도 제공할 수 있다(유정흠 등, 2003).

3. 사진측량에 의한 정밀실측

3.1 대상물 선정

본 연구에서는 사진측량기법으로 3차원 정밀 수치모형을 생성하기 위한 대상으로 문화적 가치가 우수한 보물 459호 제천장락리칠층모전석탑을 선정하였다.

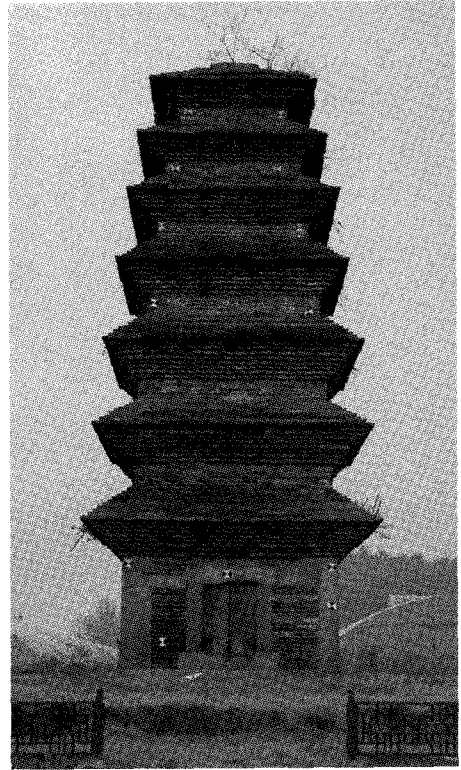


그림 1. 제천장락리칠층모전석탑

석탑은 높이 9.1m에 단층기단을 구비한 모전석탑으로 회색의 점판암을 다듬어 축조되어 있다. 기단은 여러 장의 자연석으로 구축되어 탑신을 놓았으며, 초층탑신의 네 모퉁이에는 높이 1.37m 폭 0.21m의 화강석기둥을 세우고 나머지 부분은 장방형으로 다듬은 석재를 사용했는데, 이와 같은 양식은 다른 전탑이나 모전탑에서 볼 수 없다.

또한, 석탑의 전면에는 회를 발랐던 흔적이 남아 있어 경상북도 상주에 있었던 석심회피탑과 같은 형식이었던 것으로 추정되며, 1967년에 시행된 해체 보수때 5층탑신부에서 길이 50~54cm, 높이 31cm의 화강석 중심부에 일변 13.5cm, 길이 4.5~5.5cm의 사리공이 확인되었다(박경식, 1999).

3.2 사진촬영 및 자료처리

사진촬영에 앞서 대상물의 전면에 기준점으로 이용할 타겟 12개를 고르게 부착하였고, 사진측량결과의 정확도를 검증하기 위하여 삼각수준측량을 실시하였으며, 그 성과는 표 1과 같다.

대상물의 사진은 준측량용 카메라인 Rollie 6006 Metric

표 1. 기준점 좌표 (단위 : m)

No.	X_L	Y_L	Z_L
1	13.7218	17.4425	9.8580
2	14.9332	17.3410	9.8198
3	13.5663	17.3147	8.9178
4	14.8755	17.1921	8.9202
5	13.4111	17.2316	8.0213
6	15.1579	17.0886	8.0256
7	13.3358	17.1066	6.8644
8	13.1223	16.9443	3.2987
9	14.2794	16.8393	3.1687
10	15.5172	16.7464	3.2616
11	13.5421	16.9117	2.3012
12	15.5120	16.7449	2.7672



그림 2. Rollei 6006 Metric Camera



그림 3. 크레인을 이용한 사진촬영

카메라로 촬영하였다.

사진촬영은 그림 3과 같이 카고 크레인을 이용하여 지상에서 카메라까지의 높이를 1.2m에서 하부 8방향으로

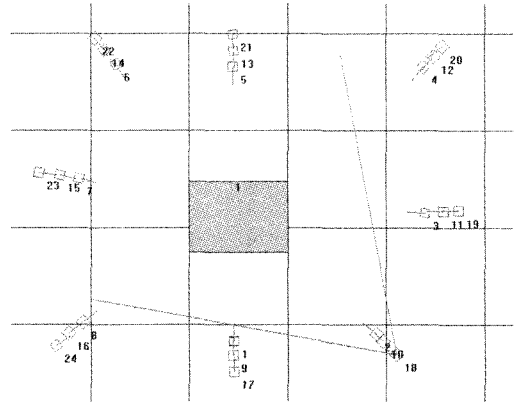
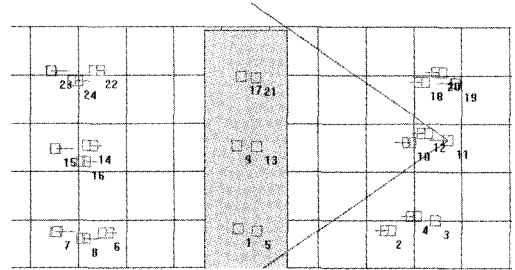


그림 4. 사진촬영 수평·수직위치

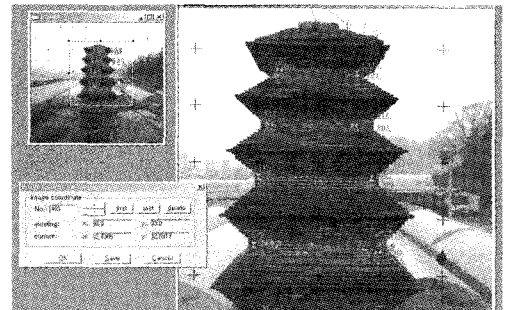


그림 5. 상좌표 측정

촬영하였고, 높이 5.5m에서 중부 8방향, 높이 7.5m에서 상부 8방향으로 총 24방향에서 촬영을 실시하였다. 총 24매 사진촬영의 수평위치와 수직위치는 그림 4와 같다.

그림 5와 같이 취득된 영상으로부터 표정점의 상좌표를 측정하고, 표정과 광속조정을 통해 최종적으로 계산되어진 인공 및 자연 표정점에 대한 3차원 좌표값을 기준으로 동일점에 대하여 대상물 전체가 정밀하게 접합될 수 있도록 처리하였다.

표정과 광속조정의 반복계산을 통해 최종적으로 얻어진 표정점 3차원 좌표값의 정확도를 검토하기 위하여 삼

각수준측량을 통해 측정된 12개의 표정점 좌표값과 비교한 결과 표준편차는 ±8.426mm이었다.

대상물 도화는 대상물의 특정 점들을 선별하여 각 점들을 최소 3장의 영상에서 동일점으로 인식 시켜주고 선분화 시킴으로서 대상물의 형상을 실측 도화 하였다. 도면자료는 DXF형식으로 변환함으로써 CAD 및 3D 응용프로그램에서 3차원 수치모형을 생성할 수 있도록 하였다.

3.3 VRML에 의한 수치모형 생성

구축된 3차원 수치모형을 이용하여 VRML에 적용할 수 있도록 하기 위하여 3D surface를 구성하고 이를 이용하여 좌표값을 추출하였다. 취득된 좌표를 사용하여 인터넷상에서 사용자에게 실시간으로 자료를 가시화하

는 Web GIS을 구현할 수 있도록 하기 위하여 VRML를 이용하여 수치모형의 표현을 실제의 색상과 질감을 가질 수 있도록 처리하였다.

표면처리를 위한 디지털 영상을 취득하기 위하여 600만 화소의 NIKON D-100 디지털 카메라를 사용하여 총

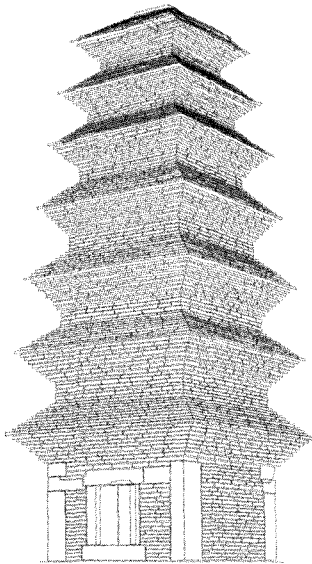
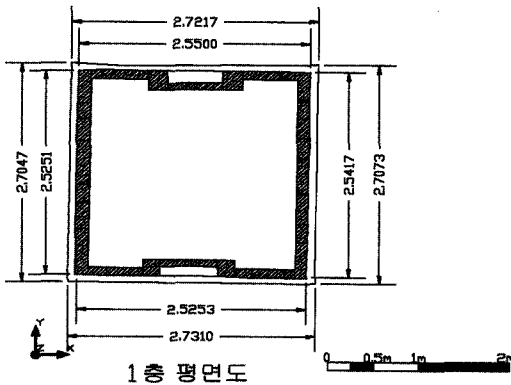
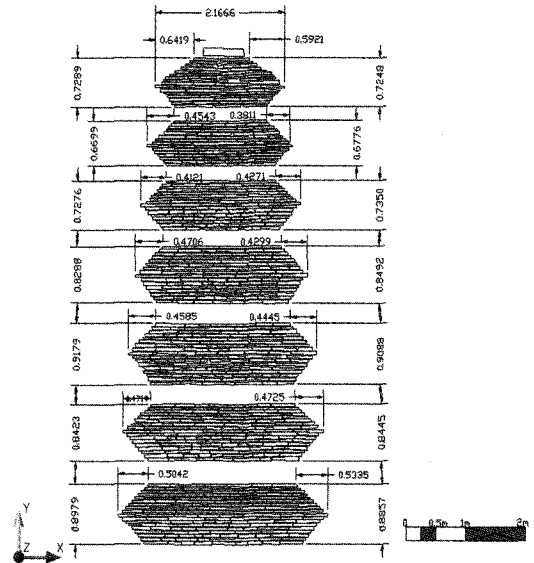


그림 6. 조감도



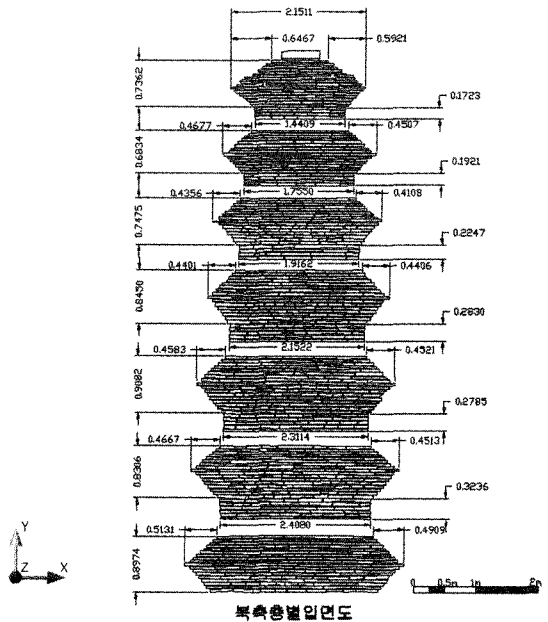
1층 평면도

그림 7. 1층 평면도



옥개입면도

그림 8. 옥개 입면도



북쪽층별입면도

그림 9. 북쪽 층별 입면도

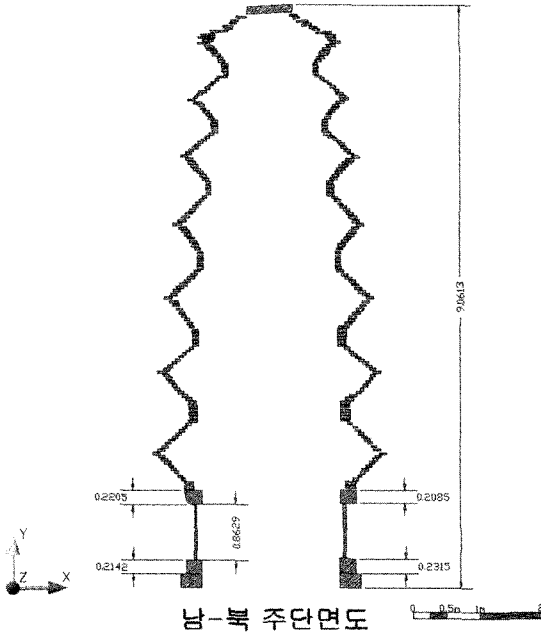


그림 10. 남북 주단면도

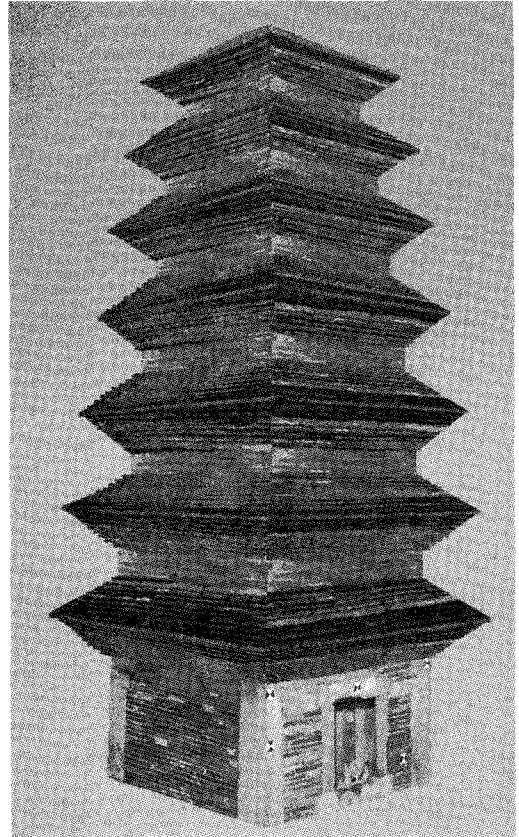


그림 11. VRML에 의한 수치모형

30장의 사진을 촬영하였고, 취득된 디지털 영상은 각 부재의 면에 따라 정사영상으로 제작하였다.

DXF 파일로 변환된 3차원 수치영상은 CAD를 사용하여 모전탑을 구성하고 있는 벽돌과 이음새부분으로 구분하여 각각의 레이어로 분리하였으며, 각각의 레이어는 surface 모델링을 실시하였고, Rhino 3D 3.0을 이용하여 VRML에 이용할 수 있도록 좌표값을 추출하였다.

그림 11과 같이 추출된 좌표값은 VRML의 indexed faceset node를 사용하여 각 영상의 위치를 결정하고 영상의 천연색상을 살리기 위하여 coordindex node를 사용하였다. 영상의 크기와 모델의 크기를 일치시키기 위하여 texturetransform node를 이용하여 축척인자를 결정해 주고 실제의 영상을 중첩시키기 위하여 imagetexture node를 사용하여 실제의 영상의 경로를 지정하였다. 이와 같은 자료처리과정을 통하여 그림 12와 같은 결과를 얻을 수 있다.

모전탑과 같은 특수한 탑을 측량할 때 삼각수준측량 방식의 일반 측량기법을 이용하여 작업을 실시하였을 경우 한 관측점에 대하여 숙련된 기술자가 30초의 시간을 소비한다고 가정하면 본 연구에서 이용한 실험대상의 경우 약 4000개의 벽돌을 측정하는데 132시간이라는 시간이 소비되게 된다.

반면에 사진측량 기법을 이용하여 측량을 실시하였을

경우에는 촬영시간 2시간과 측정된 좌표를 이용하여 세부도화 및 3차원 모델링을 실시할 경우 3일의 시간이 소요된다. 이와 같이 사진측량을 이용함으로써 적은 시간에 충분한 정도의 3차원 모델을 형성할 수 있다. 또한 VRML을 사용함으로써 탑에 대한 가상의 표현이 아닌 실제적인 색상과 질감에 대한 표현이 가능하게 되었다.

3차원 모델을 형성하였을 경우 탑에 대한 형태만을 표현한 것으로 실제의 탑과는 달리 표면에 대해서는 인공적으로 표현되게 되므로, 실제의 탑과는 이질적인 표면을 가지게 되고 문화재를 인식하거나 평가하는데 어려움을 가지게 된다. 그러나 VRML을 이용하여 실시하였을 경우에는 그림 11과 같이 실제 탑의 표면을 촬영하여 그것으로 표면을 처리하였기 때문에 가상의 3차원 모델에서도 실제의 탑과 동일한 표면을 구현할 수 있으며, 웹을 이용한 원격지에서 디스플레이가 가능하기 때문에 Web GIS 데이터베이스 구축자료로 활용이 가능하다.

```

#VRML V2.0 utf8
Background {
  skyColor [ 255 255 255 ]
}
Shape { # triangle mesh
  appearance Appearance {
    texture ImageTexture {
      url "***.jpg"
    }
  }
  textureTransform TextureTransform {
    scale 1 8
  }
} # appearance
geometry IndexedFaceSet { # triangle mesh
  ccw TRUE
  convex TRUE
  solid FALSE
  coordIndex [
    0, 1, 2, -1, # triangle 0
    0, 2, 3, -1
  ] # 2 triangles
  coord Coordinate { point [
    X1 Y1 Z1, # coord point 0
    X2 Y2 Z2,
    X3 Y3 Z3,
    X4 Y4 Z4
  ] } # 3 coord points
} # geometry
} # triangle mesh

```

그림 12. VRML 구조

4. 결 론

본 연구에서는 지상사진측량과 VRML기법을 이용하여 문화재의 3차원 모델링을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 지상사진측량을 통하여 얻어진 좌표값의 표준편차는 삼각수준측량을 통해 측정된 좌표값을 최확값으로 할 때 $\sigma_{xyz} = \pm 8.426\text{mm}$ 이었다.
2. 관측 대상물에 대한 3차원 모델링에서 VRML 기법을 이용함으로써 실제의 대상물의 표면과 동일한 모델의 표면을 나타낼 수 있게 되었다.
3. 문화재의 실제적인 3차원 모델링 구축이 가능하며, 원격지 클라이언트에서 인터넷을 통하여 3차원 디스플레이가 가능한 VRML 파일 구조로서 Web GIS 데이터베이스로 활용이 가능하다.

참고문헌

1. 박경식, 1999, “우리나라의 석탑”, 역민사, pp. 342-343.
2. 유정흠, 정성혁, 박경식, 이재기, 2003, “근거리사진측량과 VRML을 이용한 3차원 모델링 기법”, 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 191-194.
3. 임기욱, 황대훈, 이철환, 김현빈, 이세훈, 백영태, 2003, “가상현실과 VRML”, 정일, pp. 18-19.
4. Matsuba, S. N., “Using VRML” 정보문화사, 1997.