

근거리사진측량과 VRML을 이용한 3차원 모델링 기법

3-D modeling method using Close-Range Photogrammetry and VRML

유정흠¹⁾, You, Jung Hum · 정성혁²⁾, Jung, Sung Hyuk · 박경식³⁾, Park, Kyeong Sik · 이재기⁴⁾, Lee, Jae Kee

¹⁾ 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 석사과정 · 043-273-0485 (E-mail : ru-2000@hanmail.net)

²⁾ 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 박사수료 · 043-273-0485 (E-mail : email@trut.chungbuk.ac.kr)

³⁾ 정회원 · 인하공업전문대학 지형정보과 · 전임강사 · 032-870-2245 (E-mail : pks@inhac.ac.kr)

⁴⁾ 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 교수 · 043-261-2403 (E-mail ; leek@chungbuk.ac.kr)

1. 서론

우리는 급속한 산업 사회로의 발전과 복잡한 정보화 사회를 살아가면서 선인들의 정신이 깃들어 있는 문화 유산에 대해 소홀한 면이 있었다. 그러나 선진국의 경우 고유의 문화유산이 희박한 경우에도 발굴 또는 복원을 위한 노력을 하고 있다. 우리도 반만년의 숭고한 문화를 지니고 있는 민족으로 이러한 우수한 문화유산을 영구 보존하고 후손에 잘 전승해야 하며 세계에 널리 알려야 하기 때문에 최근 국내 · 외적으로 문화재 및 역사적 가치를 지닌 구조물에 대한 3차원 데이터베이스 구축, 문화재 복원 및 사이버 공간에서의 문화재 전시 기술등의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 일반적으로 사용되는 사진측량기법은 대상물을 측정할 때 높은 정확도로 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 대상물의 표면에 대한 표현이 인공적으로 되기 때문에 실제의 대상물과 일치하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 이는 대상물의 가치를 판단하는데 있어 조형물을 바라보는 형태만으로 평가하는 것이 아니므로 대상물을 완벽하게 재현해야 할 필요성을 가지게 한다.

이러한 단점을 보완하기 위해서 본 연구에서는 대상물의 실제 영상을 표현하는 방법중 3차원 표현이 자유로우며 사용자가 쉽게 다룰 수 있는 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 을 사용하여 보다 정밀하고 실제적으로 표현할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

2. 근거리사진측량을 이용한 정밀측정

2.1 대상물 선정

본 연구에서는 문화재의 정밀측정을 위하여 지상사진측량을 실시하였고 대상물로는 문화적 가치가 있는 보물 459호 제천장락리칠층모전석탑을 대상물로 선정하였다. 높이 9.1m에 단층기단을 구비한 모전석탑으로 회색의 점판암을 다듬어 축조했다. 기단은 여러장의 자연석으로 구축하고 탑신을 놓았으며, 초층탑신의 네 모퉁이에는 높이 1.37m 폭 0.21m의 화강석기둥을 세우고 나머지 부분은 장방형으로 다듬은 석재를 사용했는데, 이같은 양식은 다른 전탑이나 모전탑에서 볼 수 없다. 이 석탑은 전면에는 회를 발랐던 흔적이 남아 있어 경상북도 상주에 있었던 석심회피탑과 같은 형식이었던 것으로 추정된다.

2.2 사진촬영과 자료처리

대상물의 전면에 타겟 12개를 고르게 부착하였고, 각 기준점

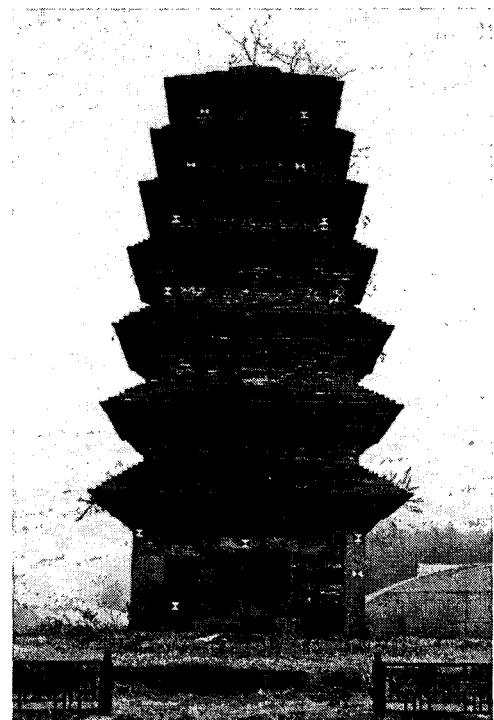


그림 1. 장락리칠층모전석탑

삼각수준측량을 실시하여 그 값을 최확값으로 하였다 삼각수준측량의 결과는 표1과 같다. 사진촬영은 RollieMetric 6006 사진기를 사용하여 실시하였고, 대상물에 대한 촬영위치는 지상면에서 사진기까지의 높이 1.2m로 하부 8방향을 촬영하고 높이 5.5m에서 중부 8방향, 높이 7.5m에서 상부 8방향으로 총 24방향에서 촬영을 실시하였고, 외부표정요소를 결정하기 위한 촬영위치는 그림 2와 같다. 취득된 영상은 3차원 모델링 시스템에서 표정점을 인식시켜준 후 초기값으로 촬영에 사용된 사진기의 내부표정요소와 외부표정요소를 입력하고 표정점에 대한 상좌표를 취득하였다. 표정단계에서 사진좌표의 절대기준 좌표값으로 데오돌라이트로 관측한 표정점 중 각 부분마다 3개의 좌표값과 축척 결정을 위하여 상부 1번과 2번, 중부 5번과 6번, 하부 8번과 11번 사이의 거리를 입력하였다. 촬영된 영상을 이용하여 상좌표 측정, 다중영상 표정, 광속조정 등을 수행하였고, 최종적으로 결정된 인공 및 자연 표정점에 대한 3차원 좌표값을 기준으로 동일점에 대하여 대상물 전체가 정밀하게 접합될 수 있도록 하였다. 대상물 도화는 대상물의 특정 점들을 선별하여 각 점들을 최소 3장의 영상에서 동일점으로 인식 시켜주고 선분화 시킴으로서 대상물의 형상을 실측 도화 하였다.

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

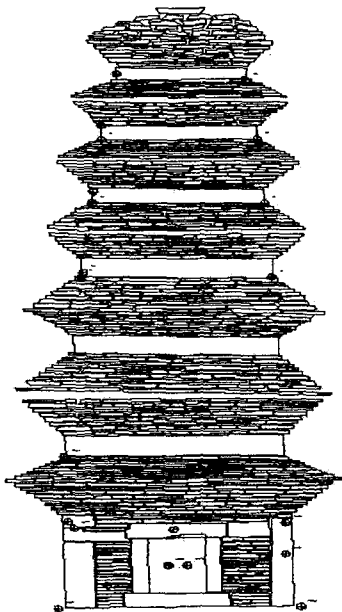


그림 2. 사진측량에 의한 정밀도화

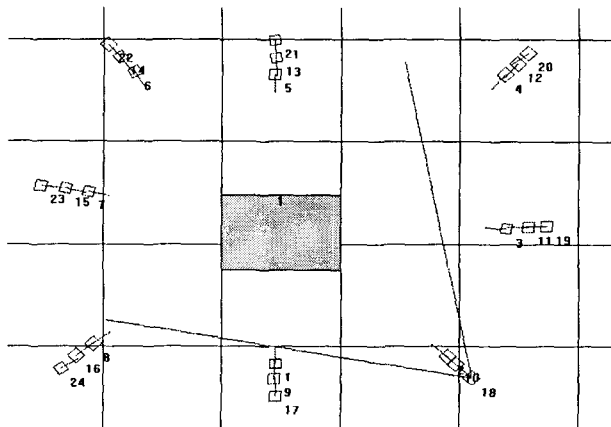


그림 2. 사진촬영 위치

표 2. 기대정확도 및 X,Y,Z의 RMSE(단위:mm)

Coordinate	X	Y	Z
RMSE	0.090	0.614	0.570
E.A	10.33	15.98	7.36

3. VRML

1994년 유럽 웹 컨퍼런스에서 팀 버너스가 3차원 웹표준의 필요성에 대해 주장한 것이 사실상 VRML의 시초라 할 수 있다. 그는 HTML과 유사한 개념의 VRML(Virtual Reality Modeling Language)이라는 단어를 만들었고, 마크 페스치라는 이러한 아이디어를 바탕으로 브리안 베홀렌도프의 Wired 잡지에 VRML 메일링 리스트 개념을 사용하기 시작했다.

VRML이란 "Virtual Reality Modeling Language"의 약어로 Network상에서 3차원 환경 정보를 주고받기 위한 언어 규약으로 탄생하면서 "가상현실을 표현하는 언어"라는 의미로 해석될 수 있다. 수년 전부터 연구되어 왔던 Virtual Reality에서 시작된 용어이며 인터넷을 통하여 3차원 모형을 구현할 수 있는 그래픽 언어이다. 2차원적인 공간에서 벗어나 3차원적인 공간을 향해하는 가상현실에 대한 연구가 계속 되었고 인터넷상에서 그 결실로 나타나게 된 것이 VRML인 것이다. 다시 말하면 VRML의 등장으로 인터넷에 공간의 개념이 도입되게 된 것이다.

VRML은 사용자의 행동에 반응하는 3D의 물체와 인터넷상에서 구현되는 가상공간을 표현하기 위한 파일 형식을 말한다. 처음으로 소개된 VRML 1.0파일 포맷은 Silicon Graphics사에 의해서 만들어진 언어로서 Silicon Graphics에서 만든 그래픽 언어인 Open Inventor 아스키(ASCII) 파일 형식에 기초를 두어 그 첫 번째 규약인 VRML 1.0이 제정되었으며 현재 계속되는 버전 업을 통하여 VRML 97까지 발표되어 있다. 초기의 VRML 1.0은 주어진 3차원 공간의 형상정보와 표면속성 정보 등만을 기술할 수 있었기 때문에 정적인 가상공간을 탐색하거나 공간상의 특정 물체를 클릭(click)하는 순간에 다른 사이트로 연결되는 하이퍼링크의 단순한 기능만을 제공하였다. 1996년에 이를 개선하여 VRML 2.0이 발표되었는데, 각 물체의 속성 값을 미리 지정한 Key-frame을 이용하여 시간에 따라 변경시키는 기능과 각종 사용자의 입력이나 환경 내에서의 객체 간의 상호작용을 event로 정의하고 이를 처리하는 기능이 추가되어 사용자와의 상호작용이 가능한 Dynamic Environment를 기술하는 것이 가능해졌다.

최근에는 VRML 97 규약이 발표되어 국제 표준 기구인 ISO의 인증을 받았다. 최신 규약에는 기존 기능에 덧붙여 Java나 Javascript와 연계된 각종 EAI(External Authoring Interface) 기능을 이용하여 다른 외부 응용 프로그램과의 연계 기능, 새로운 노드의 추가 기능, Network로 연결된 다른 Server에 저장되어 있는 VRML 파일과 연계하는 기능, MPEG-4의 BIFS(Binary Format for Scenes) 노드와의 호환 기능이 추가되어 다중 참여자에 의한 대규모 가상공간을 표현할 수 있게 되었다.

다양한 Web3D 기술중 VRML이 주목받는 이유를 몇 가지로 다시 한번 정리해볼 수 있다.

첫째, VRML은 국제 표준 기구인 ISO (the International Organization for Standardization)와 IEC (the International Electrotechnical Commission) 에서 인터넷상에서 3차원 그래픽을 표현하는 표준으로 공인되어 있다. 표준화된다는 것에는 장단점이 있지만, 장점은 각기 다른 업체에서 기술 개발이 진행되더라도 쉽게 통합이 가능하여 능률적인 개발이 가능하다는 것이다.

둘째, web3D 기술을 살펴보면 크게 2종류의 특징으로 구분할 수 있다. 하나는 이미지를 기반으로 3차원 이미지를 만드는 경우이고 다른 하나는 물체를 실제로 3차원 프로그램으로 모델링하여 보여주는 경우이다. 사실 시각적으로는 이미지를 기반으로 한 것들이 결과물에서 우수해 보이고 제작하기도 쉽지만, 상상의 공간이나 물체를 제작하는 데는 어려움이 있고, 특히 물체를 위주로 개발되기 때문에 "전후 좌우 위아래를 포함하는 입체적인 공간(world)"을 표현 해주는 방법은 흔하지 않다.

셋째, VRML은 소스자체가 공개되어 있어 누구나 VRML만드는 원천 기술을 개발할 수 있습니다. 단일 업체에서 개발한 기술은 웹의 발달에 따른 기술 향상에 어려움이 있을 수 있습니다. 그러나 VRML은 여러개의 우수한 업체에서 기술향상에 노력하고 있고, Web3D CONSORTIUM을 통해서 통합되고 정리되고 있다.

VRML을 이용하여 문화재의 복원 및 3차원 모델링에 사용한다면 그동안 기하학적인 면만에 치중되어있던 것들이 문화재를 구성하는 또다른 요소인 외형적인 면으로도 눈을 돌리게 될 것이다.

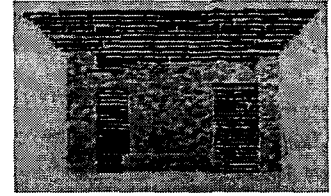
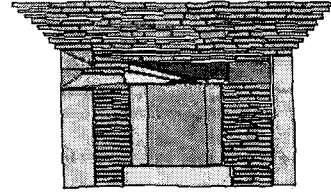


그림 4. 탑과 VRML처리결과와의 비교

4. 결론

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

1. 지상사진측량을 통하여 얻어진 좌표값의 표준편차는 $\sigma_x = 0.00009m$, $\sigma_y = 0.000614m$, $\sigma_z = 0.00057m$ 로 나타났으며, 이 결과는 문화재 정밀 측량의 기대정확도를 충분히 만족한다는 것을 알 수 있다.

2. 관측 대상물에 대한 3차원 모델링을 실시하면서 기존의 방법은 정확한 모델은 제공될 수 있었으나 그 모델의 표면을 표현하는데 있어서는 가상으로 표현되었다. 하지만 VRML기법을 이용함으로써 실제의 대상물의 표면과 동일한 모델의 표면을 나타낼 수 있게 되었다.

이와 같이 문화재의 3차원 모델을 표현하는데 있어 VRML기법을 이용함으로써 기존에는 알 수 없었던 대상물의 실제적인 표면에 대한 표현이 가능해졌으며 문화재를 평가하는 기준이 단순한 형태에서 형태를 이루고 있는 표면에까지 넓어지게 되었다. 이 방법을 지속해서 적용함으로써 수년간의 정보를 축적한다면 시간이 경과함에 따라 발생하는 풍화작용의 영향으로 발생하는 대상물의 변화를 알 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 문화재청, "근대문화유산 건축물 사진실측 조사 보고서", 문화재청, 2001.
2. Moffitt, F. H., and Mikhail, E. M., "Photogrammetry", Harper & Row, Inc. 1980.
3. Griggs, G. E., "Camera Calibration on Analutical Method", University of Washington, PH. D. Dissertation, 1968.
4. Matsuba, S. N., "Using VRML" 정보문화사, 1997