

시설물의 3차원 영상복원을 위한 VRML 적용기법 VRML Apply Technique for a 3D Image Restitution of the Facility

박경식¹⁾ · 황창섭²⁾ · 임인섭³⁾ · 이재기⁴⁾

Park, Kyeong Sik · Hwang, Chang Sup · Lim In Seop · Lee Jae Kee

- 1) 인하공업전문대학 지형정보과 전임강사(E-mail:pks@inhac.ac.kr)
- 2) 충북대학교 대학원 토목공학과 박사수료(E-mail:picassoh@hanmail.net)
- 3) 충북대학교 대학원 토목공학과 박사(E-mail:iso3295@chungbuk.ac.kr)
- 4) 충북대학교 토목공학과 교수(E-mail:leejk@chungbuk.ac.kr)

요 지(Abstract)

VRML is a implementation language which can express the characteristic of the object as it is. There is not many research to concern how it must combine close range Photogrammetry and VRML up to now. The purpose of this research are to study how we apply VRML to the data to be acquired by close range photogrammetry and to evaluate the practicality of VRML for 3D image restitution of facilities. We used VRML and implemented the facilities with a 3D image. A research product VRML knew we are the application very at a sincerity expression of the facilities.

1. 서 론

지금까지 근거리사진측량에 의한 시설물의 영상복원에 관해 여러 연구가 수행되어 왔으나, 대부분 정확도 향상이나 3차원 처리방법 등과 같이 정확한 수치적 표현에 중점을 두고 있을 뿐, 대상물 자체의 고유한 특성이라 할 수 있는 색상이나 질감과 같은 표현에는 상대적으로 연구가 부족하였다. 특히, 문화적 가치를 지니는 대상물의 경우 형상이나 부재의 치수와 같은 정량적 정보뿐만 아니라 색상이나 질감과 같은 정성적 정보까지도 그 가치에 포함되기 때문에 완벽하게 재현하는 것이 더욱 필요하다.

그래픽처리 기술은 대상물의 질감뿐만 아니라 훼손상태, 정성적 표현까지도 표현이 가능하게 해 주지만 고가의 전문 프로그램을 사용하거나 복잡한 오퍼레이팅 또는 난해한 프로그래밍 언어를 구사해야 되는 등 몇 가지 단점을 가지고 있다. 또한, 아직까지 웹을 통하여 대상물의 각종 정보를 제공하기에는 여러 가지 제약이 따르고 있다.

VRML은 이러한 단점을 보완함으로써 정확한 좌표를 바탕으로 대상물의 특성을 그대로 표현할 수 있는 3차원 웹구현 언어로서 국내에서도 연구가 수행되고 있다. ETRI(1997)에서는 인터넷 환경하에서 VRML을 이용한 3차원 공간검색 시스템 개발에 대하여 연구하였고, 안기원 등(2000)은 VRML을 이용하여 2차원적인 도면만을 위주로 하던 시설물의 복잡한 상황을 표현하는데 있어서 미흡한 부분을 3차원으로 나타내고자 연구하였다. 홍장현(2001)은 웹 기반 GIS의 효과적인 구현을 위한 VRML 방법론을 제시하였다. 또한 강인준 등(2002)은 VRML을 이용하여 수치지도와 항공사진으로 3차원 영상을 만들고 3차원 지형데이터의 인터넷제공 방법에 대하여 연구하였다.

그러나 국내의 연구는 대부분 GIS와 접목하여 지형을 모델링 하거나 WEB상에서 3차원 구현을 목적으로 VRML을 구현하는데 중점을 두고 있어 시설물의 영상복원을 위하여 사진측량의 정량적 측면과 VRML의 정성적 측면을 어떻게 접목해야 하는지에 관한 연구는 많지 않다.

따라서, 본 연구에서는 사진측량을 통하여 취득된 자료에 어떻게 VRML을 적용시킴으로써 정확한 치수로의 표현뿐만 아니라 세월의 흐름이나 흔적까지도 정성적으로 표현할 수 있는지 연구 하고자 한다.

이를 위하여 근거리사진측량에 의해 대상물을 실측하고 3D 좌표화 함으로서 골격을 형성하고 여기에 사진을 덧붙임으로서 실제와 동일한 모형이 되도록 현실감을 부여하고자 한다.

2. VRML

VRML(Virtual Reality Modeling Language)이란 가상현실 모형 언어로서 대상물의 3차원 모형을 정확하고 현실감 있게 구현할 수 있는 그래픽 언어이다. 또한, VRML은 HTML(Hyper Text Markup Language)과 같이 하이퍼링크 기능을 가지고 있으며, 정해진 순서대로 그래픽을 구현하는 단순한 기능은 물론 웹 브라우저 상에서 실시간으로 사용자의 행동에 반응하는 상호작용 언어이기도 하다.

2.1 VRML의 구조

VRML 은 Header, Scene graph, Prototype, Event routing 의 네가지 주요소로 구성되어있다.(고영덕, 1998 ; 임기욱 등, 2003)

Header 부분은 이 파일이 VRML 파일임을 명시하고 버전과 인코딩 형식 및 부가설명으로 이루어져 있으며 그 형식은 다음과 같다.

```
#VRML V2.0 <encoding type> [optional comment] <line terminator>
```

Scene graph는 형상과 그 특성을 서술하는 노드를 포함하며, 이벤트의 생성 및 경로에 참여하는 노드를 포함한다. Prototypes은 VRML의 노드들이 사용자에게 의하여 확장 될 수 있도록 정의하고 있으며, 그 정의는 VRML파일 내에 포함될 수도 있고 외부적으로 정의될 수도 있다.

Event routing은 환경 변화나 사용자와의 상호작용에 응답할 수 있는 이벤트를 생성한다. 이벤트 경로 설정은 계층적인 장면 그래프와는 분리되어 다른 노드로 변화를 적용할 수 있는 방법을 제공한다. 생성된 이벤트는 그들의 연결된 목적지를 따라 보내지며 해당 노드의 상태를 바꿀 수 있고, 다른 이벤트를 생성할 수 있으며, Scene 그래프의 구조를 바꿀 수도 있다.

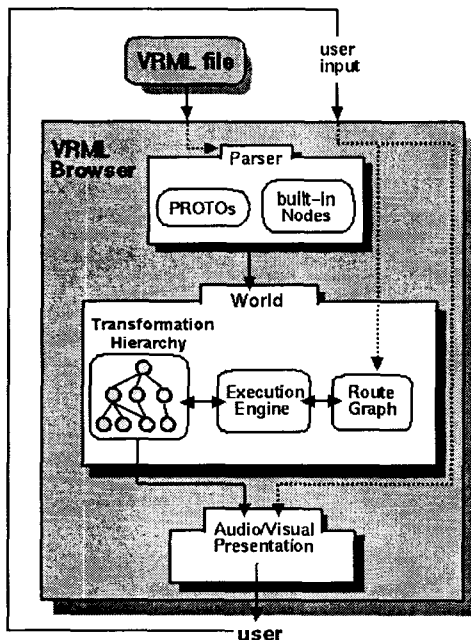


그림 1. VRML 브라우저 개념도

2.2 VRML 브라우저

브라우저는 사용자의 입력과 환경의 동작을 받아들여 표현하는 응용 프로그램으로 주요 요소는 다음과 같다. 분석기는 VRML 파일을 읽어들이어 장면 그래프를 만든다.

장면 그래프는 변환 이동 계층과 경로 그래프로 구성된다. 장면 그래프는 이벤트를 처리하고 경로 그래프를 읽고 수정하며, 변환 이동 계층에 변화를 일으키는 실행 엔진을 포함한다. 사용자 입력은 감지기와 경로에 영향을 주며, 경로 그래프 요소와 시청각 표현 요소에 연결되어 있다.

그림 1은 VRML 브라우저의 개념도이다.

3. VRML 적용 실험 및 분석

본 연구에서는 웹상에서 시설물을 사실적으로 구현하기 위해 VRML을 어떻게 생성하고 적용해야 하는지 다음과 같이 실험해 보았다.

3.1 VRML 생성 방법

VRML은 크게 세가지 방법으로 생성할 수 있다. 첫 번째는 간단한 에디터를 이용하여 직접 소스 프로그램을 작성하는 방법으로 복잡하지 않은 대상물을 생성하는 경우에 활용한다. 두 번째는 전문 그래픽 프로그램으로부터 자료형식을 변환하여 생성하는 경우로서 정확한 수치를 이용하여 복잡한 형상을 구현 할 때 이용된다. 세 번째는 전용 에디터를 이용하는 경우로서 상용소프트웨어를 구입하여 사용하며, 비교적 쉽게 VRML을 생성할 수 있다.

상용소프트웨어는 여러 가지 경우에 대하여 자동코딩이 될 수 있도록 작성된 프로그램으로 본 연구의 목적에는 맞지 않으며, 대부분의 시설물이 복잡한 형상임을 고려하여 본 연구에서는 VRML을 생성하기 위해 두 번째 경우를 이용하여 VRML을 생성하였다.

그림 2는 본 연구의 VRML을 생성 흐름도이다.

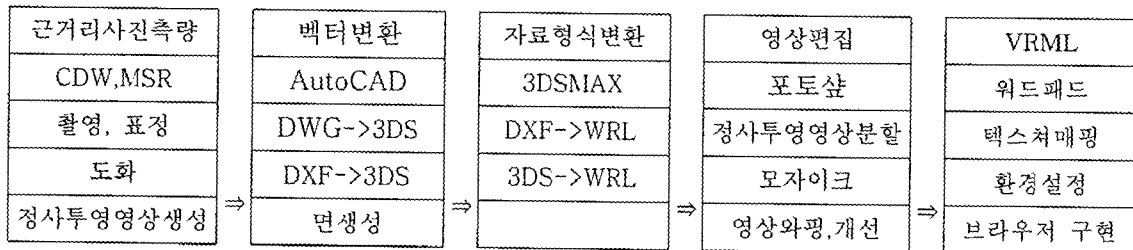


그림 2. VRML 생성과정

3.2 직사각형 대상물

탑의 임의 단면을 실측하고 그림 3과 같은 모형을 에디터에서 직접 VRML로 프로그램 한 후 두 가지 방법으로 텍스처를 적용시켜 보았다.

첫 번째는 매핑하고자 하는 면 전체를 하나의 블록으로 잡아 정사투영영상을 매핑하는 경우로서 그림 4에서처럼 전반적으로 양호한 결과를 보이고 있다. 그러나 수직면에서 화소의 왜곡이 발생되어 제대로 정보를 표현하지 못하고 있으며, 부분적으로 불 일치되는 점도 발견되었다. 이것은 정사투영영상 생성으로 인해 수직부분의 정보가 일부 삭제되었고, 모든 변화 지점에서 break line를 생성하지 못한 것도 하나의 원인으로 나타났다.

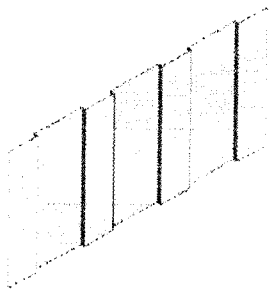


그림 3. VRML 모형

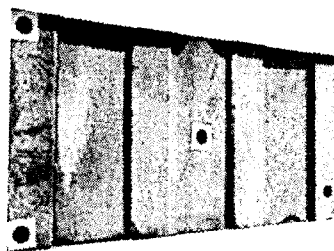


그림 4. 블록 텍스처 매핑

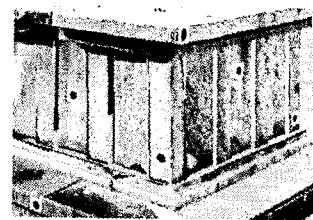


그림 5. 단면 텍스처 매핑

두 번째는 각 단면마다 텍스처 매핑을 하는 경우로서 단면의 영상이 미소한 관계로 정사투영영상을 생성하여 매핑하기에는 매우 비효율적이었다. 본 연구에서는 Affine 변환에 의해 영상와핑을 수행하고 매핑한 결과 그림 5와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 만족스러운 결과를 보이지만 프로그램이 길어지고 시간이 많이 소요되었다.

3.3 곡면형 대상물



그림 6. 와핑샘플



그림 7. 모자이크샘플

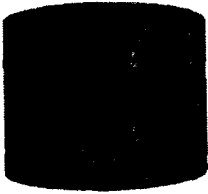


그림 8. 와핑샘플 매핑

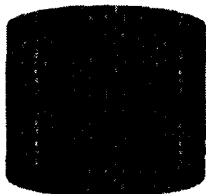


그림 9. 모자이크샘플 매핑



그림 10. 평면샘플

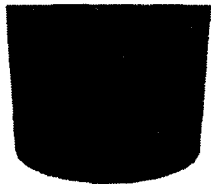


그림 11. 벽면샘플 매핑

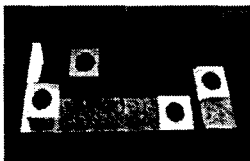


그림 12. 불투명 매핑

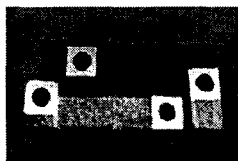


그림 13. 투명 매핑

한 부분이 흰색으로 드러나 있다. 그림 13은 영상을 투명한 gif 파일로 저장하여 매핑 한 것으로 복원한 부분이 삭제되어 더욱 현실감 나는 모형을 구성할 수 있었다.

3.5 파일크기와 품질 및 구현시간

VRML은 웹상에서 구현되기 때문에 대상물의 정성적 특성을 해치지 않는 범위내에서 가능한 용량이 작은 것이 좋다. VRML 소스파일의 용량은 크기 않지만 매핑에 이용되는 그림의 용량이 곧 전체의 용량이 되므로 어떻게 그림파일의 용량을 줄이는가가 중요하다.

표 1은 파일 형식 jpg, 영상크기 65*54cm, 파일크기 8.08Mb, 해상도 72pixel/inch의 영상을 포토샷 6.0에

곡면으로 구성된 대상물을 텍스처 매핑하는 것은 매우 어렵다. 여타의 그래픽 전문 소프트웨어와 마찬가지로 VRML에서도 곡면을 매핑하기 위해서는 곡면영상을 먼저 평면영상으로 만들어야 하기 때문이다. 그러나 현실적으로 대상물의 정량적·정성적 특성을 그대로 표현하면서 평면을 만드는 것은 매우 많은 시간과 인내를 필요로 한다.

그림 6과 7은 원형구조물의 일부를 샘플링하여 평면으로 만든 것이다.

그림 6은 와핑을 수행한 결과 이고 그림 7은 세로 방향으로 잘게 영상을 나눈 다음 모자이크한 것이다. 각각의 텍스처를 원형 구조물에 매핑한 결과 와핑샘플을 매핑한 그림 8 보다는 모자이크 샘플을 매핑한 그림 9가 더욱 좋은 결과를 보였다.

만약 영상이 중요한 요소가 아니라면 면영상을 피기 위한 노력보다는 퍼져 있는 영상을 이용하는 방법이 있다. 그림 10은 벽돌담을 촬영한 다음 모자이크한 것으로 매핑결과는 그림 11과 같다. 샘플 영상의 반복이 정확하게 이루어져 어색하지 않고 마무리가 깔끔하다.

3.4 훼손부분

모서리 등이 부분적으로 훼손된 시설물의 경우 사 진측량의 특성상 정확하게 표현하지 못하는 경우가 있다. 본 연구에서는 Transparency file 형식을 텍스처 매핑에 적용함으로써 이러한 문제점을 해결하였다.

그림 12는 좌측 모서리 부분이 훼손된 시설물의 일부를 복원한 상태에서 불투명 매핑을 한 것으로 복원

서 품질별로 압축한 파일크기이다.

실험결과 영상의 크기가 클수록 압축을 심하게 해도 표현에는 지장이 없었으며, 육안으로 판단했을 때 압축율은 시설물의 정성적 특성을 표현하는데 큰 영향을 미치지 못하였다.

표 1. 영상의 품질과 파일의 크기

품질	12	10	8	6	4	3
파일크기(KB)	2,094	871	501	383	255	217

그림 14의 수준원점은 촬영된 각 면의 영상을 그대로 활용한 것으로서 매우 실사적인 반면 총 용량이 3Mb였다. 반면에 한곳의 재질만 샘플링하여 전체를 매핑한 경우 다소 인위적인 느낌이 나타나지만 용량은 227kb로 상당히 감소되었다.

컴퓨터에 따라 다르지만 로딩되는 속도 역시 2초와 5초 정도가 소요되어 두 배 이상의 차이가 났으며 VRML 소스 프로그램의 용량 자체도 각각의 면마다 정의를 해준 파일이 6KB였고, 그렇지 않은 파일이 3KB로 2배의 차이가 났다.

4. VRML에 의한 시설물의 WEB 구현

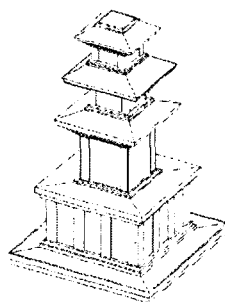
4.1 자료변환에 의한 구현

본 연구에서는 현재 경북공에 소재하고 있으며, 국보 제 99호로 지정되어 갈항사 3층석탑과 인하공업전문대학 구내에 설치되어 있는 수준원점에 대하여 가상현실 모형을 제작하였다. 자료변환에 사용된 프로그램은 앞에 제시된 그림 2의 흐름도와 같으며, 텍스처 매핑 부분은 에디터에서 코딩하였다.

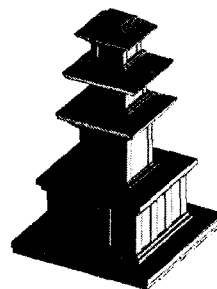
그림 14는 갈항사 3층석탑의 VRML구현과정이다.



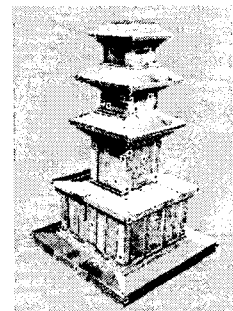
(a) 사진측량 및 도화



(b) Vector 변환



(c) 면 생성



(d) VRML 구현

그림 14. 갈항사 3층석탑의 VRML 구현과정

4.2 에디터에 의한 구현

인하공업전문대학 구내에 위치한 수준원점의 경우에는 보호 구조물의 내부가 매우 협소하여 사진측량이 불가능하였다. 외줄자를 이용하여 줄자측량을 수행한 후 각 부재의 형상을 좌표화 하였으며, 400만 화소의 해상도를 지닌 Fuji FineFix 디지털 카메라로 단면을 촬영하였다. VRML 구현을 위해 에디터에서 각 부재의 치수를 직접 코딩하였고 촬영된 영상은 와핑하여 텍스처 매핑하였다.

그림 15는 수준원점과 보호 구조물을 VRML로 나타낸 것이다.

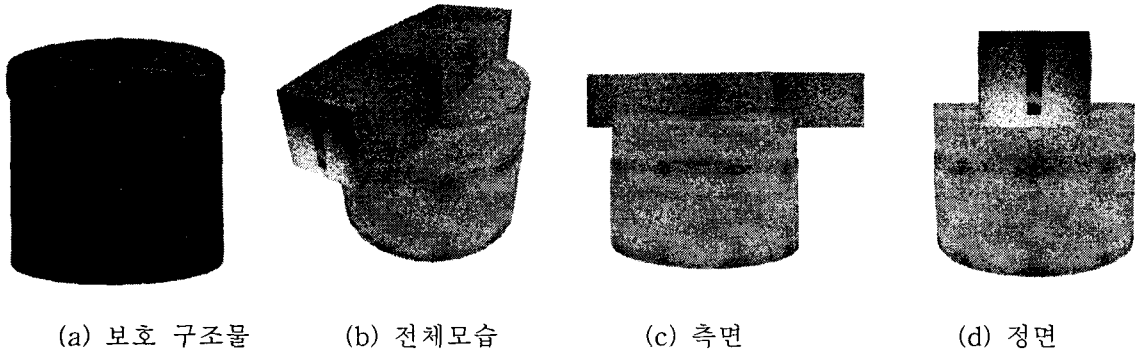


그림 15. 수준원점의 VRML 구현

5. 결론

이상과 같이 시설물의 3차원 영상복원을 위하여 VRML을 적용해본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, VRML을 이용하여 시설물을 구현해 본 결과 정량적·정성적 표현에 활용성이 뛰어나며, 특히 훼손된 부분을 형상 그대로 영상복원하는데 매우 간편하면서도 강력한 방법으로 평가되었다.

둘째, 곡면에 텍스처 매핑하는 경우는 왜곡이 없는 방향으로 사진영상을 분할하고 모자이크하여 평면화 시키는 것이 와핑을 이용하는 방법보다 좋은 결과를 보였다.

참고문헌

- 강인준, 이준석 (2002), 인터넷 3D GIS를 위한 3차원 데이터의 효율적 구축 및 생성방안, 한국지형공간정보학회지, 제10권, 제1호, pp. 19-25.
- 고영덕 (1998), VRML 2.0, 혜지원, pp. 27-34.
- 안기원, 신석효, 서두천 (2000), 인터넷 GIS를 이용한 대학 시설물관리시스템의 구축에 관한 연구, 한국측량학회지, 제18권, 제4호, pp. 415-421.
- 임기욱, 황대훈, 이철환, 김현빈, 이세훈, 백영태 (2003), 가상현실과 VRML, 정일, pp. 14-34.
- 홍장현 (2001), 웹 환경하에서 3차원 지형가시화 시스템의 구현, 석사학위논문, 한림대학교 대학원.
- ETRI (1997), *Development of 3-dimensional spatial analysis software running on internet environment*, ETRI, pp.234-235.