

문화재보존을 위한 3D스캔의 활용방안

박동진, 도진영

경주대학교 대학원 문화재학과

Application of 3D scan for the conservations of cultural properties

Dong-Jin Park, Jin-young Do

Cultural Heritage, Gyeongju University

1. 서 언

국내의 연구기관들에서 3D 스캐너를 이용하여 발굴 현장이나 보존 현장에서 3차원 스캔을 실시하는 예가 늘고 있다. 3차원 레이저 스캐너를 활용하여 최종적으로 도면화시켜 구조를 분석하고 사진촬영을 통하여 모델링한 데이터에 텍스처맵핑¹⁾을 하고 있지만, 기존의 3D스캔 작업들이 전공자들의 예상과는 다른 결과물을 내고 있어서 새로운 기술인 3D 스캔에 대해 신뢰를 하지 못하고 있는 것이 현실이다.

이에 3D Scanning System에 대한 이해와 우선적으로 3D 스캔을 통일신라시대의 일반적 양식을 따르고 있는 석탑에 적용하여, 3D 스캔을 문화재 보존에 활용하는 방안을 제시하려고 한다.

2. 3D Scanning System에 대한 이해

2.1 소개

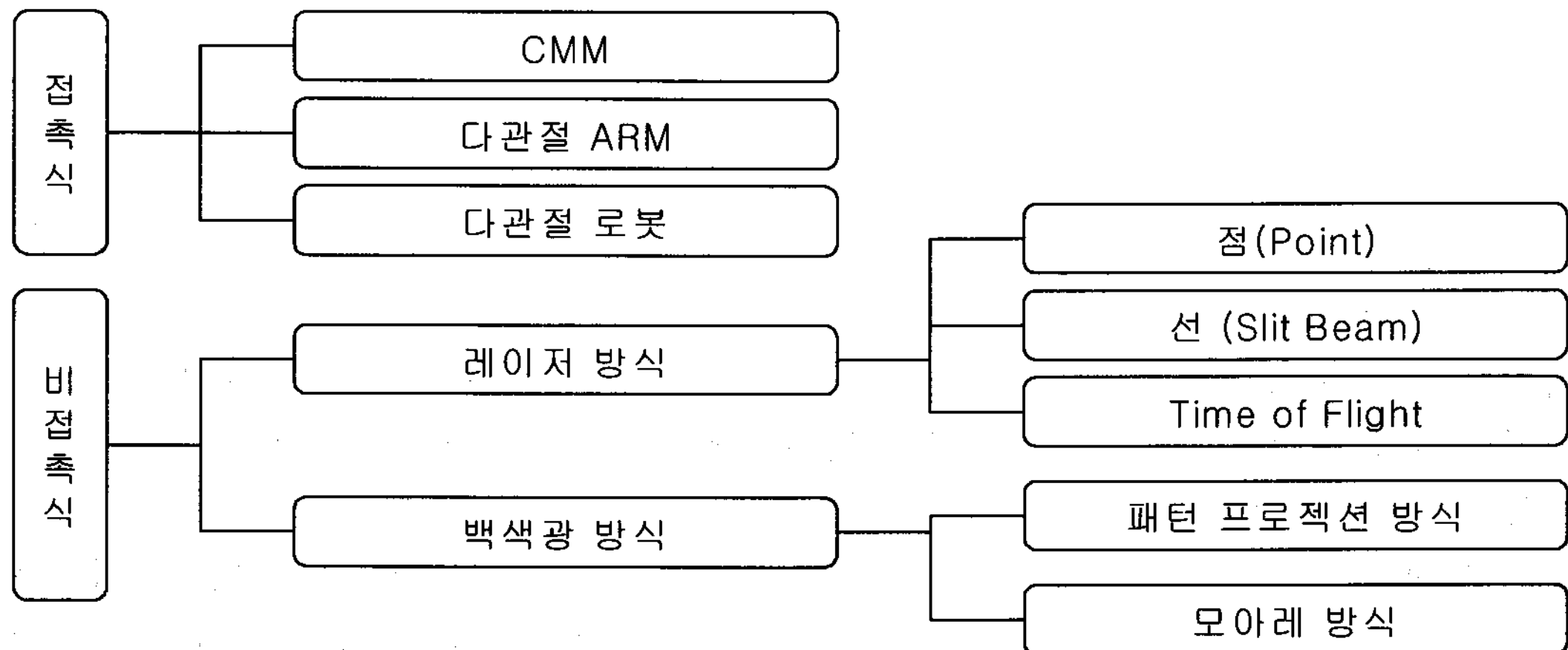
3D Scanning System이란 임의의 물체에 대한 3차원 형상 좌표를 얻을 수 있는 장

-
- 1) Texture mapping : 무늬 등의 화상 데이터를 좌표변환해 화면상에 나타낸다. 범프 맵핑을 포함해 말하는 경우도 있는데, 이것은 바위나 나무줄기, 월면 크레이터와 같은 주름이나 거칠은 질감인 것을 부가하는 것으로서, 표면은 그대로 두고 표면의 법선벡터에 진동을 줌으로써 만들어진다. 예를 들어 꽃무늬의 꽃병 도기를 도형으로 표시하는 경우, 먼저 꽃병의 형상을 그리고 여기에 꽃무늬나 도기의 질감을 나타내는 패턴을 붙이는 수법 같은 것이다.

비일체를 일컫는다. 시스템의 특성에 따라서 색상정보²⁾(Texture)를 동시에 취득할 수도 있다. 시스템의 구성은 3차원 스캐너(하드웨어)와 데이터처리 프로그램(소프트웨어)로 구성된다.

일반적으로 스캐너는 그림이나 문서를 복사하는 기계인데 비하여 3D Scanner란 물체의 3차원적인 형상(X, Y, Z 값)과 치수(Dimension)를 측정할 수 있는 장치를 말한다. 또한 이 측정데이터를 컴퓨터를 이용하여 3차원 그래픽으로 볼 수 있다. 측정된 형상은 단순한 3차원 그림이 아니라 실물과 똑같은 정확한 치수정보를 가지고 있으므로 제품설계 및 개발을 위한 CAD데이터로 변환이 가능하고 정밀 검사를 위한 데이터로 활용할 수 있다.

2.2 종류



2.3 원리

1) 레이저 방식

- ① Point Beam을 이용한 3차원 형상측정 (광학식 변위센서의 원리)
- ② Slit Beam을 이용한 3차원 형상측정 (Slit Beam 형상측정의 원리)
- ③ Time-of-Flight 방식을 이용한 3차원 형상측정

2) 색상정보 : 스캐너에서 나오는 레이저에서 RGB값을 획득하는 것이 아니라 스캐너에 부착되어있는 디지털 카메라를 통하여 RGB값을 획득하는 것이기 때문에 시차가 있지만 칼리브레이션을 통해서 시차의 범위를 극소화 시킬 수 있다.

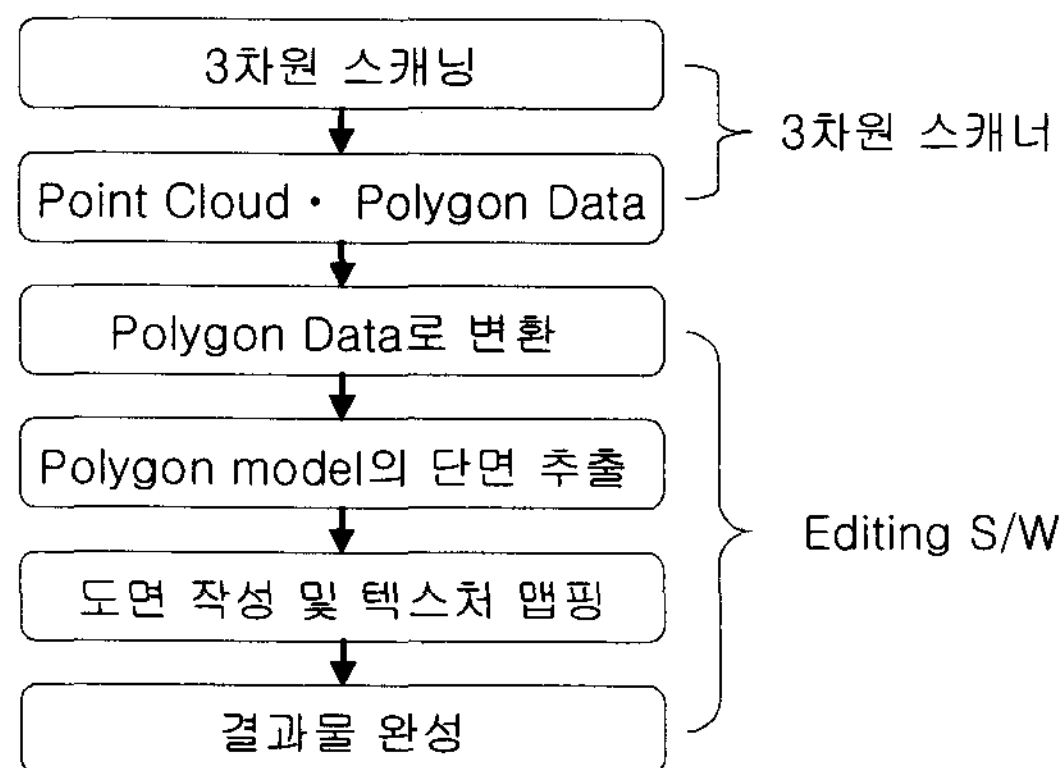
2) 백색광 방식

- ① 공간부호화를 이용한 3차원 형상측정 (격자영상)
- ② Moire³⁾를 이용한 3차원 형상측정
- ③ PMP법을 이용한 3차원 형상 측정

2.4 정밀도

3차원 스캐너에서 정밀도란 여러 가지 항목이 혼용되어 사용 되고 있으며 공식적으로 정확히 규정된 것은 없다. 신뢰할 수 있는 정밀도 분석을 위해서는 대표적 요소인 X, Y 분해능, Z-Depth분해능, 반복능, 평탄성, 파장고저 폭의 평균값 등을 종합적으로 고려해야 된다.

2.5 작업 과정



3. 문화재보존에 활용방안

문화재보존에 3D 스캔을 접목시키는 사례로 통일신라시대 석탑을 적용시켜 보았다. 스캐너를 통한 조사의 가장 큰 장점은 물리적인 접촉 없이 석탑의 조사가 가능하다는 것이다. 물리적인 접촉뿐만 아니라 사람의 키 높이보다 높은 곳을 조사하기 위해서 비계⁴⁾를 석탑 주변에 설치하여서 사람이 올라가는 위험한 작업을 하지 않는다는 것도 장점이다. 하지만 이러한 스캔과정에서 나오는 결과물의 활용은 극히 제한적이

3) 모아레 현상 : 두 개 이상의 주기적인 패턴(periodic pattern)이 겹쳐질 때 만들어지는 간섭무늬(interference fringe)를 지칭

4) 비계 : 높은 곳에서 공사를 할 수 있도록 임시로 설치한 가설물

라고 할 수 있다. 본 연구에서는 통일신라시대의 일반적 양식을 따르고 있는 석탑의 스캔을 통하여 데이터의 활용방안을 제시하고자 한다.

3.1 훼손정도파악

현재 국내에서 사용되는 스캐너는 최대 0.01mm까지의 정밀도를 지니고 있다. 이러한 정밀도는 눈으로 파악하기 힘든 부분까지 스캔이 가능하게 되며, 훼손된 표면을 그래프 및 단면으로 사용자에게 의해 표현하는 것이 가능하므로 훼손의 정도를 짐작이나 추측이 아닌 수치로 분석이 가능하다.

3.2 복원·보강재의 부피 계산

특별한 형상의 석탑을 제외한 통일신라시대의 일반적 양식을 따르고 있는 석탑은 대체로 좌우가 비례되게 조형되어 있다. 스캔작업으로 구해지는 석탑의 모델링 데이터에서 석탑의 중심점을 지정하여 대칭축을 형성 후 훼손된 부분의 반대쪽의 모델링 데이터로 복원재의 부피가 계산되고, 풍화나 기타 물리적인 접촉의 의한 손실된 부분에 대하여 필요한 보강재와 첨가재의 계산이 이루어 질 수 있다.

3.3 3D 시뮬레이션

- 1) 이끼류 제거 후의 석탑모습 : 3D 모델링 데이터는 에디터의 조작에 의하여 어느 특정 부분을 지정하여서 원하는 만큼 수치를 줄일 수 있기 때문에 실제로 직접 접촉에 의한 이끼류의 제거에 앞서 작업 지시가 가능하다.
- 2) 지형과의 균형 : 석탑에 대한 표면 및 구조 스캔 외에 주변의 지형을 스캔하여 석탑이 오랜 시간동안 제자리에 세워져 있을 수 있는지 파악이 가능하다.
- 3) 주변 환경에 대한 풍화도 측정 : 3D 스캔만으로는 시뮬레이션이 부족한 부분이지만 석탑의 주변 환경(온도, 주변시설, 지형 등)에 따른 풍속의 측정과 구성 암석의 공극률과 균열을 파악하여 일정한 패턴과 알고리즘을 개발하여 풍화의 정도와 그 방어책을 구축할 수 있다.
- 4) 복원·보강재의 접합에 따른 석탑모습 : 모델링 데이터에서 추출한 수치로 복원

재를 부착하기 전 복원을 위해서 접합하는 강화제나 첩착제의 사용량을 계산하여 3D데이터에서 시뮬레이션을 한다면 석탑에 무리가 가지 않는 방향으로 작업이 이루어진다.

3.4 동일한 원석을 이용한 복원재 제작

3D 스캔을 통한 데이터는 RP(Rapid Prototyping)⁵⁾를 통하여 1:1의 모형이 제작이 가능하다. 하지만 문화재 보존에 있어서는 석탑의 성분이 비슷하거나 같은 재질의 복원재나 보강재를 사용하는 것을 권장하고 있다. 산업현장에서는 모델링한 데이터로 금속을 가공하는 기술이 선보인지 오래되었다. 금속을 가공할 수 있는 기술력이라면 석탑과 성분이 같거나 비슷한 암석의 가공이 가능하다.

3.5 보수 후의 접합의 정확성 측정

석탑의 조사 및 분석 후 복원을 하게 되었을 때 원천적인 스캔 데이터와 시뮬레이션한 데이터를 토대로 표면과 형상이 제대로 복원처리가 되었는지 어림짐작이 아닌 정확한 수치데이터로 확인이 가능하다.

3.6 주기적인 스캔으로 석탑의 원 모습 유지

일반적으로 스캔 용역은 하나의 석탑에 대해서 1회의 작업으로 마무리 되는 경우가 많은데 최초의 스캔 과정에서 GPS기준점을 선정하여 주기적(1년, 5년 등)인 스캔으로 석탑이 원 모습을 지니고 있는지 그리고 균형이 맞는지 훼손되거나 손상된 부분이 없는지 수치데이터로 확인할 필요가 있다.

4. 결론

문화재보존에 활용방안에 3D Scanning System을 이용한다면 가장 큰 장점인 물리적인 접촉 없이 문화재를 조사할 수 있다.

아직까지 위와 같은 방법으로 3D 스캔을 하여 보존 처리하는 연구기관이 없지만,

5) 활용하는 분야에 따라 Rapid Prototyping & Manufacturing이라고도 한다.

본 연구가 현장에서 적용된다면, 단지 측량을 하고 도면을 내는 3D 스캔이 아닌 시물 레이션을 통하여 보존 처리의 체계적으로 그리고 과학적으로 작업 지시를 할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 광영부, "사진측량에 의한 문화재 건축물의 3차원 수치정보 획득", 충남대학교 석사학위논문, 2000.
2. 박진홍, "3차원 스캔데이터를 이용한 웹3D 콘텐츠 개발", 湖南大學校 大學院, 2006
3. 이화진, "3차원 레이저 스캔을 이용한 안면 연조직 분석의 계측점 제안", 연세대학교 석사학위논문, 2003.
4. 안희태, "Point Scanning 방식의 3차원 레이저 스캐너에 관한 연구", 부산대학교 석사학위논문, 1999.
5. 장경수, "3D Scanning System을 이용한 문화재디지털복원에 관한 연구", 성균관대학교 정보통신대학원 석사학위논문, 2004.
6. Axelsson, p., "processing of laser scanner data-algorithms and applications", ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, Vol51, 1999.
7. Ackermman, F., "Airborne laser scanning-present status and future expatations", ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, Vol51, 1999.
8. D.M.Meadows, W.O.Johnson, and J.B.Allen, "Generation of surface contours by moiré patterns" Appl.Opt., Vol.9, No.4, 1970.
9. 월간 <CAD&Graphics> "한국 문화재의 디지털 복원과 외국 문화재 복원사례" 2001년 12월호
10. 월간 <CAD&Graphics> "문화재 3차원 디지털 데이터베이스 구축" 2001년 12월호
11. 월간 <CAD&Graphics> "디지털 복제와 3D Photography 분야의 현재와 미래" 2001년 12월호