

해외 디지털 문화재 구축 현황¹⁾

목 차

- 1. 서 론
- 2. 미국의 디지털 문화재 구축 현황
- 3. 유럽의 디지털 문화재 구축 현황
- 4. 아시아의 문화재 구축 현황
- 5. 결 론

이기정 · 황보택근
(경원대학교)

1. 서 론

여러 나라와 민족들이 오랜 역사를 통하여 간직해온 유, 무형의 문화유산들은 잘 보존하여 후손에게 전승할 수 있도록 하는 것이 현 시대를 살아가는 우리들의 책임이라고 할 수 있다. 그러나 문화유산은 시간이 지나면서, 자연적인 요인에 의해서 그리고 인간에 의해서 훼손되고 손실되고 있으며, 이러한 문화유산에 대한 보존, 관리, 활용을 용이하도록 하는 기술이 필요하다. 이러한 관점에서 IT기술은 문화유산의 보존, 관리, 활용에 적합하다고 할 수 있다.

문화재의 디지털화란 문화재를 컴퓨터에서 사용할 수 있는 형태로 변환하는 과정이며, 3D 모델, 사진, 이미지 등이 모두 디지털 문화재이다. 더불어 구축된 디지털 문화재의 관리, 검색 등을 위한 시스템, 디지털 문화재를 활용한 기술들이 넓은 의미에서의 문화재의 디지털화라고 할 수 있다.

세계 각국에서 각 나라의 문화재를 디지털화하기 위한 노력들을 하고 있다. 미켈란젤로 프로젝트[1]를 통해서 문화재의 디지털화에 대한 노력

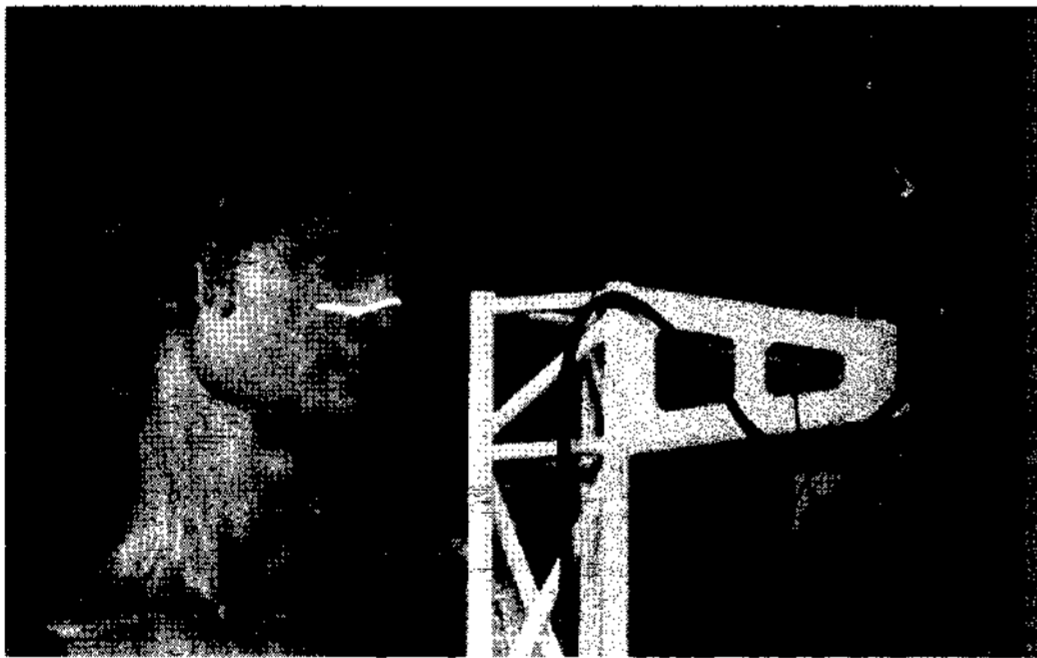
이 가시화되기 시작하였으며, EU의 Culture 2000 프로그램[2]을 포함한 다양한 지원, 일본의 바이온 프로젝트[3] 등 다양한 연구와 프로젝트가 진행 중이다. UNESCO에서는 세계 문화유산을 선정하면서 세계적인 문화유산들을 보존하기 위한 노력을 하고 있으며, 문화유산의 디지털화에 힘쓰기 어려운 개도국 또는 후진국들의 문화유산에 대한 디지털화 프로젝트를 지원하고 있다.

문화유산은 광의의 개념으로서 유형 문화재와 무형 문화재를 포괄한 개념으로 생각할 수 있다. 유형 문화재는 사찰, 탑, 책, 도자기 등의 형태를 가지고 있는 문화재를 의미하며, 무형 문화재는 탈춤, 판소리와 같은 형태를 가지고 있지 않는 문화재를 의미한다. 본 논문에서는 유형 문화재를 중심으로 2장에서는 미국, 3장에서는 유럽, 4장에서는 아시아에서의 디지털 문화재 구축현황을 살펴보고, 마지막으로 5장에서는 해외 디지털 문화재 구축 현황에 대한 결론을 제시한다.

1) 본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음

2. 미국의 디지털 문화재 구축 현황

3D 디지털 문화재 구축의 시작이 된 사업은 1997년에서 1999년까지 미국의 스탠포드 대학, 워싱턴 대학, 그리고 이탈리아 문화재청이 함께 수행한 미켈란젤로 프로젝트이다[1]. 미켈란젤로 프로젝트는 3D 스캔 기술 및 모델링 기술을 이용하여 23feet의 다비드 상, 고대건축물, 고대 로마의 지도가 새겨진 맵 프래그먼트(Map fragment) 등을 디지털화 하였다. 다비드 상은 23feet의 높이를 가지고 있기 때문에 특수 리프트를 사용하였고, Cyberware사에서 스캐너를 특수 제작하였다. 더불어 깊숙하거나 내부에 위치하여 측정이 어려운 부분을 위해 특수 장비들을 개발하였다. (그림 1)은 다비드 상의 스캐닝 장면을 나타내고 있다.



(그림 1) 다비드 상의 3D 스캔 장면[1]



(그림 2) 피에타의 사진(왼쪽)과 생성 이미지(오른쪽)[4]

피에타 프로젝트[4]는 IBM TJ Watson 연구센터에서 미켈란젤로 프로젝트와 더불어 수행하였다. 이 프로젝트에서는 3D 계측방식으로서 멀티뷰 스캔과 측광계(Photometric system)을 이용하여 데이터를 수집하고, 이미지를 정합 또는 병합하여 3D 디지털화하였다. (그림 2)는 피에타 상의 사진과 3D로 생성한 이미지를 나타내고 있다.

3. 유럽의 디지털 문화재 구축 현황

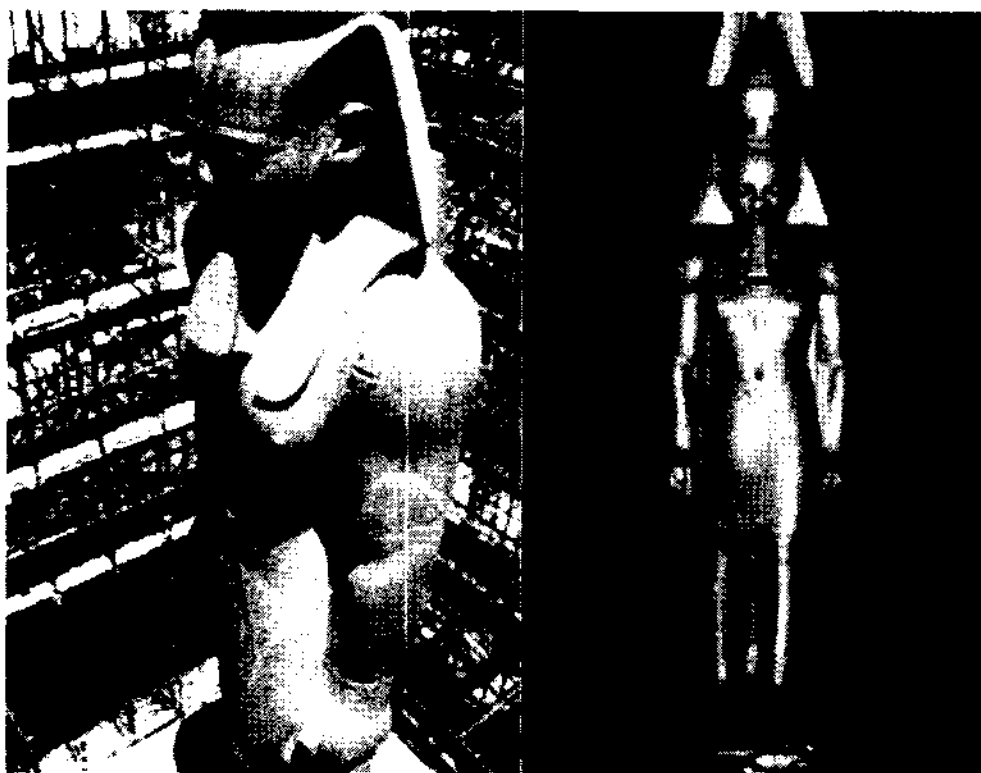
EU에서는 Culture 2000 프로그램[2]을 이용하여 음악, 문학, 공연예술, 문화유산, 디지털 문화 등 유럽의 모든 예술영역에서 창조활동을 활발히 하고, 유럽인의 문화지식과 문화보급을 증진하고자 하였다. 이 프로젝트는 1996년에서 1999년까지 진행된 공연예술, 회화, 문화유산, 문학을 포함하는 3개의 프로그램(Raphaël, Kaleidoscope, Ariane)을 통합하면서 진행되었으며, 2006년에 종료되었다. Culture 2000 프로그램은 2007년부터 Culture 2007 프로그램으로 대체되었으며, 약 4억 유로를 투자하여 2013년까지 진행될 예정이다.

EU의 ICT(Information and Communication Technologies)에서는 FP(Framework Program)을 진행하고 있으며, 현재 FP 7을 진행 중이다[5]. FP 5, 6을 통해서 문화유적과 과학자료들을 디지털화하는 작업을 진행하였으며, 디지털 도서관, 디지털 보존, 지능형 문화유산 등 다양한 분야에 대한 연구를 진행 중이다. FP 5, 6에서 진행한 프로젝트들은 문화재의 디지털화뿐만 아니라 이를 활용하기 위한 기술들을 연구하였으며, (그림 3)과 같이 유적지에서 가상의 건축물을 보여줄 수 있는 시스템을 개발하였다[6]. 이 시스템은 Archeoguide라고 부르며, 폼페이, 이탈리아, 그리스에서 사용하고 있다. 이 시스템은 증강현실을 이용하여 3D 가시화 기술, 모바일 컴퓨팅 기술들을 이용하며, HMD(Head-mounted display) 장비를 이용하여 가상의 3D 문화재를 디스플레이한다.



(그림 3) Archeoguide의 HMD를 착용한 모습(오른쪽)과 가상 건축물 모습(왼쪽)

Heritage3D[7]는 English Heritage의 한 부분으로 진행되었으며, 유물과 건축물에 대한 레이저 스캐닝을 위한 기술 개발과 지원, 레이저 스캐닝에 대한 경험과 기술을 보급하기 위한 목적으로 진행되었다. 이 프로젝트는 3D 스캐닝을 위한 조명, 정밀도 조정 등의 환경 설정 방법과 스캐닝 기술들을 연구하였으며, 실제 유물, 유적에 적용하여 그 효용성을 검증한 프로젝트이다. (그림 4)는 이집트 람세스 상에 대한 3D 스캐닝 과정과 결과를 나타내고 있다.



(그림 4) 람세스 스캐닝 프로젝트[7]

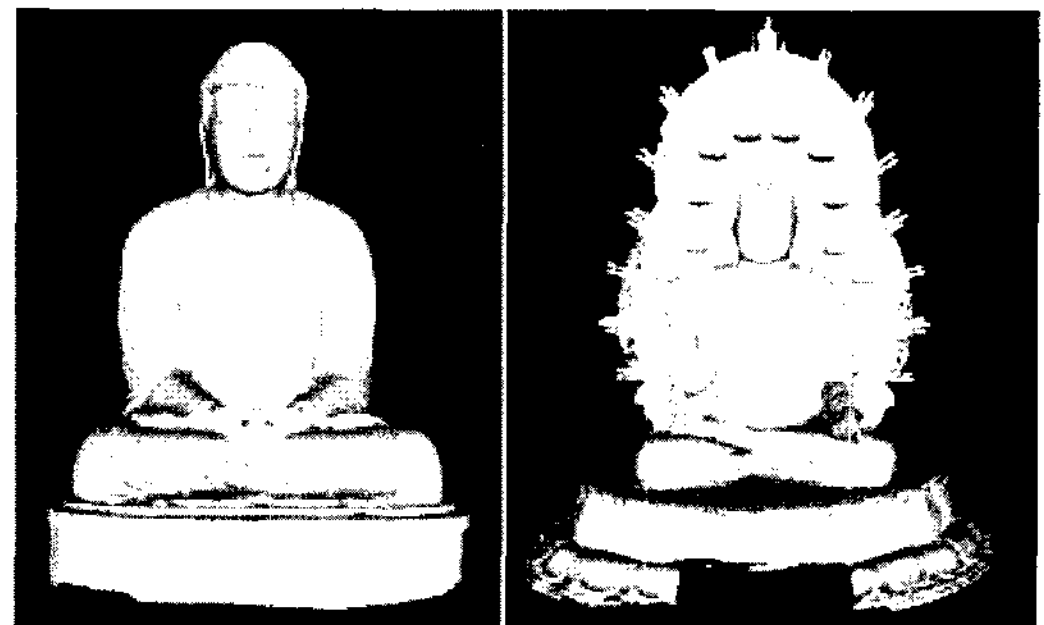
4. 아시아의 디지털 문화재 구축 현황

아시아 국가들은 UNESCO가 지정한 다수의 문화재들을 보유하고 있지만 한국, 일본, 중국을 제외한 대부분의 국가들은 자체적인 디지털화가 불가능한 상태이다. 일본의 경우 Great Buddha

프로젝트[8], 바이온 프로젝트[3] 등의 3D 디지털화 작업을 수행하였으며, 중국의 경우 돈황 동굴 등에 대한 3D 디지털화[9], 사고전서 등과 같은 문서 디지털 작업[10]을 수행하였다. 그 외의 대부분의 국가들은 UNESCO의 지원에 의해서 다른 국가들에 의해서 문화재 디지털화 작업이 진행중이다.

4.1 일본

일본의 대표적인 3D 디지털화 프로젝트는 Great Buddha 프로젝트이다[8]. Great Buddha 프로젝트는 동경대학의 Katushi Ikeuchi 교수팀에서 진행하였으며, 일본 내의 불상을 3D 모델링하였다. (그림 5)는 Great Buddha 프로젝트에서 모델링한 예제들을 나타내고 있다.



(a) Kamakura (13AD) (b) Nara (16AD)

(그림 5) Great Buddha 모델 데이터[8]

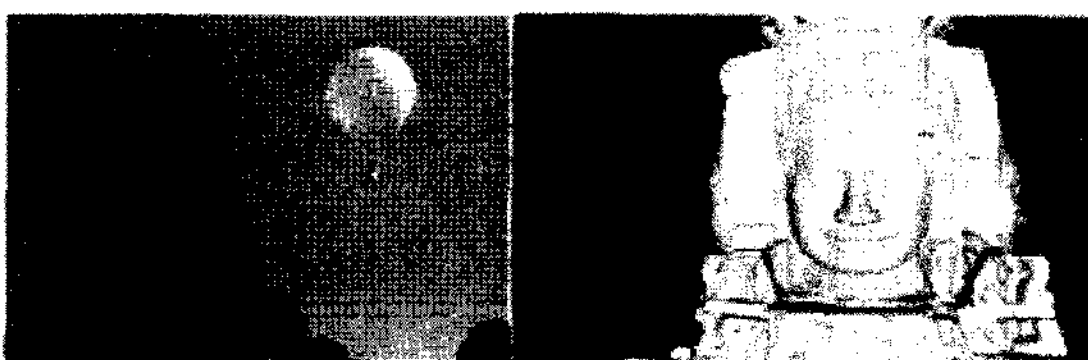
Great Buddha 프로젝트에서 디지털화한 문화재들은 프로젝트명에서도 알 수 있듯이 규모가 큰 특징을 가지고 있다. Kamakura 불상의 경우 높이가 11.4m, 가슴둘레가 16.8m, 머리가 2.9m의 규모를 가지고 있으며 전체 표면 면적이 272㎡, 볼륨이 544~816㎡이다.

더불어 (그림 6)과 같이 태국의 Wat Sri Chum 불상, 중국 Ryumon 지역의 불상 등을 함께 모델링하여 인도에서부터 각 나라로 전파된 불상 제조 방식의 변화를 연구하고자 하였다.



(그림 6) Wat Sri Chum(왼쪽)과 Ryumon 불상(오른쪽)[8]

디지털 바이온 프로젝트 (Digital Bayon Project)[3]는 앙코르 시대에 지어진 최대 사원으로서 불가사의한 것 중 하나로 남아 있는 바이온 사원을 3D로 복원하는 프로젝트로서 2003년 2월 ~ 2005년 3월 까지 수행하였다. 디지털 바이온 프로젝트는 JSA(Japan Government Team for Safeguard Ankor)에 의해 수행되었으며 와세다 대학의 Nakagawa 연구실이 함께 참여하였다.



(그림 7) 바이온 사원과 모델링한 탑[3]

바이온 사원 내부에는 높이 45m의 중앙탑을 비롯하여 연꽃 모양의 불탑이 모두 54개가 존재한다. 45m의 중앙탑의 3D 스캔하기 위해서 풍선 기구에 스캐너를 달아서 측정하는 방법을 사용하였다.

일본 히타치연구소에서는 열화나 파괴로 인해 손실되는 문화유산들을 후세에 계승하기 위한 실용적 수단으로써, 디지털 아카이브 시스템을 제작하였다. 아프가니스탄의 북서쪽에 위치한 바미안 계곡에는 약 1,500년 전에 만들어진, 길이 약 1,300m 정도의 석굴 유적이 있다. 각 석굴

에는 벽화가 있고, 거대한 대불이 유적의 동편과 서편에 존재하였으나, 계속되는 전쟁과 고대로부터 자연참사를 겪은 데다 2001년에 폭파되어 현재는 대불의 모습을 볼 수 없다.

1970년대 교토대학의 학술조사대가 바미안 유적을 조사하고 자료를 작성한 것을 “디지털 실크로드 프로젝트”의 일환으로 디지털화하였다. 이 시스템은 사용자가 터치 패널을 직접 컨트롤하여 이미지들을 고속으로 검색하도록 해 주고, 높은 해상도로 이미지를 보여줄 수 있도록 하였다[11].



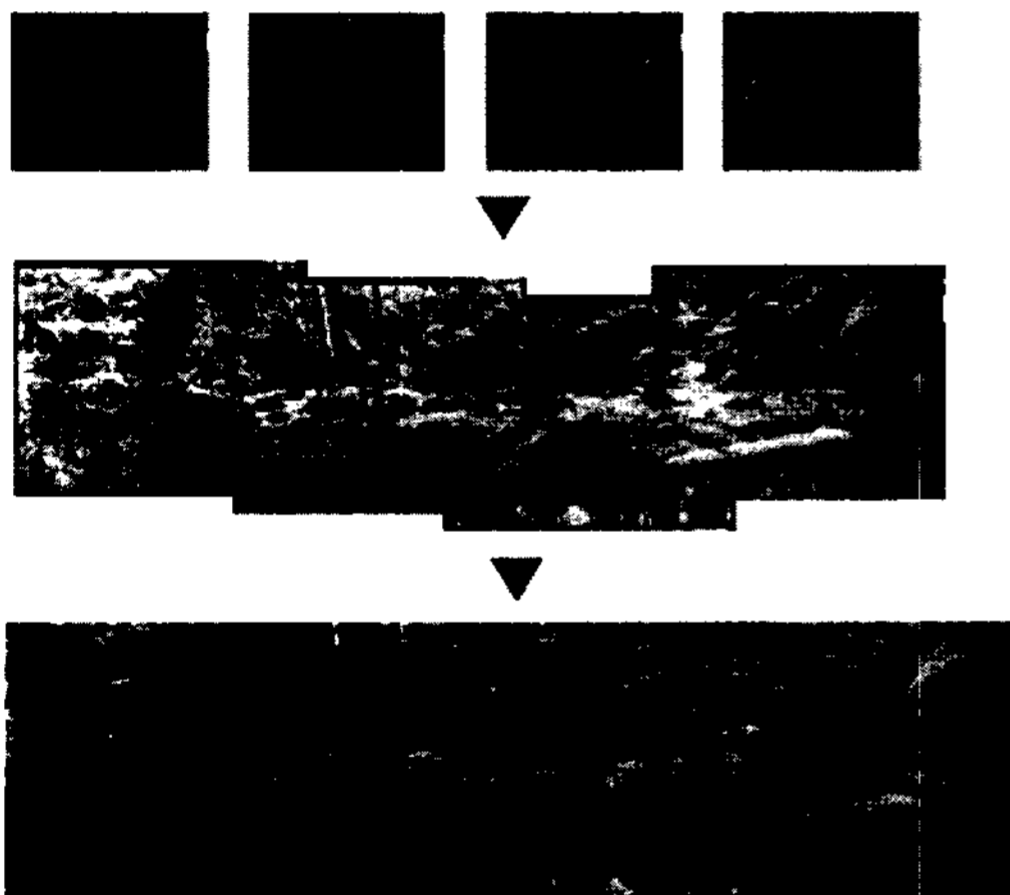
(그림 8) 바미안 디지털 아카이빙 시스템[11]

히타시사에서는 고구려 고분 벽화의 디지털 아카이브도 같이 구축하였다[11]. 동경 예술 대학과 동경대학과 함께 고해상도의 사진, 복원화 등의 이미지 정보와 함께 유적의 지도를 위계적으로 분류하고 있으며 고속 제어와 프리젠테이션을 갖춘 데이터 검색 시스템도 함께 개발하였다.



(그림 9) 고구려 안악3호분의 부벽화[11]

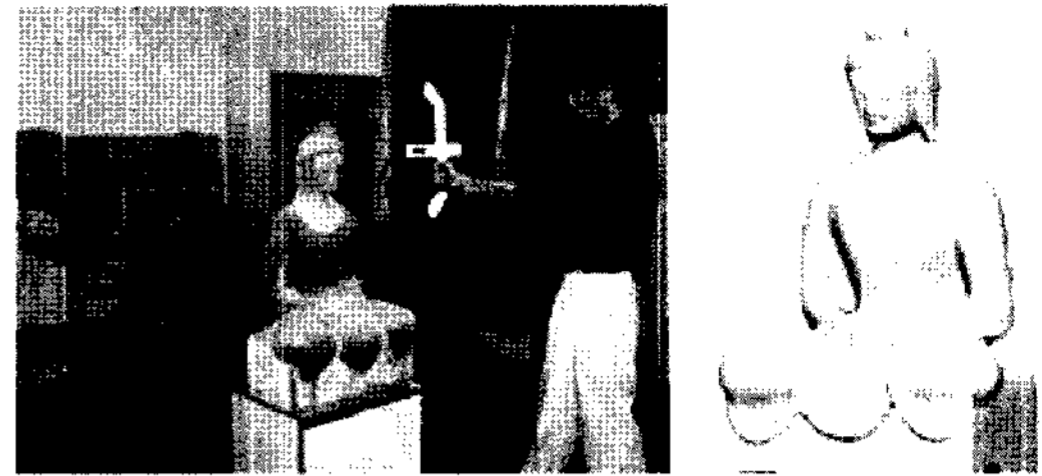
광범위한 유적지 혹은 건축물의 경우 3차원 데이터로의 디지털화가 어렵기 때문에 이미지 기반 방식을 사용한다. 일본의 히타치사에서는 교토에 있는 서방사내의 황금지를 촬영하기 위해서 가상 파노라마 프린트 기술을 사용하였다. 황금지의 경우 황금지를 둘러싸고 있는 이끼나 나무들 때문에 한 장의 사진으로 담아낼 수 없는데, 여러장의 사진을 촬영하여 각각의 색조를 수정하고 각도 차이와 렌즈 왜곡을 보정하여 4개의 사진을 디지털로 합성하는 방법을 사용하였다[12].



(그림 10) 서방사 황금지의 파노라마 이미지[12]

4.2 중국

둔황 막고굴(莫高窟 : Mogao Cave)은 세계에서 가장 크고 잘 보존된 불교 유적지이다. 둔황 막고굴은 중국의 북서쪽 끝에 위치하고 있으며, 492개의 작은 동굴과 2,400개의 조각상, 45,000㎡의 벽화, 당·송 시대의 나무 건축물들을 가지고 있다. 둔황 막고굴은 불상, 벽화 등 불교예술이 1천년에 걸쳐 조영되고 있어 유명하며 4세기~14세기까지의 동서 문물교류 역사를 나타내주는 유적이라 할 수 있다[9]. 1997년에 UNESCO가 세계 문화유산으로 지정하였으며, 중국에서는 막고



(그림 11) 둔황 막고굴의 나무 조각상 스캔 과정 및 모델링 결과[9]

굴의 복원을 위해서 동굴의 측량, 벽화의 디지털화 등을 통해 가상 둔황 막고굴을 복원하였다.

둔황 막고굴의 벽화들은 모래, 바람 등의 영향으로 초기의 색상을 잃어버렸으며, 이를 복원하기 위한 연구를 진행하였다. 둔황 막고굴 연구의 전문가들이 참여하여 경험적 지식, 화학적 색상 변화 규칙, 그리고 물리적 색상 변화 규칙 등을 정의하여 컴퓨터에서 사용할 수 있는 색상 변화 모델을 정의하였고, 이를 이용해서 원형의 색상을 유추하고 복원하는 과정을 진행하였다. 경험적 지식이란 동시대의 다른 문화재의 색상 표현 기술과 사용된 재료 등을 인문학에 기반하여 분석한 지식을 의미하며 이를 IT기술과 접목하여 원형에 가까운 모습을 찾을 수 있다. 둔황 막고굴 벽화의 복원전과 복원후의 모습을 그림 12에 나타내었다.

중국은 오랜 역사와 더불어 많은 고전 문헌들을 가지고 있다. 중국에서는 이러한 고전 문헌들을 디지털화하여 CD-ROM으로 제작하는 프로젝트를 진행하였다[10]. 중국이 고문서에 대한 디지털화 작업에 집중한 이유는 풍부한 노동력과 부족한 네트워크 인프라를 고려한 측면이 크다고 할 수 있다. 향후에 네트워크 인프라가 갖추어지면 쉽게 온라인 정보로 전환할 수 있다는 장점도 갖게 된다.

중국 디지털 문서의 대표적인 예는 四庫全書이다. 사고전서는 중국이 역대 주요문헌 수만권을 하나의 시리즈로 집대성한 중국 문명을 축약

한 결정판이라 할 수 있다. 북경서동문디지털화유한기술공사가 제작한 것으로 180장이 넘는 CD-ROM으로 구성되어 있다. 중국미술전집은 1997년 4월부터 12월까지 총 50장을 출판하였으며, 회화편, 조각편, 공예미술편, 건축예술편, 서예전각편 등으로 구성되어 있다. 이외에도 다양한 고문서들이 CD-ROM으로 제작되어 보급되고 있다[10].



(그림 12) 둔황 막고굴 벽화의 복원전(왼쪽)과 복원후(오른쪽)

5. 결론

디지털 문화재 구축의 필요성은 세계 각국이 공감하고 있으며, 이에 대한 노력들을 하고 있다. 본 논문에서는 미국, 유럽, 아시아를 중심으로 디지털 문화재 구축 현황을 살펴보았다. 문화재의 디지털화, 디지털 도서관 혹은 박물관 구축, 가상 현실 등을 이용한 체험 기술 등의 다양한 연구가 진행되고 있음을 확인하였다. 이외에도 많은 나라들이 자국의 문화재를 디지털화하기 위해서 노력하고 있으며, 만들어진 디지털 문화재에 대한 정보를 공유하고 활용하기 위한 연구들이 진행되고 있다.

그러나 디지털 문화재 구축에는 IT기술과 더불어 인문학자들의 참여가 절실하다. 둔황 프로젝트에서 볼 수 있는 것처럼 정확한 디지털 문화재 구축과 복원을 위해서는 인문학적 지식이 필

요하며, 이를 기술을 이용해서 적용하기 위한 연구가 필요하며, 세계 각국이 디지털 문화재를 공유할 수 있는 환경과 시스템 구축에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 미켈란젤로 프로젝트, <http://graphics.stanford.edu/projects/mich>
- [2] Culture Programme, <http://www.culture.org.mt/index.asp>
- [3] Katsushi Ikeuchi, "Digitally Archiving Cultural Heritage," Asian DHX Forum, 2005.
- [4] F. Bernardini, I. Martin, J. Mittleman, H. Rushmeier, G. Taubin, "Building a Digital Model of Michelangelo's Florentine Pieta," IEEE Computer Graphics & Applications, 22(1), pp. 59-67, 2002.
- [5] Information Society Technologies, <http://cordis.europa.eu/ist/>
- [6] Tim Gleue and Patrick Dahne, "Design and Implementation of a Mobile Device for Outdoor Augmented Reality in the ARCHEOGUIDE Project," In Proceedings of the 2001 Conference on Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage, pp.161-168, 2001.
- [7] Heritage3D, <http://www.heritage3d.org/>
- [8] Katsushi Ikeuchi et al., "The Great Buddha Project: Digitally Archiving, Restoring, and Analyzing Cultural Heritage Objects," International Journal of Computer Vision, 75(1), pp.189-208, 2007.
- [9] Jiaoying Shi, "A Case Study of Virtual Museum: Reconstruction and Restoration

of Dunhuang Caves in China,” APAN Museum Session, 2003.

[10] 한국정신문화연구원, “아시아 문화유산의 디지털화를 위한 국가간 공동사업 보고서,” 2002.

[11] 신내준량 , “디지털이미지시스템(DIS)의 개발과 응용.” 고구려유적과 디지털 아카이

브에 관한 검토회의 발표자료, 2005.

[12] Toshiro Kamiuchi, “DIS Technology and its Applications to Digital Silk Road Project,” In Proceedings of the Tokyo Symposium for Digital Silk Roads, pp.61-67, 2001.

저자약력



이 기 정

1999년 서울시립대학교 국사학과(학사)
2003년 경원대학교 일반대학원 전자계산학과(석사)
2008년 경원대학교 일반대학원 전자계산학과(박사)
2008년~현재 경원대학교 문화콘텐츠기술연구소 연구원
관심분야 : 디지털 문화유산, 문화콘텐츠기술, 컴퓨터 그래픽스, 영상처리,
이 메 일 : lkj9731@kyungwon.ac.kr



황보 택 근

1983년 고려대학교 금속공학과(학사)
1987년 CUNY 전산학과(석사)
1995년 Stevens Institute of Technology 전산학과(박사)
1997년 삼성종합기술원 선임연구원
1997년~현재 경원대학교 컴퓨터미디어학과 부교수
관심분야 : 디지털 문화유산, 문화콘텐츠기술, 컴퓨터 그래픽스, 영상처리,
이 메 일 : tkwhangbo@kyungwon.ac.kr