

부재 미니어처를 이용한 디지털 건축 문화재 조립 체험 시스템

이지형[○], 강경규^{*}, 김재우^{*}

[○]한국전자통신연구원 차세대콘텐츠연구소

e-mail: ijihyung@etri.re.kr[○], kangk2@etri.re.kr, jae_kim@etri.re.kr

A system for experience of assembling digital heritage using the miniatures of architectural component

JiHyung Lee[○], kyung-kyu Kang^{*}, Jae woo Kim^{*}

[○]Creative Content Research Laboratory,

Electronics and Telecommunications Research Institute

● 요 약 ●

디지털 문화재 콘텐츠는 현실에서 체험하기 힘든 문화재를 디지털 기술의 특성을 이용하여 사용자의 경험을 극대화할 수 있고, 문화재 보수, 교육 등에 활용될 수 있다. 그런데 기존의 디지털 건축물 문화재는 실제 문화재의 구조 및 구성을 무시하고 외형만 만들어져 있어서 다양한 형태로 바꾸어 활용하기 곤란하며, 디지털 건축물 문화재 자체가 가상공간에 존재하여 현실체험에 제한을 받고 있다. 본 논문은 사용자가 현실공간에서 부재 미니어처를 이용하여 미니어처 문화재를 조립하고 그 결과를 가상공간의 디지털 문화재로 연결하여 다양한 체험을 제공하는 시스템에 관한 것이다. 이로써 현실 체험과 가상 체험이 연결되어, 보다 효과적인 체험이 가능하고 건축 문화재에 대한 보다 전문적인 학습이 가능하게 된다.

키워드: 디지털 문화재(digital heritage), 부재(architectural component), 조립(assembly), 미니어처(miniature), 체험 학습(experience learning)

I. 서 론

문화재는 그 자체로 하나의 상품이며, 사람들의 많은 관심을 받고 있는 콘텐츠 소재의 보고이다. 건축물 문화재의 경우, 이동 전사가 불가능하다는 측면에서 기술의 발전에 따라 자연스럽게 디지털 건축 문화재의 개발로 이어지고 있다.

기존의 디지털 건축물 문화재는 홍보용 자료나 웹페이지 제작 등에 사용되는 사진, 이미지, 동영상의 형태로 제작되어 왔고 최근 CG 기술을 활용하여 3D 모델로 만들기 시작하고 있다. 가상공간에서 3D 모델로 만들어진 디지털 문화재는 현실에서 체험하기 힘든 문화재를 사용자로 하여금 가상공간에서 관람할 수 있게 하였다. 1920년대 뉴욕 할렘을 재현한 버추얼 할렘[1], 고대 그리스인 헬레닉 시대의 문화를 보여주는 밀레투스[2], 인악 3호분 고구려 고분[3] 등에서는 체험요소를 극대화하기 위하여 사용자 인터랙션을 지원하였다.

그러나 기존의 3D 디지털 문화재들은 두 가지 문제를 가지고 있다. 첫째로 디지털 건축물 문화재를 실제 문화재의 구성을 무시하고 외형만을 만들어서 다양한 형태로 바꾸어 활용하기 곤란하다는 점이다. 디지털 문화재의 활용성은 단순 관람을 넘어 문화재 관련 전반에 활용될 수 있음에도 불구하고, 기존 디지털 문화재는 그 역할

에 제한이 있었다.

두 번째 문제는 아직 가상공간 기술이 현실공간을 완전히 대체하지 못하기 때문에 문화재 체험에 한계가 있다는 것이다. 이는 가상공간에서 디지털 문화재를 관람한 사용자가, 현실의 문화재를 체험한 만큼의 현실감과 체험도 만족을 얻을 수 없다는 것이다.

본 논문에서는 사용자가 현실공간에서 부재 미니어처를 이용하여 미니어처 문화재를 조립하고 그 결과를 가상공간의 디지털 문화재로 연결하여 다양한 체험을 제공하는 시스템을 소개한다. 이로써 현실 체험과 가상 체험이 연결되어, 보다 입체적인 체험이 가능하고 건축 문화재에 대한 보다 전문적인 학습이 가능하게 된다.

II. 시스템 구성 및 특징

본 논문에서 소개하는 시스템은, 문화재를 구성하기 위해 부재 단위로 제작된 디지털 문화재를 이용하여, 사용자에게 디지털 문화재의 조립 원리 등 전문적인 체험을 제공할 수 있도록 하는 것이다.

특히 디지털 문화재의 부재를 미니어처로 제작하고 콘텐츠에 활용하면, 디지털 문화재가 존재하는 가상 공간뿐 아니라, 실제 현실에서도 부재단위의 조립 체험이 가능하다. 이를 활용하여 본 논문에서

는 사용자가 부재 미니어처를 이용하여 현실에서 문화재의 조립을 체험하고, 그 결과를 가상공간에 존재하는 디지털 문화재로 연결시키는 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다. 이들에 대한 상세설명은 아래와 같다.

1. 건축물의 부재

부재란 건축물을 이루는 건축 요소이며, 건축 문화재도 다수의 부재로 구성되어 있다. 건축 문화재는 부재들의 조립을 통해 만들어졌으므로, 문화재에 대한 정확한 이해를 위해 디지털 문화재를 구축한다면, 건축 문화재의 이러한 구조가 반영되어야 한다[4].

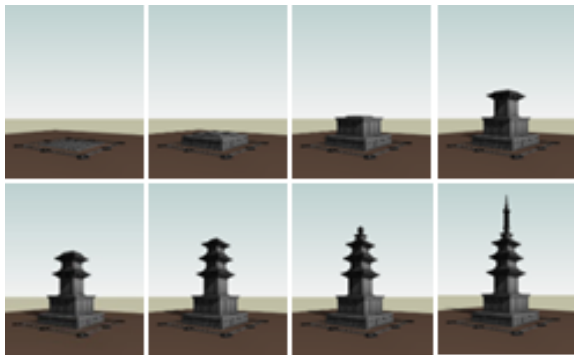


그림 1. 부재로 이루어진 디지털 건축 문화재
Fig. 1. Digital heritage based on architectural components

2. 디지털 문화재

현실의 부재 정보를 이용하여 디지털 부재를 구축하기 위해서는 3D 스캔 데이터 또는 실측도면을 이용하여 디지털 부재를 제작하고, 이들을 조립하여 디지털 문화재를 구축해야 한다. 그림 1은 본 논문에서 부재별로 구축한 디지털 문화재를 나타낸다.

최근 건축설계과정에서 2D 도면 설계를 넘어서 통합관리하는 건축정보화모델링(Building Information Modeling) 기술의 대중화 추세이며, 한국의 건축설계단계에도 이러한 부재별 조립을 염두에 둔 도면 및 모델 생성, 가상 구축 사례가 있다[5]. 본 논문에서는 이러한 추세에 맞춰 디지털 건축 문화재 역시 단순 CG 모델을 넘어서 부재별로 구축하였다. 또한 이 부재 데이터를 기반으로 부재 미니어처를 제작하였다.

3. 클라이언트/서버의 시스템 구조

가상공간을 위한 디지털 부재와 현실공간의 부재 미니어처를 연결하는 사용자 체험 인터페이스를 제공하기 위해서, 디지털 문화재의 조립과정에서 현실공간의 부재 미니어처의 움직임을 가상공간의 디지털 부재의 움직임으로 연결하였다. 이 과정에는 부재 미니어처의 움직임을 영상기반으로 추적하는 트래킹 PC(그림 2에서 PC1)와 가상공간에서 콘텐츠를 제공하는 콘텐츠 PC(그림 2의 PC2)로 나누어 처리하도록 구성하였다. 이는 각 PC의 역할 수행 과정에서 발생할 수 있는 시스템 리소스 부족을 피하고 안정적으로 시스템을 운영하기 위한 것이다. 이때 두 PC는 네트워크를 통해 데이터를 주고받는 클라이언트/서버 구조를 가진다.

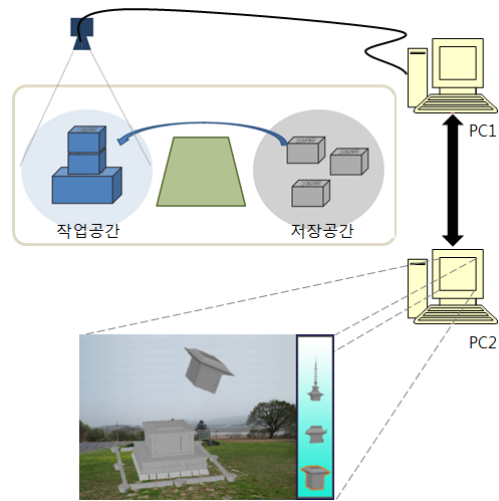


그림 2. 시스템 구조와 기본동작
Fig. 2. System architecture and basic mechanism

III. 시스템 구현

앞절의 그림 2에 나타나있듯이, 본 논문에서는 크게 트래킹 PC 및 콘텐츠 PC로 구성된 시스템과 이때 사용하는 디지털 문화재 및 부재 미니어처, 그리고 이들을 활용하는 조립체험 콘텐츠로 구성된다.

1. 조립체험 콘텐츠

본 논문에서 제공하는 디지털 문화재의 체험 콘텐츠는 그림 3과 같은 흐름을 갖는다. 여기서 콘텐츠는 사용자에게 크게 두 단계의 체험을 제공하는데, 현실공간의 미니어처 부재 조립 체험과 이를 입력으로 한 가상공간에서의 문화재 시뮬레이션이 그것이다.

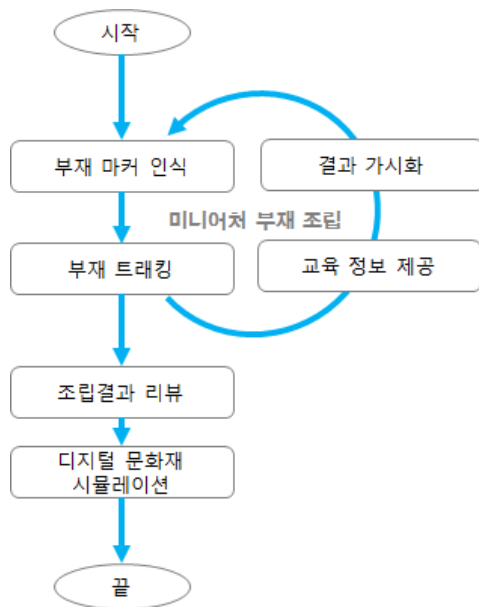


그림 3. 시스템 콘텐츠 흐름
Fig. 3. System content flow

첫 번째 체험 단계는 앞서 설명한 대로, 사용자가 각 부재 미니어처를 움직여서 실제로 미니어처 문화재를 조립하는 것으로서, 각 부재 미니어처에 대해 마커 인식하여 그 부재가 움직이는 동안 부재 미니어처의 공간정보를 추적하며, 사용자의 인터랙션에 따라 해당 부재 및 문화재에 대한 교육정보를 제공하고, 이를 실시간으로 디지털문화재에 적용하여 결과를 가시화한다. 두 번째 체험 단계는 사용자가 완성된 건축물 문화재 미니어처의 모양을 디지털건축물 문화재(20)에 동일하게 적용하고 이 데이터를 입력으로 사용자에게 사용자의 조립결과를 리뷰한 후, 디지털 건축물 문화재의 시뮬레이션을 제공하는 것이다.

2. 디지털 문화재

본 논문에서는 불국사 3층 석탑(석가탑, 국보 21호)을 단순화하여 27개의 3D 부재로 이루어진 디지털 문화재를 구축하여 사용하였다(그림 4 (a)참조). 현실공간과 가상공간의 일관성을 위해, 디지털 석가탑 데이터를 3D 프린터를 이용하여 출력하여 현실공간에서 조립이 가능한 부재 미니어처를 구축하였다(그림 4 (b) 참조). 이 부재들에 그림 4 (c)와 같이 마커를 부착하여 각자의 부재를 트래킹할 수 있도록 하였다. 따라서 현실공간에서는 트래킹 시스템에서 부재 미니어처를 사용하고, 가상공간을 다루는 콘텐츠 시스템에서는 전송되는 미니어처 추적결과를 디지털 석가탑 데이터에 반영하여 사용자 하여금 현실의 조립이 가상공간의 입력으로 작용하도록 연결하였다.



(a)디지털 3D 석가탑

(b)미니어처 석가탑

(c) 마커가 부착된 미니어처 부재
그림 4. 본 논문의 디지털 문화재

Fig. 4. Digital heritage in this paper

2. 영상기반 트래킹

본 논문에서의 트래킹은 다음의 3단계로 동작한다. 먼저 영상을 획득하고, 영상처리를 통해 다중 마커를 추적하며, 마지막으로 추적 결과를 네트워크를 통해 콘텐츠 시스템에 전송한다. 영상 획득 및 영상 처리에는 OpenCV[6]를 사용하여 구현하였으며, 영상처리에는 영상 이진화, 레이블링, 외곽선 및 마커 추출, 마커인식, 마커 위치 및 자세 계산이 순차적으로 이루어지고, 다중 마커 추적이 가능해진다.

마커 추적은 그림 5와 같이 마커별로 위치와 자세(방향)를 계산할 수 있으며, 10 프레임내외의 성능으로 준실시간 처리가 가능하다.

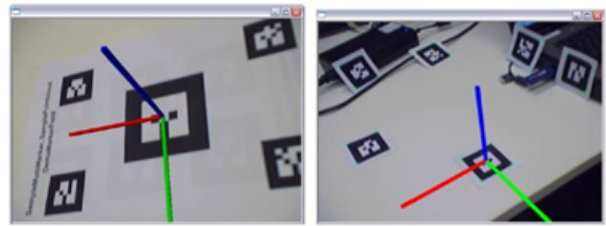


그림 5. 마커 추적

Fig. 5. marker tracking

마커 추적 결과는 부재 미니어처의 움직임으로 계산되고, 부재의 움직임은 TCP/IP 패킷을 통해 네트워크로 연결된 콘텐츠 PC에 즉시 전달되어, 콘텐츠 시스템의 가상공간에서 디지털 부재의 움직임으로 반영된다. (그림 6. 참조)

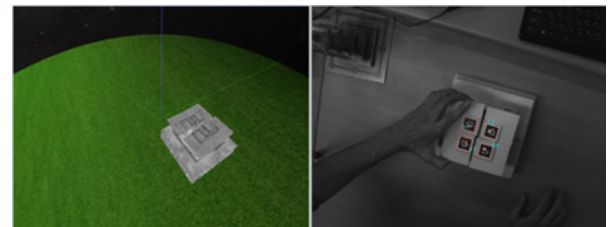


그림 5. 부재 미니어처 추적에 따른 가상공간에서의 조립
Fig. 5. The assembly in virtual world using tracking of miniature-components' assembly

이 결과 현실에서 부재 미니어처로 쌓은 미니어처 석가탑과 동일하게 가상공간에서의 디지털 석가탑을 쌓을 수 있게 된다. 즉 현실의 입력을 가상공간의 입력으로 동일하게 적용되도록 구현하여 가상공간과 현실이 연결된 콘텐츠를 체험할 수 있도록 하였다.

IV. 결론

최근 국내외의 다양한 건축 문화재에 대하여 많은 관심이 집중되고, 여러 가지 형태의 체험형 디지털 문화재 콘텐츠가 개발되어 사용자들에게 가상 체험을 제공하고 있다. 그러나 이러한 콘텐츠에 사용되는 디지털 문화재는 해당 콘텐츠에서만 사용할 수 있는 제한 있고, 다양하게 활용하기 곤란하였고, 현실 체험과 달리 가상 체험만으로는 콘텐츠의 실감에 있어서 한계가 있었다.

본 논문에서는 이를 해결하고자 디지털 부재로 디지털 문화재를 구축하고, 이 부재의 미니어처를 제작하여 가상공간의 문화재와 연결하는 콘텐츠를 소개하였다. 디지털 부재로 구축된 디지털 문화재는 기존 과 비교하여 교육, 전시, 시뮬레이션 등 다양한 분야로 활용 가능하였다. 또한 현실의 미니어처 조립 체험과 이를 가상공간에 반영한 디지털 문화재의 조립 시뮬레이션을 통해, 가상 체험만으로는 제공하기 힘든 현실감과 만족감을 제공하는 콘텐츠가 있는 시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 효율적인 조립체험을 위해, 건축 문화재 중 비교적 부재수가 적은 석조 문화재를 대상으로 콘텐츠를 구성하였으므로, 추후 보다 많은 부재로 구성된 목조 문화재로 대상 및 콘텐츠 지원을 확대할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 콘텐츠산업기 술지원사업으로 수행되었음 (과제고유번호: R2013010060).

참고문헌

- [1] K. Park, J. Leigh, A. Johnson, How Humanities Students Cope with the Technologies of Virtual Harlem, *Works and Days* 37/38, 19 (1&2), pp. 79-97, 2001.
- [2] A. Gaitatzes, D. Christopoulos, M. Roussou, "Reviving the Past: Cultural Heritage Meets Virtual Reality". *Proc. of Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage* 2001, pp.103-110.
- [3] K. Park, Y. Cho, S. Park, Lessons Learned from Designing a Virtual Heritage Entertainment Application for Interactive Education, *International Conference on Entertainment Computing, 2006 (LNCS4161)*, Springer-Verlag, pp. 233-238, Cambridge, UK, September 20-22, 2006.
- [4] 박수훈 "전통가옥 윤증고택의 부재 모델링과 꺾음부의 구축적 특성", 2012 한국 CAD/CAM 학회 학술대회 논문집, pp.702-711, 2012.
- [5] 박수훈, "한옥 구조부재 설계의 모델생성기와 가상구축", 2012 한국 CAD/CAM 학회 학술대회 논문집, pp. 678-683, 2012.
- [6] <http://opencv.org>