야외 증강현실 기반의 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템

한종길* · 박경욱** · 반경진* · 김응곤***

Outdoor Augmented Reality based 3D Model
Visualization System of Cultural Heritage Sites

Jong-Gil Han* · Kyoung-Wook Park** · Kyeong-Jin Ban* · Eung-Kon Kim***

요 약

최근 국내외에서 역사의 중요성이 대두됨에 따라 문화 콘텐츠 산업이 크게 성장하고 있다. 그 중에서 IT기술을 접목한 분야가 주목받고 있다. 특히, 증강현실 기술을 이용한 문화 유적지, 건축문화재, 유물 복원 디지털 콘텐츠 개발 등 3D 시각화에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 기존의 복원 디지털 콘텐츠는 주로 실내에서만 이루어지고 있는 시스템이 대부분이다. 본 논문에서는 실내가 아닌 실외에서 야외 증강현실 기술을 이용한 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템을 제안한다. 제안된 시각화 시스템은 실외에서 스마트폰을 사용하여 입력받은 영상이미지에 문화 유적지 3D 모델을 증강한다.

ABSTRACT

Recently, at home and abroad cultural content industry has developed as the growing importance of history. Among them, the reconstruction contents area which combined with IT technology is attracting attention. Specially, using augmented reality technology, 3D visualization researches which restore contents of architectural heritage, cultural heritage sites, and artifacts have been performed in cultural content area. The existing cultural site restore contents are mostly made based on the images taken from indoor. In this paper, efficiently visualize the restore contents in indoor, but outdoors is limited. This theses presents the cultural heritage sites 3D model visualization system using augmented reality in outdoor. Proposed system augments 3D model to cultural heritage site in outdoor by using Smart Phone.

키워드

Augmented Reality, Cultural Heritage Sites, SURF, Object Panorama
증강현실, 문화 유적지, SURF, 객체 파노라마

1. 서 론

최근 국내·외적으로 역사의 중요성이 대두됨에 따라 문화 콘텐츠 산업이 발달하였다. 그 중에서도 IT

기술을 접목한 복원 콘텐츠 분야가 주목받고 있다.

스마트폰이 등장하면서 많은 애플리케이션이 개발되었다. 특히, 증강현실 기술 기반의 애플리케이션 개발이 이루어지면서 문화 콘텐츠 산업에서도 건축 문

* 순천대학교 컴퓨터학과(han-119@hanmail.net)

** 전남대학교 문화콘텐츠학부(zergadiss73@chonnam.ac.kr)

*** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터학과(kek@sunchon.ac.kr)

접수일자 : 2012. 11. 25

심사(수정)일자 : 2013. 02. 20

게재확정일자 : 2013. 03. 22

화재, 문화 유적지, 유물의 복원 콘텐츠에 이용되고 있다[1]. 대부분의 문화 유적지, 건축 문화재, 유물들이 흔적만 남아있거나, 소홀한 관리가 지속되고 있다. 흔적만 남아있거나, 소홀하게 관리되는 문화 유적지의 효율적인 관리를 위해서는 증강현실 기술을 이용한 복원 콘텐츠가 효과적이다. 그러나 기존의 복원 콘텐츠 대부분이 실내에서 이루어지고 있어 장소의 제약을 받고 있다.

본 논문에서는 실내가 아닌 실외에서 야외 증강현실 기술을 이용한 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템을 제안한다. 제안된 시각화 시스템은 객체 파노라마, SURF(: Speeded Up Robust Features) 알고리즘 [2], GPS 등을 이용하여 실외에서 입력받은 영상이미지에 문화 유적지 3D 모델을 증강한다. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템을 통해서 학생, 교사 또는 일반인들에게 몰입감 있고 실감 있게 문화 유적지를 관람 할 수 있게 하는데 목적을 두고 있다.

II. 관련 연구

2.1 증강현실의 정의 및 관련 기술

증강현실(Augmented Reality : AR)이란 사용자가 눈으로 보는 현실세계와 부가정보를 갖는 가상 세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실(Virtual Reality : VR)의 한 분야이다. 가상환경 및 가상현실에서 파생된 용어로 실제 환경에 컴퓨터 그래픽 영상을 삽입하여 실시간 영상과 가상의 영상을 혼합하여 사용자가 보고 있는 실세계의 영상과 컴퓨터가 생성한 가상의 영상이 실시간으로 합성된 영상을 제공하여 사용자에게 실세계에 대한 이해 및 현실감을 높여주는 기술이다[3-6].

2.2 야외 증강현실 기술

야외 증강현실은 증강현실 기술 기반으로 실내가 아닌 야외에서의 GPS, 나침반, 자이로스코프센서 등을 이용하여 구현하는 기술을 말한다. 실내 증강현실과 달리 공간의 범위도 제한하지 않는다[7].

실내 증강현실은 비교적 협소한 공간에서 이루어지기 때문에 가상 물체의 합성이 용이하게 마커를 이용하는 반면 야외 증강현실은 비교적 넓은 지역에서의

사용을 목적으로 하므로 실내에서 사용되는 마커 기반이 아닌 위치 정보도 같이 이용한다[8].

2.3 문화재 디지털 복원 현황

국내외적으로 문화의 우수성을 알리고 보존하기 위해 IT 기술과 융합한 형태의 디지털 복원 콘텐츠에 대한 연구가 이루어지고 있다. 국내에서도 디지털 복원 방법으로 실제 측정을 통한 자료를 토대로 실제 크기의 3D 모델을 프로젝터로 보여주는 방법, ARToolkit을 이용하여 디지털 복원 콘텐츠를 제공하는 방법 등이 있다[9].

ARToolkit은 컴퓨터 비전의 트래킹 라이브러리로 카메라를 통해 들어온 영상에서 사각형의 여러 가지 문양의 마커를 트래킹 하여 3차원의 가상 이미지를 오버레이 시켜 손쉽게 증강현실을 프로그래밍 하도록 되어 있다[10]. 그림 1처럼 ARToolkit을 이용하여 건축물을 복원할 수 있다.

그림 1. ARToolkit을 이용한 증강현실
Fig. 1 Augmented reality using ARToolkit

실측을 통한 디지털 복원기법은 문화재의 특성과 역사적 배경 및 문헌조사 자료를 수집하여 분석하고, 현장에서의 실측을 통해 문화재의 정보를 파악하여 3D 모델을 만드는 방법이다[11]. 실측을 통해서 3D 모델링하여서 시나리오에 맞게 구성하고 결과물을 편집하여 대형 프로젝터 및 웹으로 서비스 받을 수 있고, 관람이 가능하다.

III. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템 설계

3.1 제안 시스템 설계

본 연구에서의 야외 증강현실 기반의 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템 구성도는 그림 2와 같다.

그림 2. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템 구성도
Fig. 2 Cultural sites 3D visualization system configuration

3.2 문화 유적지 3D 모델 구축

야외 증강현실 기반의 문화유적지 3D 모델 시각화 시스템을 구현하기 위해서는 실세계에서 보여줄 문화 유적지 3D 모델이 필요하다. 실제 3D 모델을 제작하기 위해서 석곽묘와 고인돌을 대상으로 제작하였다.

그림 3. 석곽묘 촬영 영상
Fig. 3 Stone tomb shooting video

그림 4. 석곽묘 3D 모델 제작
Fig. 4 Creation of stone tomb 3D models

그림 3과 같이 석곽묘 촬영 영상 및 자료 수집을 통해서 그림 4와 같이 3D 모델 제작 프로그램 3ds Max를 활용하여 석곽묘 3D 모델을 제작하였다. 3D 모델의 데이터가 커지면 다른 콘텐츠 형태로 활용이 용이하지 못하기 때문에 삼각형 폴리곤을 사용하여 최소한의 용량으로 제작하였다.

3.3 객체 파노라마 영상 생성 및 특징점 추출

문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템은 문화 유적지 중심으로 3D 모델을 증강하기 때문에 기존의 배경 파노라마가 아닌 객체 중심의 파노라마 영상 생성이 필요하다. 객체 파노라마란 가상공간 내에서 사용자에게 특정 객체에 현장감 있는 영상 정보를 제공하기 위해 객체를 중심으로 파노라마 영상을 보여준다[12].

객체 파노라마에서 객체를 관찰하기 위한 파노라마 공간 모델과 같은 경우에는 배경 파노라마와는 다르게 카메라의 촬영 각도 그림 5의 (a) 뿐만 아니라 카메라가 이동하는 위치 그림 5의 (b)를 고려하여 공간의 형태를 모델링 해야만 한다.

그림 5. 객체 파노라마 생성 과정
Fig. 5 Object panorama creation process

문화 유적지 객체 파노라마를 이용하여 각도에 따라 그림 6과 같이 문화 유적지 객체 파노라마를 생성한다. 생성된 영상은 입력받은 카메라 영상과 다양한 각도에서 매칭을 쉽게 할 수 있다.

스마트폰으로부터 입력을 받는 이미지와 객체 파노라마 이미지가 매칭하려면 특징점 알고리즘을 사용하여 정확한 특징점 매칭이 필요하다. 특징점 압축 알고리즘으로는 대표적으로 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)와 SURF(Speeded Up Robust Features)[13]가 있다. 그리고 두 알고리즘은 흑백 영상으

로부터 스케일 및 회전변환에 불변하는 특징점을 찾고, 표현자를 구성하는 공통점이 있다. SURF 알고리즘은 SIFT 알고리즘에 비해 특징점을 추출하는 시간이 약 4배 빠르다. 그래서 스마트폰이나 태블릿 PC와 같은 시스템 자원과 처리 속도에 제한이 많은 모바일 기기에서는 SIFT 보다는 SURF 알고리즘을 적용해 특징점을 매칭한다.

그림 6. 문화 유적지 객체 파노라마
Fig. 6 Cultural sites-object panorama

그림 7. 객체 파노라마 생성 과정
Fig. 7 Object panorama creation process

그림 7과 같이 SURF 알고리즘을 이용하여 유적지 배경 이미지와 카메라 영상으로 특징점 매칭을 한다.

3.4 문화 유적지 3D 모델 시각화

문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템은 스마트폰 모바일 기기에서 사용할 수 있는 야외 증강현실 기술을 이용하여 모바일 애플리케이션을 이용한다. 그리고 문화 유적지 시각화 시스템은 스마트폰의 카메라로부터 입력받은 문화 유적지 영상 이미지의 정보로 이용한다. 스마트폰의 위치 정보, 자이로센서를 이용해 자세를 추정하여 그림 8과 같이 기존의 영상 이미지와 3D 모델의 정확한 정합을 한다.

그림 8. 문화 유적지 자세 추정
Fig. 8 Cultural sites pose estimation

IV. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템 구현

제안하는 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템은 그림 9와 같다.

그림 9. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템 과정
Fig. 9 Cultural sites 3D visualization system process

그림 9는 스마트폰의 카메라로부터 입력받은 문화 유적지 이미지와 저장된 객체 파노라마 이미지의 특

정점 매칭을 통해 문화 유적지 3D 모델을 보여주는 시각화 과정을 보여준다.

4.1 문화 유적지 3D 모델 구현 환경

문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템에 사용된 시스템 제원은 표 1과 같다.

표 1. 시스템 제원
Table 1. System specifications

구분	제원
CPU	A8 Cortex 720Mhz
해상도	800*480
OS	안드로이드 2.3.4(진저브레드)
카메라	500만 화소

최소한의 시스템 구현 환경을 이용하여 Google에서 개발한 안드로이드 2.3.4 를 사용하였다. 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템에 사용된 라이브러리는 표 2와 같다.

표 2. Min3D Library
Table 2. Min3D Library

라이브러리	기능
Animation	3D 모델 동작 설정
Core	색, 모서리, 객체 텍스처
Interfaces	오브젝트 인터페이스
Vos	카메라, 빛, 렌더 타입
Parser	3D 확장자 로드, 객체 각도

Min3D 라이브러리에는 3D 객체를 로딩 할 수 있는 Parser 라이브러리와, 객체의 움직임, 재질 매핑을 할 수 있는 Core 라이브러리를 사용하고, 3D 객체의 카메라 리뷰, 렌더링 등을 사용하였다.

4.2 제안 시스템 구현

위의 시각화 시스템 과정을 통해서 그림 10과 같이 야외 증강현실 기반의 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템을 구현하였다. 그림 10처럼 스마트폰의 카메라를 이용해서 문화유적지에 3D 모델을 증강하였다. 카메라의 다양한 각도에서도 3D 모델이 자유자재로 증강이 가능하다.

그림 10. 문화 유적지 시각화 시스템 구현
Fig. 10 Implementation of cultural Sites visualization system

V. 결 론

본 논문에서는 실제 문화 유적지의 영상 이미지를 이용하여 영상 전체에 3D 문화 유적지 모델을 스마트폰에 시각화하는 증강현실 기반의 3D 모델 시각화 시스템을 제안하였다. 기존에는 실내에서만 이용 가능한 마커 기반으로 진행된 문화 유적지 복원 콘텐츠를 사용자에게 보여주는 방식이었다. 하지만 한정된 곳에서만 문화 유적지 관람이 가능하기 때문에 사용자가 이용하기가 어려웠다. 본 논문의 문화 유적지 3D 모델 시각화 시스템을 활용하면 실내뿐만 아니라 실외 어디서든 문화 유적지를 사용자가 쉽게 정보를 이용하고 활용할 수 있다.

향후 연구로는 실제 문화 유적지를 보듯한 시스템을 구현하기 위해 3D 모델 렌더링 기술, 스마트폰 뿐만 아니라 태블릿 PC에서도 쉽게 구현할 수 있게 소스 코딩 기술 등을 이용하여 문화 유적지 3D 모델을 이용하여 야외 박물관 시각화 시스템 구현을 연구할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고 문헌

- [1] 이관욱, 장성은, 김만배, “스마트폰 카메라를 이용한 증강현실 시스템”, 한국방송공학회 하계학술대회, pp. 341-342, 2011.
- [2] H. Bay, E. Andreas, T.Tuytelaars and L.V. Gool, “Speeded-up robust Features”, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 110, pp. 346-359, 2008.
- [3] 장병태, 김주완, 김동현, “증강현실기술”, 정보과학회지, 15권, 11호, pp. 14-19, 1997.
- [4] 이동훈, 양황규, “비가시성 인터랙션 표면 생성을 통한 인터랙티브 입체영상 시연 시스템 개발”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 3호, pp. 371-379, 2011.
- [5] 김응곤, 류남훈, 이혜미, “모핑 기법을 활용한 어류 성장 과정 시스템 설계 및 구현”, 한국전자통신학회논문지, 5권, 1호, pp. 102-108, 2010.
- [6] 이상진, 오경숙, 김응곤, “증강현실 기반의 3D 어류 백과사전 시스템”, 한국전자통신학회춘계종합학술대회, pp. 373-376, 2011.
- [7] 이혜미, 류남훈, 김응곤, “상호작용 확장을 위한 상황적 UX 기반의 스마트 증강현실 시스템 설계 및 구현”, 한국전자통신학회논문지, 7권, 2호, pp. 440-441, 2012.
- [8] Kamat, V. and El-Tawil, S. “Evaluation of Augmented Reality for Rapid Assessment of Earthquake-Induced Building Damage”, Computing in Civil Engineering, Vol. 21, pp. 303-310, 2007.
- [9] 김태은, 김병철, “증강현실 기반의 멀티미디어 전시에 관한연구”, 한국전자통신학회논문지, 7권, 3호, pp. 521-527, 2012.
- [10] 손원영, 홍현기, “ARToolkit을 이용한 스마트 폰에서 증강현실 구현”, 대한전자공학회 하계학술대회, 33권, pp. 1666-1667, 2010.
- [11] 이강훈, 조세홍, “증강현실을 이용한 건축문화유산 구현”, 멀티미디어학회논문지, 15권, 1호, pp. 131-139, 2012.
- [12] 정정일, “나팔 형태의 공간 모델링을 기반으로 한 객체 파노라마 생성 방법”, 경원대학교 학위논문, 2011.
- [13] D.Lowe, “Object Recognition from Local Scale-Invariant Features”, International Conference on Computer Vision, Vol 2, pp. 1150-1157, 1999.

저자 소개

한종길(Jong-Gil Han)

2011년 순천대학교 농업경제학과 졸업(경제학사)
2013년 순천대학교 대학원 컴퓨터과 학과 재학(이학석사)

※ 관심분야 : 컴퓨터그래픽, 데이터베이스

박경욱(Kyoung-Wook Park)

1996년 8월 순천대학교 전자계산학과(이학사)
1999년 8월 전남대학교 전산통계학과(이학석사)

2004년 8월 전남대학교 전산학과(이학박사)

※ 관심분야 : 병렬 및 분산처리, 그래프 이론, 알고리즘, 영상처리

반경진(Kyeong-Jin Ban)

2003년 2월 순천대학교 컴퓨터과학과(이학사)
2005년 2월 순천대학교 컴퓨터과학과(이학석사)

2011년 2월 순천대학교 컴퓨터과학과(이학박사)

※ 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, RFID, USN

김응곤(Eung-Kon Kim)

1980년 2월 조선대학교 전자공학과(공학사)
1986년 2월 한양대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

1992년 2월 조선대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1993년 3월~현재 순천대학교 컴퓨터과학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI