

# 구조물 실감 체험을 위한 야외 증강현실 기반의 3D 시각화 어플리케이션 개발

이영재\* · 김응곤\*\*

Development of Outdoor Augmented Reality Based 3D Visualization Application for Realistic Experience of Structures

Young-Jae Lee\* · Eung-Kon Kim\*\*

요 약

최근 증강현실 기술이 발전함에 따라 다양한 산업분야에 활용되고 있으며, 특히 건축분야에서 구조물과 인간의 상호 작용에 큰 영향을 미치고 있다. 본 논문에서는 야외 증강현실 기술을 이용하여 구조물을 실감 체험하기 위한 3D 시각화 시스템을 제안한다. 제안된 어플리케이션은 야외 증강현실 기술을 이용하여 현장에서 미래에 건설될 고층빌딩, 교량, 선박 등의 구조물을 주위환경을 고려하여 증강시켜 시각화함에 따라 완공 후의 구조물을 정확하게 사용자에게 제공할 수 있어, 기존의 방식에 비해 훨씬 실감 있는 정보를 제공하며, 몰입감을 줄 수 있다.

ABSTRACT

Recently, as AR(Augmented Reality) technology develops, it is used in field of diverse industry and specially affects structures and human interaction in field of architecture. This paper proposes 3D visualization application for realistic experience of structures by using outdoor AR technology. Proposed application visualizes structures such as high buildings, bridges, ships, and so on to be constructed in future, considering ambient environment by using outdoor AR technology, provides precisely user structures after completing construction and offers more realistic information and immersion as compared with previous methods.

키워드

Outdoor AR, Realistic Experience, Visualization Application, Mobile, Building Visualization  
야외증강현실, 실감 체험, 시각화 어플리케이션, 모바일, 건축물 시각화

## 1. 서론

최근 증강현실 기술이 발전함에 따라 다양한 산업 분야에 활용되고 있으며, 특히 건축분야에서 구조물과 인간의 상호 작용에 큰 영향을 미치고 있다[1-3].

기존에는 대형 건축 구조물의 건설 계약 시 요구되는 외형 규모, 구획배치는 발주자의 요구사항을 모두 수용해야하지만 기존 2차원 설계도면이나 조감도로는 구조물의 설계정보와 지식 및 관련 자료가 분산되어 이해하기 어려움이 있으며, 고층 빌딩, 교량 등의 대

\* 순천대학교 컴퓨터학과(skyit89@nate.com)

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

접수일자 : 2014. 12. 22

심사(수정)일자 : 2015. 01. 16

게재확정일자 : 2015. 02. 09

형 구조물의 경우 설계도 및 조감도만으로는 실제 건설된 후의 규모 및 모습을 파악하기 어려우며, 한번 건설이 시작되면 수정이 어려운 단점을 가지고 있다.

또한, 현재 구조물의 시공 중이거나 시공 후 결과를 시뮬레이션하기 위해서는 컴퓨터에서 가상현실로 구조물을 구현하여 사용자에게 건물의 외관의 형태를 보여주는 방법을 사용하고 있다[4].

하지만 이러한 방법은 시공 중인 장소에서 바로 확인이 불가능하며, 사용자가 따로 컴퓨터를 이용하여 살펴보아야 하므로 현장감과 몰입감이 떨어지고, 구조물이 실제 시공 중인 장소의 주변 환경에 바로 적용된 것이 아니므로 시간에 따른 환경 변화와 경사와 같은 지리적 특성 등 주변 환경에서 고려되어야 하는 것들이 적용되지 않을 가능성이 크다.

본 논문에서는 야외 증강현실 기술을 이용하여 구조물을 실감 체험형의 3D 시각화를 위한 어플리케이션을 제안한다.

제안된 어플리케이션은 야외 증강현실 기술을 이용하여 현장에서 미래에 건설될 고층빌딩, 교량, 선박 등의 구조물을 주위환경을 고려하여 증강시켜 시각화함에 따라 완공 후의 구조물을 정확하게 사용자에게 제공할 수 있어, 기존의 방식에 비해 훨씬 실감 있는 정보를 제공하며, 몰입감을 줄 수 있다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 증강현실 정의

증강현실(AR : Augmented Reality)은 인간과 컴퓨터의 상호작용 및 의사전달에 이용할 수 있는 새로운 패러다임으로 가상현실(VR : Virtual Reality)의 한 연구 분야로 가상 환경 및 가상현실에서 파생된 용어로 실제 환경에 컴퓨터로 생성한 가상 정보를 결합하여 사용자가 자신이 위치하고 있는 실세계의 영상과 컴퓨터가 생성한 가상의 영상을 실시간으로 합성된 영상을 제공하여 사용자에게 실세계에 대한 이해 및 현실감을 높여주는 기술이다[5-6].

증강현실은 고정 형 디스플레이에 카메라가 디스플레이 상단에 고정되어 있는 데스크톱 형태. 스마트폰 혹은 안경 형 디스플레이 같이 손으로 들고 다니거나 몸에 착용할 수 있는 모바일 형태 그리고 프로젝터를

활용하여 영상을 실제 공간에 증강시키는 설치 형태로 시스템 유형을 나누어 볼 수 있다.

### 2.2. 증강현실 관련기술

증강현실 객체인식 및 객체 추적의 관련 기술로는 인공적인 마커를 이용해 실세계 환경을 설치하여 카메라로 마커를 추적하여 객체를 인식하는 마커기반 방식과 실세계 기반 증강현실 기술과 실세계의 특징을 통해 객체를 인식하여 정보를 제공하는 비마커 기반 증강현실 기술이 있다.

마커기반 방식은 특징을 가지는 형태의 마커, 칼라 마커, 2D바코드가 대표적으로 있으며, 인공적인 마커를 이용하기 때문에 인식률이 높아 객체인식 및 추적을 쉽게 할 수 있으며, 성공적으로 증강현실에 적용될 수 있는 반면에 특정 영역에 마커를 설치해야하기 때문에 응용범위가 협소하고 현실감과 몰입감을 저해할 수 있다[7-8].

실세계 주변 환경에서 점, 선, 텍스처와 같은 특징을 찾아 객체를 인식하기 때문에 장소에 구분 없이 사용이 가능하고 마커를 이용 하지 않고 현장에서 바로 사용하기 때문에 몰입 감을 향상시키고 흥미도를 유발 시킬 수 있다[9-10].

### 2.3. 야외 증강현실

야외 증강현실 기술은 증강형신 기술을 이용하여 실내가 아닌 야외에서 GPS센서, 나침반, 자이로스코프 센서, 지자기센서 등 각종 센서를 이용하여 구현하는 기술을 말하며, 위치 정보를 필요로 하는 건축, 토목 등에 많이 사용되고 있으며, 넓은 지역에서의 사용을 목적으로 하기 때문에 기존의 실내에서 사용되는 마커 기반이 아닌 위치정보를 주로 이용한다[11-12].

## III. 구조물 실감 체험을 위한 야외 증강현실 기반의 3D 시각화 어플리케이션 개발

본 논문에서는 사용자가 스마트폰을 이용하여 현장에서 시공 중이거나 시공 후의 고층빌딩, 교량, 선박 등의 구조물을 현장의 주변 환경을 고려하여 시각화하여 미리 확인이 가능하도록 하는 목적으로 어플리케이션을 설계하였다.

또한, 비 마커 기반의 증강현실 기법을 사용하여 어플리케이션을 구현함에 따라 현장에서 별도의 마커를 부착할 필요가 없으며, 바로 구조물을 증강시켜 시각화하여 제공하기 때문에 사용자에게 몰입감과 현장감을 제공할 수 있도록 하였다.

제안된 고층빌딩, 교량, 선박 등의 구조물을 현장에서 증강시켜 시각화하는 야외 증강현실 기반의 구조물 3D 모델 시각화 기술의 처리과정은 그림 1과 같다.

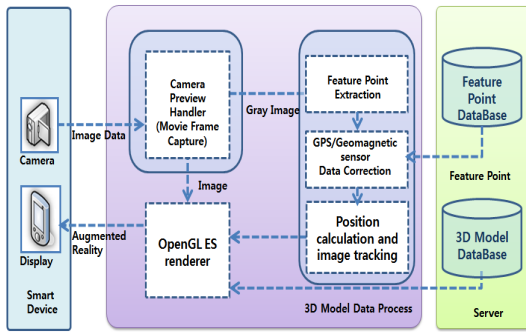


그림 1. 야외 증강현실 기반 구조물 3D 모델 시각화 과정

Fig. 1 Structure 3D model visualization process based on outdoor augmented reality

스마트폰 어플리케이션은 먼저 사용자의 스마트폰 카메라에서 영상을 획득하여 특징점을 추출한 후 GPS/지자기센서를 이용하여 가상 구조물의 위치 및 방향을 판단하면, 서버에서는 이와 관련된 데이터를 매칭하여 사용자에게 가상 구조물의 정보와 3D모형을 전송하여 카메라 영상 위에 렌더링 하는 과정을 수행하게 된다.

### 3.1. 비 마커 기반 야외 영상 인식 및 트래킹

제안된 어플리케이션은 넓은 지역의 야외에서 마커가 없기 때문에 사용자의 카메라 영상을 하나의 마커로 인식하도록 하며, 야외에서는 날씨, 햇빛의 강약, 카메라의 회전에 관계없이 현장을 인식하기 위해서 그림 2와 같이 SURF 알고리즘을 이용하여 특징점을 추출하여 영상을 인식하고 트래킹 할 수 있도록 했다.

사용자가 카메라로 시공 중인 구조물이나 시공전의 현장 영상을 촬영하고, 날씨 및 계절의 영향을 최소화하기 위해 촬영된 영상을 그레이 이미지로 변환한 후

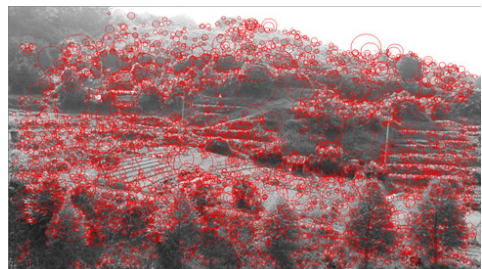
SURF알고리즘을 이용하여 특징점을 추출하였다.

추출된 특징점 데이터는 특징점 수, 위치, 크기, 라플라시안(Laplacian), 특징벡터(Descriptor)로 구성되며, 하나의 특징점은 2차원 좌표와 크기, 라플라시안, SURF 차원 수에 해당하는 크기의 특정 벡터를 지니며, 이렇게 추출된 특징점들은 서버의 데이터베이스로 구축하여 저장되며, 영상을 인식하는 단계에서 활용된다.

SURF알고리즘은 속도 면에서 다른 알고리즘들에 비해 빠르지만 정확도가 약간 떨어지며, 다수의 후보 영상들과 매칭을 하는 경우 영상 인식시간이 많이 걸리는 단점을 가지고 있다.



(a) 카메라영상  
(a) Camera image



(b) SURF 알고리즘을 활용한 특징점 추출 화면  
(b) Screen shot of feature point extraction using SURF algorithm

그림 2. SURF 알고리즘을 이용한 특징점 추출  
Fig. 2 Feature point extraction using SURF algorithm

그렇기 때문에 좀 더 정확하게 영상을 인식하기 위해 특징점 데이터뿐만 아니라 사용자의 현 위치 및 카메라의 방향에 대한 정보를 활용하여 매칭을 빠르게 수행하고 정확한 위치에 해당 3D모형을 정합시키기 위해 스마트폰에 내장되어 있는 GPS센서와 지자

기 센서 데이터를 이용하여 사용자의 현 위치와 방향을 얻어내고 영상 특징점 데이터와 결합하여 정확한 위치를 계산하고 영상 트래킹을 수행한다.

이렇게 정합을 위한 정확한 구조물의 위치와 방향을 판단하면, 서버는 실시간으로 저장된 특징점 데이터 중에서 사용자가 요청한 구조물에 대한 가장 유사한 데이터를 검색한다.

그런 다음 검색된 구조물의 특징점 데이터를 그림 3과 같이 특징점을 매칭하여 매칭된 결과를 사용자의 스마트폰에 3D모형을 정합하여 보여지게 된다.

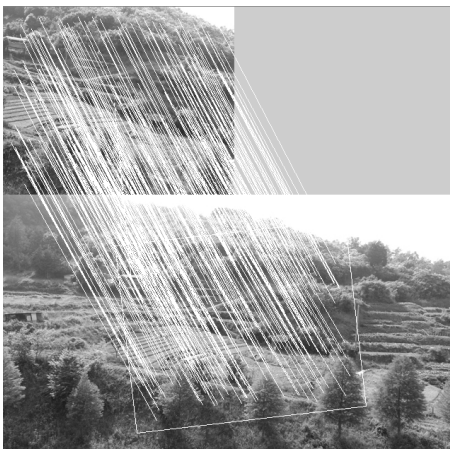


그림 3. 특징점 매칭 및 트래킹  
Fig. 3 Feature point matching and tracking

### 3.2. GPS, 지자기, 영상센서를 결합한 3D모델 정합

정확한 위치와 크기로 스마트폰의 스크린 뷰에 증강시키기 위해서는 크게 센서 및 영상 데이터 수집 및 사전으로 설정을 하는 단계와 영상 매칭 및 정합의 두 단계로 이루어진다.

먼저 센서 및 영상 데이터 수집 및 사전 설정 단계는 그림 4와 같으며, 이 단계에서는 구조물이 들어설 현실세계의 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장하는 단계로서 현장에서 미리 스마트폰에 내장된 카메라를 이용하여 구조물이 들어설 영상을 촬영한 후 GPS, 지자기센서, 자이로스코프 센서를 활용하여 사용자의 스마트폰이 현실세계의 어느 장소에서 어느 방향을 향하고 있는지 데이터를 수집하였다.

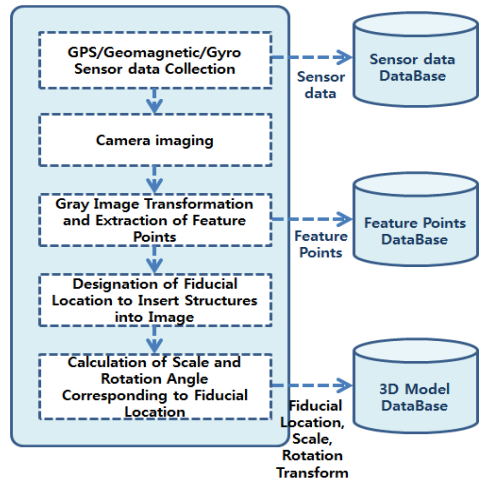


그림 4. 한글 제목 넣어주세요.  
Fig 4. 영어 제목 넣어주세요.

사전설계단계가 끝난 후 현장에서 스마트폰을 통해 3D모형을 정합하여 시각화하는 과정은 그림 5와 같다.

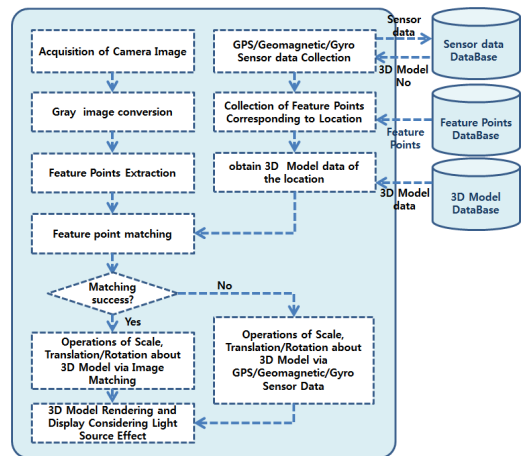


그림 5. 한글 제목 넣어주세요.  
Fig 5. 영어 제목 넣어주세요.

### 3.3. 야외 증강현실 스마트폰 어플리케이션

실감 체험형 야외 증강현실 기술을 활용하여 구조물 3D모형을 현장에서 증강 시켜 시각화를 테스트 하기 위해 그림 6과 같이 3D 구조물을 3D Studio Max의 프로그램을 활용하여 1:1 스케일의 정확한 크기의 3D 구조물을 모델링 하였다.

## V. 결론

본 논문에서는 특징점을 이용한 영상 매칭을 이용하여 추가의 마커 없이 야외에서 가상의 대형 구조물을 정확한 위치와 크기로 증강시키는 실감형 3D 시각화 어플리케이션을 구현하였다.

또한, 시간이 흐름에 따라 달라지는 건설 현장의 모습으로 영상 매칭이 실패할 경우 GPS, 지자기, 자이로스코프 센서 데이터를 활용하여 사용자의 위치, 방향, 카메라 각도를 계산하여 구조물을 증강시킬 수 있도록 하였다.

구현된 어플리케이션은 야외 증강현실 기술을 이용하여 현장에서 미래에 건설될 고층빌딩, 교량, 선박 등의 구조물을 주위환경을 고려하여 증강시켜 시각화함에 따라 완공 후의 구조물 외형을 설계도면이나 조감도 보다 쉽고 편리하게 사용자에게 제공함으로써 전문지식을 가지지 못한 작업자와 설계자와의 효율적인 의사소통이 가능하게 하였으며, 기존의 설계도면 및 조감도를 제시하는 방법에 비해 훨씬 몰입 감 있는 체험할 수 있으며, 현장감 있는 정보를 제공한다.

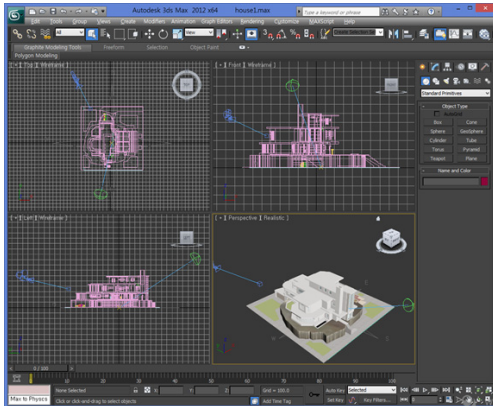


그림 6. 3D 모델 제작  
Fig. 6 3D model making

구현된 구조물 실감 형 3D 시각화를 위한 야외 증강현실 스마트폰 어플리케이션은 특징점 데이터, GPS 센서와 지자기 센서 등을 활용하여 정확한 위치에 모델을 정합하여 시각화한 실행화면은 그림 7과 같다.



그림 7. 스마트폰 어플리케이션 구현화면  
Fig. 7 Screen shot of smartphone application

### 감사의 글

본 논문은 한국전자통신학회 2014년도 봄철종합학술대회 우수논문으로 게재함

## References

- [1] Y. Oh, E. Kim, "Implementation and Analysis of 3D Fish Encyclopedia for Children Education in Mobile Environment," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 2, 2013, pp. 355-361.
- [2] Y.-J. Oh, O.-H. Cho, E.-K. Kim, "Design of 3D Ship Display System using Android," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1011-1016.
- [3] Y.-J. Oh, E.-K. Kim, "Implementation and Analysis of 3D Fish Encyclopedia for Children Education in Mobile Environment," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sci-*



ences, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1005-1010.

- [4] E. Kim and S.-B. Lim, Y.-C. Choy, M.-H. Choi "Client-Centered mobile AR System for 3D Virtual Building Viewer," *Conference on The Institute of electronics And Information Engineers*, vol. 29, no. 2, 2006, pp. 981-984.
- [5] S. Feiner, B. Macintyre and D. Seligmann. "Knowledge-based augmented reality," *Communications of the ACM*, vol. 30, no. 7, July. 1993, pp. 53-62.
- [6] B. Jang, C.-W. Kim and D.-H. Kim "Technology Note AR (Augmented Reality) technology," *J. Information Systems Section*, vol. 15 no. 11, 1997, pp. 14-19
- [7] M. Fiala, "Comparing ARTag and ARToolkit Plus Fiducial Marker Systems," *IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications*, 2005, pp. 148-153.
- [8] S.Malik, G.Roth, and C.Mc Donald, "Robust corner tracking for real-time augmented reality," *NRC Publications Archive*, 2002.
- [9] B. Jiang, U. Neumannm and S. U, "A Robust Hybrid Tracking System for Out door Augmented Reality," *In Proc. IEEE Virtual reality*, 2004, pp. 3-275.
- [10] Y. Pang, M. Yuan and K. Toumi, "A Markerless Registration Method for Augmented Reality based on Affine Properties," *In Proc. ACM 7th Australasi an User interface conference*, vol. 50, 2006, pp. 25-32.
- [11] R. Kamat and E.-Tawil, M. ASCE "Evaluation of augmented reality for rapid assessment of earthquake-induced building damage," *J. computing in civil engineering*, vol. 21, no. 5, 2007, pp. 303-310.
- [12] H. Kim, "Implementation of Indoor/Outdoor Markerless Tracking-Based Augmented Reality," *J. remote sensing*, vol. 25, no. 2, 2009, pp. 165-173

## 저자 소개



### 이영재(Young-Jae Lee)

2012년 순천대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

2014년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)

2014년 2월~현재 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정 재학

※ 관심분야: 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI, 증강현실



### 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