

사실감 증대를 위한 마커 없는 증강 현실 플랫폼과 그 응용*

*김기영 박영민 이원우 윤경담 우운택

광주과학기술원 U-VR 연구실

*kkim@gist.ac.kr

Marker-less Augmented Reality Platform with Enhanced Realism and its Applications

*Kiyoung Kim Youngmin Park Wonwoo Lee KyungdahmYun Woontack Woo

GIST U-VR Lab.

요약

본 논문에서는 현실과 가상공간 사이의 이음매 없는 증강 현실 (Augmented Reality)을 구현하기 위한 도구로 새로운 마커 없는 (Markerless) 증강 현실 핵심 플랫폼을 제안한다. 대부분의 증강 현실 응용들은 추적 (Tracking)의 용이성을 위해 특별히 고안된 마커를 사용하고 있는 실정이다. 일반적으로 마커 기반 증강 현실 시스템은 정합의 안정성을 향상시키고, 가상 객체와의 상호 작용을 효과적으로 구현할 수 있게 도와주지만, 사용자의 시각적 몰입감을 저해하는 단점을 갖고 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 증강 현실 시스템을 보완하기 위해, 평면상의 특징점과 3차원 실제 객체 추적을 기반으로 한 새로운 증강 현실 플랫폼을 제안한다. 플랫폼에서는 증강되는 가상 객체의 부드러운 그림자 (Soft shadow)를 생성하고, 다중 광원에 대한 그림자 생성을 지원하여 실내 환경에서의 사실적 증강을 가능케 한다. 또한, 평면 및 객체 추적에 기반한 증강 현실 시스템에서 사용 가능한 손-접촉 (Hand-Touch) 기반 상호 작용 방법을 제시한다. 본 플랫폼은 증강 현실 분야에서 기존 마커 기반 시스템의 성능 및 몰입감을 개선시키는데 다양한 응용을 개발하는데 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

증강 현실에서는 가상 콘텐츠와 실세계 간의 이음매 없는 (Seamless) 정합 (Registration)을 통해, 사용자에게 새로운 형태의 경험을 제공하고 있다 [1]. 최근 들어 특히, Edutainment 및 인간과 컴퓨터 상호작용 (Human Computer Interaction) 분야에서는 증강 현실에서의 상호 작용 인터페이스를 활용한 다양한 응용들이 개발되고 있다 [2]. 또한, 증강 현실의 핵심 기술들은 방송 및 영상 분야에서 특수 효과 생성 및 정보 증강을 실시간으로 가능케 하여, 상업적인 측면에서의 증강 현실의 중요성과 가능성을 보여주고 있다 [3, 4].

현재까지 개발된 대부분의 응용들은 정합의 실시간성과 안정성 보장을 위해 특정 기준 마커 (Fiducial marker)를 활용하고 있다. ARToolKit [5], ARToolKitPlus [6], ARTag [7]를 이용한 응용이 그 대표적 예들이다. 그러나 이러한 특정 마커들은 가상 객체와 실제 장면과의 실시간 정합 결과를 향상시킨 반면, 사용자의 몰입감 (Immersiveness)을 저하시키는, 증강되는 가상 객체와 실제 장면과의 이질감의 가장 큰 원인이다.

최근에는 증강 현실에서의 특정 기준 마커가 갖는 단점을 극복하기 위해, 영상의 특징점 (Natural features)을 활용하는 응용들이 개발되고 있다 [8]. 이는 하드웨어의 발전과 향상된 컴퓨터 비전 분야 알고리즘들의 적용 결과로, 적절한 실시간성과 안정성을 동시에 보장하며 가상 객체의 실제 장면에서 자연스러운 증강을 보여주어 상당한 몰입감을 제공한다. 그러나 사실적인 증강 환경 구현에 핵심적인 사실감 있는 모델의 생성 및 공급, 광원 기반 가상 그림자 생성 등은 고려하지

않고 있다.

본 논문에서는 평면 (Plane) 특징점과 경계 (Edge) 기반 3차원 실제 객체 추적을 기반으로 한 새로운 Markerless 증강 현실 플랫폼을 제안한다. 플랫폼에서는 증강되는 가상 객체의 부드러운 그림자 (Soft shadow)를 생성하고, 다중 광원에 대한 그림자 생성을 지원하여 실내 환경에서의 사실적 증강을 가능케 한다. 또한, 평면 및 객체 추적에 기반한 증강 현실 시스템에서 사용 가능한 손-접촉 (Hand-Touch) 기반 상호 작용 방법을 제시한다.

2. Marker-less 증강 현실 시스템

가. 전체 시스템 흐름 (Overall System Flow)

제안된 시스템은 그림 1에서와 같이 크게 카메라 자동 보정, 영상 기반 객체 모델링, 평면 특징점과 객체 추적 기술, 가상 그림자 생성으로 이루어져 있다.

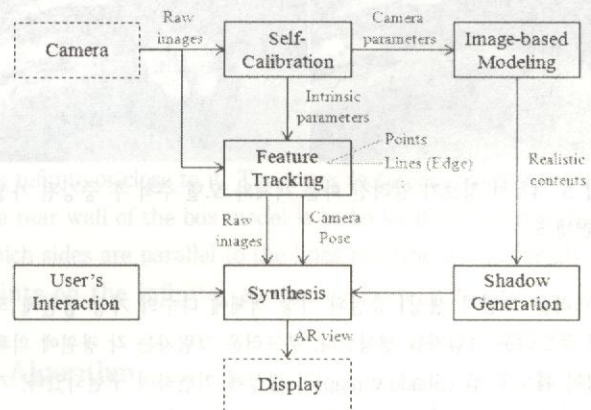


그림 1. 제안된 Markerless 증강 현실 시스템 흐름 다이어그램

* 본 연구는 한국전자통신연구원 광통신연구센터의 광가입자망 (FTTH) 서비스개발 실험사업 연구지원으로 수행되었습니다.

나. 요소 기술

[카메라 자동 보정] 일반 USB 카메라에서 영상을 획득한 후, Key 프레임 선택 과정과 특징점 추출 과정을 수행한다. 추정된 특징점을 이용하여, 특징점의 3차원 유클리드 모델을 복원함과 동시에 카메라 내부 파라미터를 획득한다.



그림 2. 특징점 매칭 과정과 복원된 유클리드 점 데이터

[영상 기반 모델링] 사실성 있는 모델 생성은 일반 USB 카메라를 실제 모델 객체를 촬영한 후, 카메라 보정을 통해 알려진 카메라 파라미터에 의해 계산된, 카메라 자세 (Pose)를 이용하여 복셀을 생성하고, 최적화 한다.

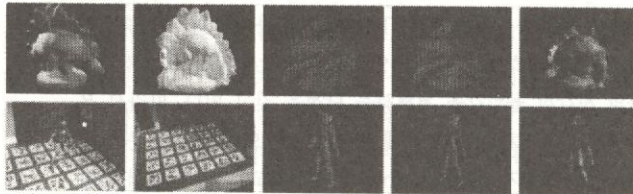


그림 3. 영상 획득 과정과 복셀 모델링 및 텍스처링 과정 (입력 영상, 중간 생성 단계 및 최적화, 텍스처링)

[평면 특징점 추적] 증강하고자 하는 평면의 특징점을 학습하고, 학습된 특징점을 실시간으로 검출하고, 알려진 카메라 내부 파라미터를 이용하여 카메라의 자세를 실시간으로 갱신한다 [11].

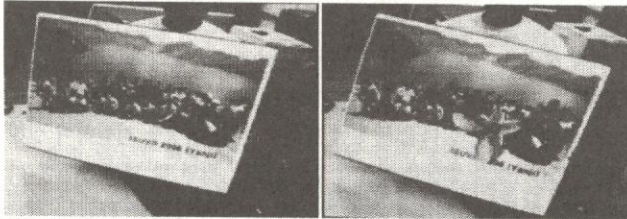


그림 4. 특징점을 지닌 원본 평면과 그 위에 증강된 가상 꽃 콘텐츠

[3차원 객체 추적] 알려진 3차원 기하 모델 정보를 기반으로, 초기 실제 객체의 자세가 주어지면 이로부터 경계를 추출하고, 경계 매칭을 실시간으로 수행하여 카메라의 자세를 갱신한다.

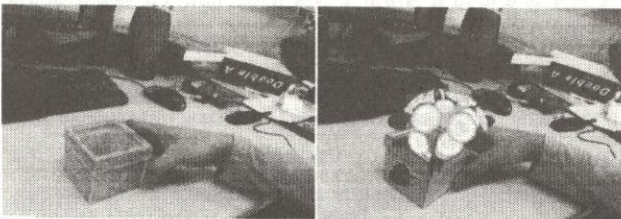


그림 5. 3차원 정보가 알려진 화분 객체와 모델 추적 후 증강된 가상 꽃 콘텐츠

[부드러운 그림자 생성] 증강된 가상 객체에 다수의 가상 광원에 적절한 부드러운 그림자를 생성한다. 부드러운 그림자는 각 광원에 의해 생성된 쉐도우 맵 (Shadow map)의 합성에 기반하여 구현되었다. 가상 그림자는 실험을 통해, 그림자 없는 증강에 비해 사용자의 몰입감을 상당히 높여준다는 결과를 얻었다.

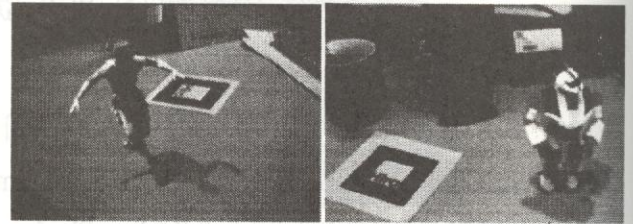


그림 6. 단일 광원 (좌)과 다수 광원 (우)에 의해 생성된 부드러운 그림자 예

3. 구현 및 응용

제안된 플랫폼은 OpenSceneGraph (osg) [9] 기반으로 개발된 osgART [10]를 활용하여 구현되었다. 제안된 시나리오 응용에서는 테스트를 위해 640×480 해상도와 60프레임을 지원하는 Flea (PointGrey) 카메라가 사용되었고, Dell 690MT 위에서 실행하였다. 간단한 상호 작용을 주기 위해 HSV 컬러 공간상에서 손 검출 알고리즘이 수행되었다. 즉, 사용자는 평면이나 실제 객체를 중심으로 증강된 가상 콘텐츠를 평면의 특정 영역을 손으로 접촉함으로써, 가상 콘텐츠의 내용을 동적으로 변경할 수 있게 구현하였다. 평면 특징점과 3차원 객체 추적은 각각 약 20프레임, 그리고 약 25프레임 정도의 성능을 보여주었으며, 동시 추적은 15프레임 이상의 성능을 보였다. 그림 5에서와 같이 추적하고자 하는 객체 (화분)와 증강되는 콘텐츠 (꽃) 간의 개연성이 있는 경우, 시스템에 대한 사용자의 몰입감이 증대되는 결과를 얻었고, 또한 가상 그림자는 객체의 3차원적 시각화에 상당한 기여를 하였다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 증강 현실에서 기존의 마커 없는 증강 현실 시스템 단점 보완과 사실감 증대를 위해, 평면의 특징점과 3차원 실제 객체 추적을 기반으로 한 새로운 증강 현실 플랫폼을 제안하였다. 플랫폼의 구현 및 응용을 통해 향후 본 플랫폼을 통해 사실성을 제공하는 다양한 응용들이 개발될 것이라 여겨진다. 향후 추가 연구로는 실제 광원 추정을 기반으로 한 부드러운 그림자의 자동 생성에 관한 연구가 수행될 것이다.

참고 문헌

- [1] R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent Advances in Augmented Reality", *IEEE Computer Graphics and Applications* 21, 6 (Nov/Dec 2001), 34-47.
- [2] T. Ha, W. Woo, "Bare Hand Interface for Interaction in the Video see-through HMD based Wearable AR Environment", *LNCS (Entertainment Computing)*, 4161, pp. 354 - 357.
- [3] 2d3 company, <http://www.2d3.com>
- [4] Total immersion company, <http://www.t-immersion.com>
- [5] ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>
- [6] ARToolKitPlus, http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php
- [7] ARTag, <http://www.artag.net>
- [8] J. Pilet, A. Geiger, P. Laguer, V. Lepetit and Pascal Fua, "An all-in-one solution to geometric and photometric calibration", *International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Oct. 2006.
- [9] OpenSceneGraph, <http://www.openscenegraph.org/projects/osg>
- [10] osgART, <http://www.artoolworks.com/community/osgart>
- [11] BazAR: A vision based fast detection library, <http://cvlab.epfl.ch/software/bazar/index.php>