

저해상도 깊이 카메라를 이용한 스테레오 깊이영상 획득 시스템

이천, 송혁*, 최병호*, 호요성
 광주과학기술원, *전자부품연구원

leechoen@gist.ac.kr, *hsong@keti.re.kr, *bhchoi@keti.re.kr, hoyo@gist.ac.kr

Real-time Stereo Depth Capturing System using Low-resolution TOF Camera

Cheon Lee, Hyuk Hong*, Byeong-Ho Choi*, Yo-Sung Ho*

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST),

*Korean Electronics Technology Institute (KETI)

요 약

최근 널리 이용되고 있는 깊이 카메라는 QCIF 급의 깊이 데이터를 실시간으로 획득할 수 있다. 본 논문은 깊이 카메라를 이용하여 스테레오 깊이 영상을 획득하는 시스템을 제안한다. 두 대의 HD 카메라와 한 대의 TOF (time-of-flight) 카메라를 이용하여 시스템을 구성한 후, 깊이 카메라를 통해 획득한 깊이 영상을 3 차원 워핑을 이용하여 각 HD 카메라의 위치로 시점 이동을 수행했다. 이 때, 시점 이동 과정에서 발생하는 빈공간 발생을 줄이기 위하여 깊이 영상을 업샘플링하여 좌우 시점으로 각각 시점 이동을 수행했다. 이와 같은 방법을 이용하여 중앙에 위치한 깊이 영상을 양쪽에 위치한 각 카메라에서 획득한 것과 같은 두 시점의 깊이영상을 실시간으로 획득했다.

1. 서 론

차세대 멀티미디어 서비스로 주목 받고 있는 3차원 비디오는 두 시점 이상의 영상을 이용하여 사용자가 입체감을 느낄 수 있게 하는 시스템이다. 최근 연이은 3차원 영화의 흥행과 디지털 산업의 제반 기술이 급속도로 발전함에 따라 극장뿐만 아니라 안방까지 3차원 비디오 기술이 보급되고 있다. 또한, 우리나라를 비롯한 유럽, 미국, 일본 등의 나라에서는 차세대 방송 서비스로 양안식 3DTV 방송 서비스를 시험 방송 중 또는 계획하고 있다. 더불어 2007년부터 MPEG (moving picture experts group)을 중심으로 3차원 비디오 부호화 (3D video coding) 및 3차원 비디오의 제반 기술에 대한 제반 기술의 표준화 작업을 진행하고 있다 [1].

몰입감이 크고 편안한 3차원 비디오 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 위치나 디스플레이의 형식에 따라 최적의 시점을 재현하는 기술이 핵심이다. 이러한 요건을 만족하기 위한 기술이 바로 깊이 데이터를 이용한 임의시점 영상합성 기술이다. 깊이 데이터는 장면을 구성하는 객체와 카메라간의 거리를 나타내는 정보로, 8비트의 회색 영상으로 저장한다.

깊이 데이터를 획득하는 방법 중에 TOF (time-

of-flight) 카메라를 통해 획득하는 방법이 다양하게 연구되고 있다. TOF 카메라로 획득한 깊이 정보와 스테레오 정합(stereo matching)을 동시에 이용하여 보다 정확한 깊이 영상을 획득하는 방법이 대표적이라고 할 수 있다 [2]. 최근 출시되고 있는 TOF 카메라는 크기가 작기 때문에 다시점 카메라 시스템을 구성하기에 용이하지만, 최대 해상도가 QCIF급으로 HD 카메라와 직접 연동하기에 어려움이 있다.

본 논문에서는 그림 1과 같이 두 대의 HD 카메라와 한 대의 TOF 카메라를 이용한 다시점 카메라 시스템을 구성하고, 중앙 시점에서 획득한 깊이 영상을 좌우 HD 카메라 시점으로 이동하여 마치 두 카메라 시점에서 촬영한 것과 같은 CIF급의 스테레오 깊이 데이터 획득 시스템을 개발했다.

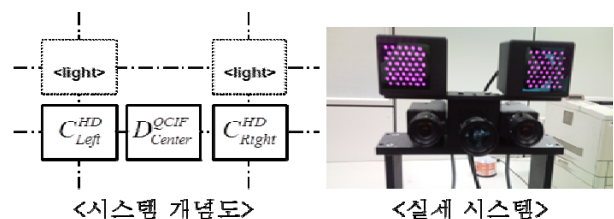


그림 1. 카메라 구성도

II. 스테레오 깊이영상 획득을 위한 업샘플링 방법

현재 널리 사용되고 있는 TOF 카메라는 대표적으로 MESA IMAGING 사의 SR400과 PMD사의 PMD[vision]® CamCube 3.0이 있다. 본 시스템에서는 두 번째 카메라를 이용했다. 이 카메라의 최대 출력 해상도는 200x200이며, 초당 30프레임으로 깊이 데이터를 획득할 수 있다. 스테레오 카메라는 Point Gray사의 Grasshopper™ GRAS-20S4C를 이용했다. 두 HD카메라 사이의 간격은 약 16cm이다.

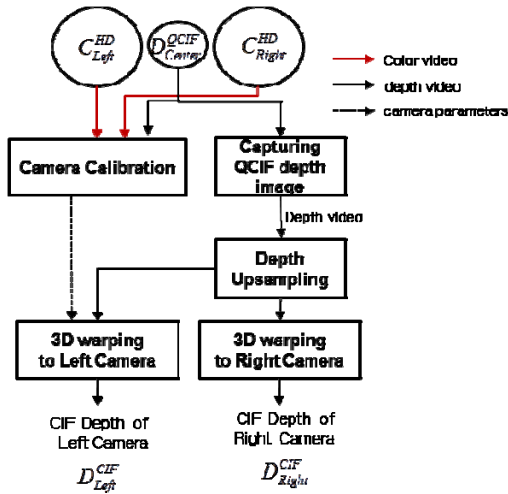


그림 2. 시스템 블록도

그림 2는 이러한 과정을 나타내는 시스템 블록도이다. 먼저 카메라 보정(camera calibration) 방법을 이용하여 세 카메라의 변수를 각각 획득한다. 그리고 TOF 카메라에서는 획득한 깊이 데이터를 깊이값 범위를 고려하여 8비트 회색영상으로 변환한다. 변환한 깊이영상은 추출한 카메라 변수와 3차원 워핑 기술을 이용하여 좌우의 시점으로 각각 이동할 수 있는데, 획득한 QCIF급의 깊이 영상을 바로 이용하면 시점 이동과 해상도 차이로 인한 빈공간(hole region)이 많이 발생하게 된다. 이를 방지하기 위하여 QCIF급의 깊이 영상을 업샘플링한다. 그리고 TOF 카메라의 카메라 변수도 수정한다.

업샘플링한 깊이 영상은 세 카메라 시점의 카메라 변수와 3차원 워핑을 이용하여 좌우의 HD 카메라 시점으로 이동할 수 있다. 워핑하는 과정에서 발생하는 깊이값 중복 현상은 Z-buffer 알고리즘을 이용하여 해결했다. 또한 실시간으로 깊이 영상을 획득하기 위하여 MFC의 스레드 기술을 이용하여 구현했다.

III. 실험 결과

제안하는 스테레오 깊이영상 생성 시스템은 소프트웨어 형태로 구현되었다. 그림 3은 구현한 소프트웨어의 사용자 인터페이스와 실험 결과를 보인 것이다. 그림 3의 위쪽 두 컬러 영상은 HD

카메라로 획득한 영상이고, 위쪽 오른쪽 영상은 TOF 카메라에서 획득한 깊이 영상이다. 아래의 두 깊이 영상은 TOF 카메라에서 획득한 깊이 영상을 두 HD 카메라의 위치로 시점 이동한 결과를 보인 것이다. 그림을 살펴보면, 컬러 영상과 깊이 영상의 객체 위치가 서로 일치함을 알 수 있다.

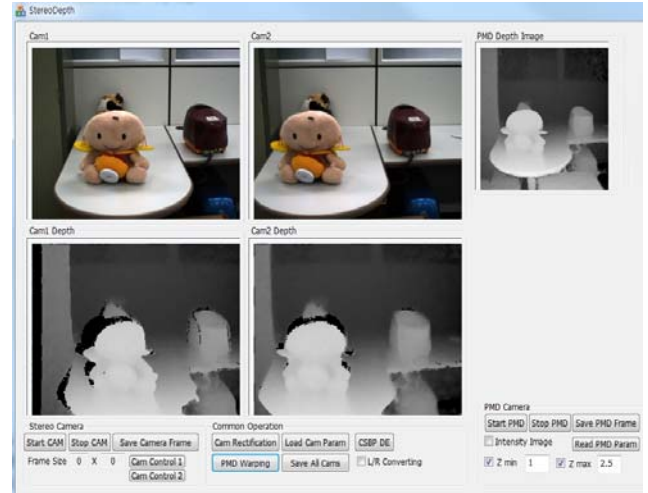


그림 3. 사용자 인터페이스와 실험 결과

IV. 결론

본 논문에서는 저해상도의 깊이 카메라의 단점을 보완하고 단시점의 깊이 영상을 스테레오 깊이 영상으로 확장하는 시스템을 소개했다. 이를 위하여 두 대의 HD 카메라와 한 대의 TOF (time-of-flight) 카메라로 시스템을 구성하고, 3차원 워핑과 깊이값 보정을 이용하여 QCIF급의 단시점 깊이영상을 CIF급 영상의 스테레오 깊이영상으로 생성했다. 이 시스템을 이용하여 획득한 고화질의 깊이영상은 고화질의 깊이영상을 기반으로 하는 3차원 비디오 시스템에 다양하게 이용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [양안식 3DTV 방송용 카메라 개발]

참고 문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 "Report on Experimental Framework for 3D Video Coding," N11631, Oct. 2010.
- [2] Y.S. Kang, Y.S. Ho, "High-quality Multi-view Depth Generation Using Multiple Color and Depth Cameras," International Workshop on Hot Topics in 3D, pp. 1405-1408, 2010.
- [3] M. Lindner, A. Kolb, "Data-Fusion of PMD-Based Distance-Information and High-Resolution RGB-Images", Proc. of the Int. Symp.. On Signals, Circuits & Systems (ISSCS), 2007.