

다중 센서 기반의 융합형 3차원 카메라

손기원, 이승재, 박인규

인하대학교 정보통신공학부

{kiwonshon86@gmail.com, creative.sjlee@gmail.com, pik@inha.ac.kr}

요약

최근 활발히 이용되고 있는 보급형 3차원 카메라인 Kinect는 센서와 3차원 측정 방식의 특성으로 인하여 사물의 거리와 재질에 따라 취득 값이 손실되는 단점이 있다. 본 논문에서는 서로 다른 3차원 취득 기법의 융합을 통하여 이와 같은 단점을 보완하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 적외선 카메라와 RGB 카메라 각각 한 대씩 사용하는 기존 Kinect에서 추가적으로 새로운 RGB 카메라를 사용하는 3차원 카메라로 구성된다. 이를 이용하여 취득한 적외선 기반의 깊이 값과 스테레오 비전 기반의 깊이 값을 함께 이용하여 적외선 기반의 깊이 값에서 누락된 부분을 보완하는 알고리즘을 제안하였다. 실험결과 Kinect의 깊이 영상 취득의 최소 거리가 향상되었고 적외선 교란에 의해 누락된 깊이 영상이 복원되었다.

1. 서론

최근 Kinect와 같은 저가형 3차원 카메라의 보급으로 인해 일반적인 사용자가 쉽게 3차원 영상을 취득할 수 있게 되었다. 그러나 Kinect의 깊이 영상 취득 방식에는 크게 두 가지 제한 사항[1]이 존재한다. 첫째, 약 0.8m 이내의 근접한 사물에 대해서 깊이 영상이 취득이 되지 않는다. 둘째, 물체의 전반사 재질이나 흑색/적색의 물체 표면에서 적외선이 교란될 경우 깊이 영상을 제대로 취득할 수 없다. 취득 거리가 짧은 문제는 적외선의 패턴을 바꾸는 방법을 이용하여 취득 한계 거리를 0.5m까지 향상시킨 알고리즘이 개발되었지만, 적외선 교란에 의해 누락된 깊이 영상을 보완하는 연구는 현재 활발히 진행 중이나 한계점이 존재한다.

본 논문에서는 깊이 영상 취득 방식 중 하나인 스테레오 정합 기법을 Kinect와 융합하여 Kinect가 가진 한계를 보완하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 이를 이용하여 장면 전체에 대하여 측정 거리의 한계와 적외선 교란에 취약한 Kinect의 3차원 취득 기법과, 취득 거리가 유연하고 적외선 교란에 무관하지만 연산량이 많고 잡음이 심한 스테레오 정합 기법의 장점을 융합한다.

2. 제안하는 시스템의 구성

본 논문에서는 보완의 대상이 될 Kinect의 깊이 영상과 스테레오 정합을 수행할 두 장의 컬러 영상을 취득하기 위해, 그림 1(a)와 같이 두 대의 Kinect를 결합한다. 좌측 Kinect에서는 깊이 영상과 컬러 영상을 취득하고, 우측 Kinect에서는 컬러 영상만을 취득하는 3차원 영상 취득 시스템을 구성하였다.

3. 깊이 영상 누락 보완 시스템

Kinect의 깊이 영상을 보완하는 과정은 크게 세 단계로 진행이 된다. 첫째, 그림 1(b)와 같이 적외선 카메라로부터 깊이 영상을 취득하고, 그림 1(c)와 같이 두 RGB 카메라로부터 좌우 영상을 취득한다. 둘째, 취득한 좌우 영상을 이용하여 스테레오 정합을 통해 깊이 영상을 취득한다. 마지막으로 Kinect에서 취득한 깊이 영상 중 깊이값 생성이 누락된 부분을 스테레오 정합에서 취득한 깊이값으로 보완한다. 전체적인 알고리즘의 흐름은 그림 2에 제시한 바와 같다.

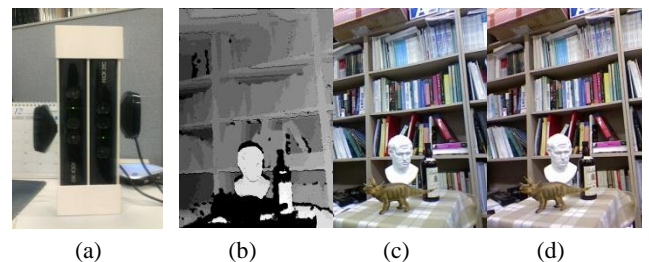


그림 1. 제안하는 시스템의 하드웨어 구성과 취득된 영상. (a) 카메라 구성. (b) Kinect에서 직접 취득한 깊이 영상. (c) 스테레오 정합을 위한 좌측 영상. (d) 스테레오 정합을 위한 우측 영상.

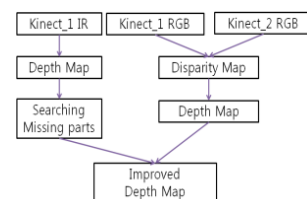


그림 2. 제안하는 알고리즘의 흐름도

3.1 깊이 영상 및 RGB 영상의 보정 및 등록

취득된 깊이 영상 및 RGB 영상은 적외선 카메라 및 RGB 의 카메라의 위치가 서로 상이하므로 어느 한 카메라 기준으로 보정이 필요하다. Kinect SDK[2] 에서 제공하는 깊이 영상과 RGB 영상의 등록 (registration) 함수를 이용하여 RGB 영상을 기준으로 깊이 영상을 표현한다. 또한 그 RGB 영상을 기준으로 다른 RGB 영상과의 스테레오 정합을 수행하여 깊이 영상을 취득한다. 모든 보정이 끝나면 두 대의 RGB 카메라와 한대의 적외선 카메라로부터 얻은 영상과 깊이 영상이 일치되는 것을 확인할 수 있다.

3.2 스테레오 정합

Kinect 의 RGB 카메라와 추가적인 RGB 카메라에서 취득한 두 영상에서 각 화소 좌표 당 변위 (disparity) d 를 구하면, 두 카메라간의 거리 B 와 카메라의 초점 거리 f 를 이용하여 식(1)과 같이 깊이 영상을 구할 수 있다.

$$D = \frac{fB}{d} \tag{1}$$

식 (1)에서 취득한 깊이값 D 를 정규화 하여 그림 3 과 같은 깊이 영상을 얻을 수 있다.

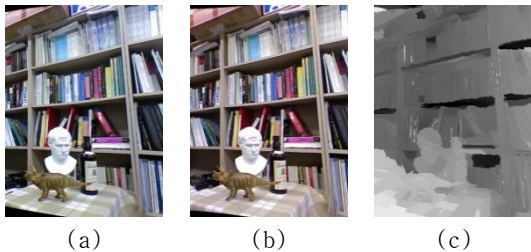


그림 3. 스테레오 정합을 통해 취득한 깊이 영상. (a) 좌측 영상. (b) 우측 영상. (c) 취득된 깊이 영상.

3.3 누락 깊이 정보 보완

Kinect 에서 취득한 깊이 영상에서 값이 0 인 화소를 검색하여 해당 화소의 깊이값을 스테레오 정합에서 구한 깊이 영상으로 치환한다. 그림 4 에 같은 장면에 대하여 Kinect 로 취득한 깊이 값과 스테레오 정합으로 취득한 깊이 값의 사례를 제시하였다.

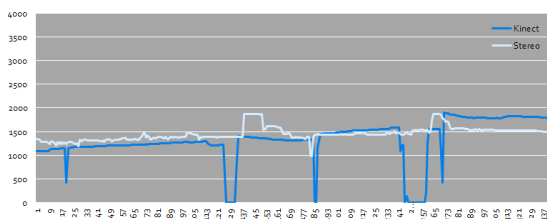


그림 4. Kinect 로 취득한 깊이 값과 스테레오 정합으로 취득한 깊이 값 (가로축 : 화소의 x 좌표, 세로축 : 깊이값).

4. 실험 결과 및 분석

본 실험에서는 Kinect 의 깊이 영상 취득을 위해 Kinect SDK 를 사용하였고, 스테레오 정합을 통한 깊이 영상 취득을 위해 Belief Propagation[3] 기법을 사용하였으며 카메라 보정 및 영상 입출력을 위해 OpenCV[4] 를 사용하였다. 그림 5 에 Kinect 의 누락된 깊이 영상이 스테레오 정합과의 융합을 통해 보완한 결과를 제시하였다. 그림 5(c) 에 제시한 바와 같이 Kinect 의 동작 거리 한계로 인한 누락과 적외선 교란으로 인한 누락이 복원된 것을 확인할 수 있다.

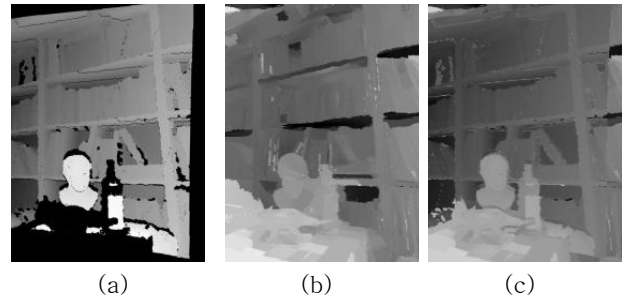


그림 5. 각 센서 별 깊이 영상 및 보완된 깊이 영상. (a) Kinect 적외선 카메라에서 취득한 깊이 영상. (b) 스테레오 정합을 통해 취득한 깊이 영상. (c) 보완된 깊이 영상.

5. 결론

본 논문에서는 Kinect 에서 취득한 깊이 영상 중 누락된 부분을 스테레오 정합과의 융합을 통해서 복원하는 기법을 제안하였다. 추가적인 영상 취득을 통하여 스테레오 정합을 하였고, 그로부터 얻어낸 시차영상을 이용하여 깊이 영상을 보완함으로써 Kinect 깊이 영상의 누락된 부분을 보완하였다.

감사의 글

본 연구는 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정의 연구결과로 지식경제부와 (주)NHN 에 의해 지원된 과제로 수행되었음(NIPA-2012-(H0505-12-1003)).

참고문헌

- [1] K. M. Varadarajan and M. Vincze, "MRF guided anisotropic depth diffusion for Kinect range image Enhancement," Proc. of ACCV Workshop on CDF November 2012.
- [2] Microsoft Corporation, *Kinect for Windows SDK*
- [3] J. Sun, N.-N. Zheng, and H.-Y. Shum, "Stereo matching using belief propagation," IEEE TPAMI, vol. 25, no.7, pp. 787-800, July 2003.
- [4] Intel Corporation, *OpenCV computer vision library*, <http://www.opencv.org>