

## 신뢰도를 기반한 혼합형 변위 지도 생성 방법

장우석, 호요성

광주과학기술원

jws@gist.ac.kr, hoyo@gist.ac.kr

### Hybrid disparity map generation method based on reliability

Woo-Seok Jang, Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology

#### 요 약

3 차원 콘텐츠 제작은 많은 관심을 받고 있는 분야이다. 변위 지도로 표현 가능한 깊이 정보는 3 차원 콘텐츠를 생성하는데 필수적이다. 본 논문에서는 깊이 카메라 및 스테레오 카메라를 이용하여 정확한 변위 지도를 생성하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 스테레오 영상 사이의 변위를 예측하기 위해서 깊이 카메라 정보를 3 차원 워핑 방식에 의해서 좌우 카메라 위치로 투영한다. 투영된 깊이 정보는 스테레오 영상의 크기에 맞춰서 업샘플링된다. 최종적으로 업샘플링된 깊이 카메라 정보와 스테레오 정보가 결합되어 정확한 변위 지도를 생성한다. 실험 결과는 제안하는 방법이 기존의 단일 센서를 이용한 방식에 비해서 좀더 정확한 결과를 생성함을 보여준다.

#### 1. 서론

3 차원 영상은 사용자의 좌우 눈에 서로 다른 영상을 분리하여 보여줌으로써 입체감을 느끼게 한다. 이를 위하여 텍스처와 깊이 정보가 함께 제공된다. 깊이 정보를 기반으로 새로운 시점을 만드는 등 3 차원 콘텐츠를 제작하는 방법을 깊이 기반 렌더링(Depth Image Based Rendering, DIBR)이라고 한다. 깊이 기반 렌더링의 성능은 깊이 정보의 성능에 따라 좌우되기 때문에 실감나는 3 차원 콘텐츠 제작을 위해서는 깊이 정보의 성능이 중요하다.

깊이 정보는 크게 능동형, 수동형 센서 기반 방식으로 획득될 수 있다. 능동형 방식은 깊이 카메라와 같은 물리적인 센서를 이용하는 방식이다. 보통 능동형 방식은 수동형 방식에 비해서 좋은 성능을 보인다. 하지만 작은 해상도의 영상만을 획득이 가능하다는 단점이 있다. 수동형 방식은 2 차원 영상으로부터 깊이 정보를 간접적으로 예측한다. 스테레오 정합은 널리 사용되는 수동형 방식 중의 하나이다. 이 방식의 장점은 비용이 적게 들고, 큰 해상도를 사용 가능하다. 하지만 몇몇 영역에서 깊이 정보를 정확히 예측하지 못한다는 단점도 있다.

변위 정보는 쉽게 깊이 정보로 변환이 가능하다. 변위 정보는 영상 간의 일치하는 점을 찾음으로써 획득될 수 있다. 이를 위해서 영상 정렬을 통해서 모든 일치점을 동일한 수평 라인에 위치하게 하는 작업이 필요하다. 본 논문에서는 정확한 변위 지도를 생성하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 우리는 깊이 카메라와 스테레오 영상을 사용한 변위 예측 시스템을 디자인한다. 제안하는 방법은 각 깊이 센서들의 약점들을 보완하기 위해서 두 센서 정보들을 혼합하고 정제한다.

#### 2. 문제점 기술

그 동안 다양한 방식의 스테레오 영상 기반 변위 예측 방법이 제안되어 왔지만, 일치점을 찾기 어려운 몇몇 영역으로 인해서 여전히 정확한 변위 지도를 생성하지 못하는 실정이다. 변위 정보를 찾기 어려운 영역은 텍스처가 없거나 반복되는 영역, 깊이 불연속 영역, 폐색 영역 등이다 [1]. 이는 그림 1 에 나타내었다.

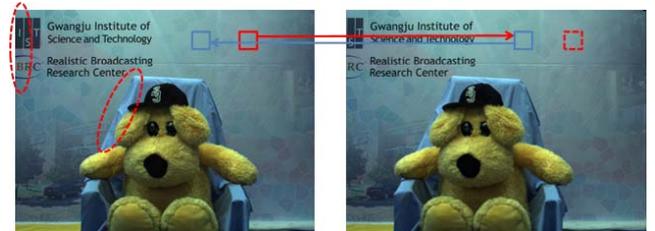


그림 1. 스테레오 정합에서의 일치점 검출이 어려운 영역

일반적으로 깊이 카메라를 이용한 깊이 정보 획득은 스테레오 카메라를 이용한 것보다는 효율적이다. 깊이 카메라 센서는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 특히 저해상도 깊이 영상의 제공은 다양한 응용분야에 사용하기에 어려움이 있다. 본 논문에서는 더 정확한 일치점 탐색을 위해서 위에 언급한 문제들을 해결하는 방법을 제시한다.

### 3. 정확한 깊이 획득을 위한 깊이 혼합 시스템

제안하는 방법은 전역 스테레오 정합 방법에 기반한다 [2]. 깊이 카메라의 정보는 전역 에너지 함수의 요소로써 포함된다. 깊이 카메라 처리는 다음과 같다: 1) 깊이 정보가 3 차원 워핑을 통해서 스테레오 위치로 투영된다. 2) 깊이-변위 매핑이 실시된다 [3]. 이는 장면의 실제 범위가 깊이와 변위 사이에서 차이가 나기 때문에 진행된다. 3) 결합형 양방향 업샘플링(Joint bilateral upsampling, JBU)을 수행한다. 이 방법은 깊이 해상도의 해상도를 높이기 위해서 고해상도 색상 영상과 저해상도의 깊이 영상이 사용된다. 그림 2 는 깊이 카메라 정보를 3 차원 워핑한 후 결합형 양방향 필터를 적용한 결과를 보여준다.

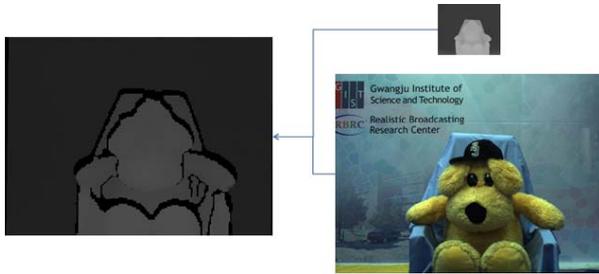


그림 2. 결합형 양방향 업샘플링 과정

처리된 깊이 카메라 정보는 변위 혼합 에너지 함수의 데이터 항에 추가적인 증거로 적용된다. 정확한 변위 예측을 위한 변위 혼합 에너지 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$E = \sum_{x,y} (E_{data} + E_{smooth}) \quad (1)$$

$E_{data}$  는 화소의 유사도를 측정하는 데이터 항이고,  $E_{smooth}$  는 주변 화소와의 깊이 차이를 나타내는 평활화 항이다. 다음 함수는 에너지 함수에서의 데이터 항을 나타낸다.

$$E_{data}(x, y, d) = k[\alpha |IL(x, y) - IR(x', y', d)| + \beta |d - d_{up}|] + (1 - k) |IL(x, y) - IR(x', y', d)| \quad (2)$$

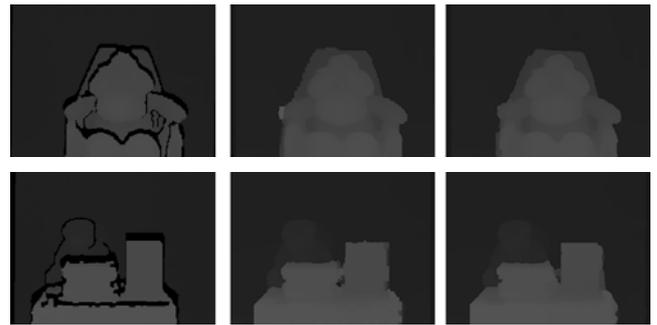
$IL(x, y)$  는 좌영상의 화소를 나타낸다.  $IR(x', y', d)$  는 우영상에서 주어진 변위 값에 매칭되는 화소 값을 나타낸다.  $d_{up}$  는 이전 과정에서 얻어진 업샘플링된 변위를 나타낸다. 평활화 항은 다음과 같이 주변 화소와의 깊이 차이의 정도를 나타낸다.

$$E_{smooth} = \sum_{t \in N(x,y)} |d - d_t| \quad (3)$$

$N(x, y)$ 는 현재 화소의 주변 화소들을 나타낸다. 제안하는 방법은 텍스처가 없는 영역에서 정확한 변위 정보를 얻기 위해서 계층적으로 처리된다. 또한 우리는 성능을 향상시키기 위해서 획득된 변위 지도에 불연속 보존 후처리 필터를 적용한다 [3].

### 4. 실험 결과

제안하는 방법을 평가하기 위해서 우리는 스테레오 기반 방식, 깊이 업샘플링 방법과 제안하는 방법을 비교하였다. 영상은 1280×960 의 해상도를 갖는다. 깊이 카메라는 176×960 의 해상도를 갖는다. 그림 3 은 기존 방법과 제안하는 방법의 결과를 보여준다. JBU 결과는 경계 영역에서는 좋은 결과를 얻지 못하지만 변위의 세밀함을 얻을 수 있다. 반면에 스테레오 기반 방식은 평탄한 영역에서 특히 변위의 정확성 및 세밀함이 떨어지는 경향이 있다. 실험 결과로부터 제안하는 방법의 결과가 세밀한 깊이를 가지면서도 정확한 경계 영역 획득함을 알 수 있다.



(a) JBU (b) 스테레오 정합 (c) 제안 방법

그림 3. 깊이 영상 결과

### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 '범부처 Giga KOREA 사업'의 일환으로 수행하였음. [GK13C0100, 기가급 대용량 양방향 실감 콘텐츠 기술 개발]

### 참고문헌

[1] W. S. Jang, and Y. S. Ho, " Discontinuity preserving disparity estimation with occlusion handling," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 25, no. 7, pp. 1595-1603, Oct. 2014.  
 [2] Q. Yang, L. Wang, and N. Ahuja, " A Constant-Space Belief Propagation Algorithm for Stereo Matching", Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1458-1465, June 2010.  
 [3] 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.