

스테레오 영상에서 주변 정보를 고려한 폐색 영역 처리 방법

장우석 호요성

광주과학기술원 실감방송연구센터

{jws, hoyo}@gist.ac.kr

Occlusion Handling Method Considering Nearby Information for Stereo Images

Woo-Seok Jang, Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요약

폐색 영역의 발생은 스테레오 영상에서 발생하는 어려운 문제이다. 본 논문에서는 폐색 영역을 처리함으로 스테레오 영상에서의 변위 지도를 향상 시키는 방법에 대해서 제안한다. 변위 지도 향상을 위해서 우선 초기의 변위 지도를 생성한다. 폐색 영역은 이미 얻은 스테레오 변위 지도로부터 유일성 제약사항(Uniqueness constraint)에 의해서 계산된다. 계산된 폐색 영역은 두 가지 유형으로 분류가 되고, 이들에 각각에 적합한 폐색 영역 처리 방법이 적용된다. 주변 정보에 기반한 제안하는 방법은 보이는 영역에서의 변위 값을 폐색 영역에 위치한 화소로 확장한다. 실험 결과는 제안하는 방법이 폐색 영역에서의 잘못된 변위 값들을 보정 하여 변위 지도의 성능이 향상되었음을 보여준다.

1. 서론

3차원 영화의 거대한 성공과 함께 3차원 엔터테인먼트 시스템은 최근에 큰 관심을 받고 있다. 3차원 멀티미디어는 사용자의 좌우안에 서로 다른 영상을 분리하여 보여줌으로써 입체감을 느끼게 한다. 이를 위해서 몇몇 데이터 서식이 존재하는데, 그 대표적인 예가 '텍스처+깊이'다. 이 서식은 깊이 지도를 동반한 일반적인 2차원 영상을 사용한다. 두 번째 시점은 깊이 영상 기반 렌더링(Depth Image Based Rendering, DIBR)[1]에 의해 합성된다. 이 서식의 장점은 가변적으로 베이스라인(baseline)을 조절할 수 있을 뿐 아니라 깊이 정보의 단순한 특성에 의해 압축률을 높일 수 있다. 따라서 이 서식은 많은 3차원 멀티미디어 응용분야에서 실용적으로 사용된다.

깊이 정보는 삼각화(triangulation) [2] 방법에 의해 변위 정보에 의해서 쉽게 변환될 수 있기 때문에 보통의 평행한 스테레오 영상에서의 3차원 정보는 변위 지도를 구하여 얻는다. 이와 같은 방법을 스테레오 정합(stereo matching)이라고 하는데, 두 영상에서 일치점을 찾아서, 변위 정보를 얻는다. 두 영상에서 일치하는 화소들이 서로 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 것이다. 이 때 간단성과 명료성을 위해서 두 영상은 영상정렬화(rectification) 되었다고 가정한다.

스테레오 영상은 두 영상이 서로 다른 위치에서 획득되기 때문에 한 영상에서는 보이지만 다른 영상에서는 가려져서 보이지 않는 폐색 영역이 존재한다. 폐색 영역은 한 영상에서만 보이기 때문에 정확한 변위의 예측이 어렵다. 하지만 폐색 영역을 찾아서 합리적인 변위를 할당하는 작업은 사용가능한 변위 지도를 만들기 위해서 도전적이지만 중요한 과제이다.

본 논문에서는 스테레오 영상의 폐색 영역에 어떻게 좀더 정확한 변위 값을 할당 할 것인지에 대해서 소개한다. 우리는 교차 검사

(cross-checking) 방법에 의해서 폐색 영역을 검출하고, 주변 정보를 이용한 두 가지 에너지 함수를 이용하여 폐색 영역을 처리한다. 실험 결과에서는 폐색 영역 처리 전보다 향상된 변위 지도를 보여준다.

2. 폐색 영역 처리

2.1. 폐색 영역 탐지

폐색 영역 탐지를 위해서는 우선 초기 변위 지도를 얻는다. 초기 변위 지도는 상수 공간 신뢰 확산(Constant-Space Belief Propagation, CSBP)에 의해 구한다 [3]. 상수 공간 신뢰 확산 방법은 최적화 단계의 복잡도를 줄이기 위해서 계층적으로 변위의 탐색 범위를 줄이고, 고정된 변위 레벨만 메시지를 업데이트하는 방법이다. 이렇게 구한 변위 지도를 이용하여 폐색 영역을 탐지한다. 폐색 영역은 교차 검사 방법에 의해서 결정한다. 교차 검사 방법은 두 변위 지도로부터 상호일치성을 평가하는데, 좌우 변위 지도로부터 변위 값이 일치하지 않는다면 폐색 영역이라고 간주한다. 교차 검사는 다음과 같이 표현된다.

$$D_L(x_l) = D_R(x_l - D_L(x_l)) \quad (1)$$

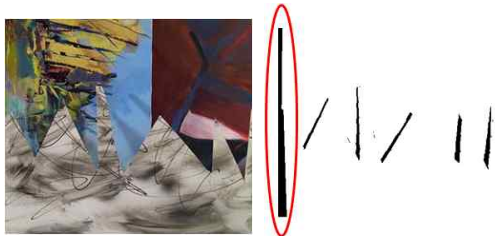
D_L 과 D_R 은 각각 좌우 변위 지도를 나타내고, x_l 는 좌영상의 화소를 나타낸다. 식 (1)이 만족하지 않는다면 폐색 영역에 있는 화소라고 간주한다.

2.2 폐색 영역에 변위 할당

폐색 영역을 탐지한 후, 합리적인 변위 값이 폐색 영역의 화소에

부여되어야 한다. 폐색 영역은 한 영상에서만 보이므로, 정확한 변위 값을 결정하는 것은 불가능하다. 만약 주위의 화소들 중 보이는 영역에 있는 화소들을 사용한다면 폐색 영역에서 변위 예측이 가능하다. 일반적으로 폐색 영역의 화소에서 변위 값은 주위 배경에 보이는 화소의 변위 값과 유사하다. 제안하는 방법에서 우리는 보이는 영역의 화소를 폐색 영역의 화소로 전파시켰다.

우선, 폐색 영역을 좌측 폐색 영역과 일반적인 영역으로 분류한다. 그림 1은 좌영상과 일치하는 폐색 영역 지도를 보여준다. 그림 1(b)에서 원으로 표시된 부분은 좌측 폐색 영역이고, 나머지는 일반적인 영역이다. 좌측 부분은 우영상에서 영상의 왼쪽으로 사라지는 부분이다. 이 때문에 이 부분에 폐색 영역이 발생하게 된다. 제안하는 알고리즘은 반복적으로 최적화 작업을 수행하지 않기 때문에, 주위의 화소 변위 값을 사용하여 좌측 폐색 영역의 변위 값을 예측하는 것은 의미가 없다. 따라서 우리는 각 수평 라인에서 가장 왼쪽에 보이는 영역의 화소 변위 값을 좌측 폐색 영역으로 확장하였다.



(a) 색상 영상 (b) 폐색 영역 지도
그림 1. 두 종류의 폐색 영역

일반적인 부분에서는 폐색 영역 처리 함수를 정의한다. $L(s)$ 를 폐색 영역에 있는 화소 s 로부터, 미리 정해진 거리 이내에 있는 모든 이웃 화소라고 정의하고, $C=\{s, t|s > t, t \in L(s)\}$ 는 화소 s 에 영향을 미치는 모든 인근의 집합이라고 정의한다. 폐색 영역 처리 함수는 다음과 같이 정의한다.

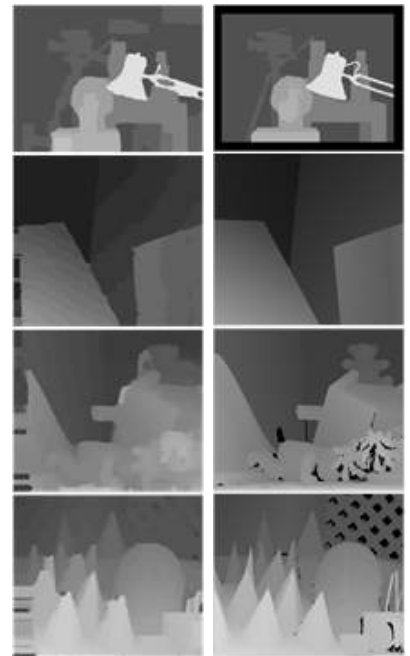
$$E_{OH}(s, d_s) = \sum_{t \in C_B} (1 - o_t) \frac{1}{dist(s, t)} \exp\left(-\frac{diff_{s,t}}{\sigma^2}\right) \quad (2)$$

$B=\{s, t|d_s \neq d_t, t \in C\}$ 이고, o_t 는 얻어진 폐색 영역 지도로부터의 폐색 영역 값이다. $dist(s, t)$ 는 폐색 영역 화소 s 와 보이는 화소 t 사이의 거리이다. $diff_{s,t}$ 는 색상 차이이다. 식 (2)에서 최대값을 갖는 변위 값이 폐색된 화소 s 를 위한 변위 값으로 결정된다. 이 과정은 보이는 화소의 근처에 있는 폐색된 화소에서만 동작하기 때문에 폐색 영역의 얇고 작은 부분에서만 완전히 처리가 되지만, 폐색 영역이 크고 넓은 부분은 보이는 영역의 근처 부분만 처리가 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 식 (2)의 폐색 영역 처리 함수를 한번 더 적용한다. 이때는 폐색된 화소에 변위 값을 할당하기 위해서 보이는 화소만을 고려하지 않고, 모든 화소를 고려한다. 그 이유는 이전 과정에서 보이는 영역이 충분히 폐색 영역으로 전파되었기 때문이다.

3. 실험 결과

제안하는 방법의 성능을 평가하기 위해서 미들버리(middlebury)의 영상들을 실험에 사용하였다. 그림 2는 CSBP 결과가 제안한 방법

에서 얼마나 향상되었는지를 보여준다. 폐색 영역에서 좀더 정확한 변위가 할당되었음을 알 수 있다.



(a) CSBP (b) 제안한 방법 (c) 실제 변위 지도
그림 2. 최종 실험 결과

4. 결론

본 논문에서는 폐색 영역을 처리하여 변위 지도를 개선하는 방법에 대해서 제안하였다. 폐색 영역을 두 부분으로 분류하고, 그들이 갖는 특성에 맞게 주변의 정보를 이용하여 폐색 영역을 처리하였다. 특히 일반 폐색 영역에서는 색상 영상의 차이와 떨어진 거리를 통하여 폐색 영역에 정확한 변위 지도를 채울 수 있었다. 제안하는 방법은 폐색 영역을 찾을 수 있는 다른 방법들에도 적용되어 성능을 향상시킬 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-(C1090-1111-0003))

참고 문헌

- [1] L. Zhang and W. J. Tam, "Stereoscopic image generation based on depth images for 3DTV," IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 51, no. 2, pp. 191-199, June 2005.
- [2] R. Hartley and A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, 2nd ed., Cambridge University Press, 2003, pp. 262-278.
- [3] Q. Yang, L. Wang, N. Ahuja, "A constant-space belief propagation algorithm for stereo matching," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1458-1465, 2010.