

HOME

- [초대의 말씀](#)
- [준비위원소개](#)
- [논문안내사항](#)
- [종합일정표](#)
- [종합안내](#)
- [논문보기](#)
- [논문검색](#)
- [뷰어 프로그램 다운로드](#)

**2011 추계 종합학술발표회 논문집**

2011년 11월 19일(토) 09:30 ~ 17:00  
서강대학교 정하상(J)관, 성이나시오관 소강당

한국통신학회

HOME

- [초대의 말씀](#)
- [준비위원소개](#)
- [논문안내사항](#)
- [종합일정표](#)
- [종합안내](#)
- [논문보기](#)
- [논문검색](#)
- [뷰어 프로그램 다운로드](#)

15	도플러 신호 분석을 위한 윈도우 적용 김봉주, 이창기, 이종길(인천대)	
16	무업역제를 위한 테이퍼링 방법 김우람, 이창기, 이종길(인천대)	
17	다중사용자 MIMO 시스템에서 Lattice-Reduction과 블록 대각화를 이용한 간섭 제거 기법 이기준, 이동순, 변윤식(인천대)	
18	MMSE-THP With one Additional Layer for Multiuser MISO Mohammad Abu Hanif, Moon Ho Lee(전북대)	
19	시간 축 방향의 홀 채움을 이용한 가상시점 영상합성 기술 정재일, 효요성(광주과학기술원)	
20	색상 정보를 이용한 향상된 깊이 영상 보간법 김도영, 이천, 효요성(광주과학기술원)	
21	Keypoint matching을 이용한 stereogram 영상의 segmentation 주혜진, 양나은, 박래훈(서강대)	
22	합성 영상을 이용한 색 황등성 기법의 성능 비교 이우람, 황동국, 전병민(홍익대)	
23	비균일조명에서 색도의 국지성에 기반한 색황등성 황동국, 이우람, 전병민(홍익대)	
24	3차원 집적영상 시스템에서 고속추정알고리즘을 적용하여 움직임 보상된 요소영상의 압축기법 이형우, 이주한, 강호현, 김은수(광운대)	

# 색상 정보를 이용한 향상된 깊이 영상 보간법

김도영, 이천, 호요성  
광주과학기술원 정보통신공학부

{kimdo, leecheon, hoyo}@gist.ac.kr

## Improved Depth Up-sampling Method Using Color Information

Do-Young Kim, Cheon Lee, Yo-Sung Ho  
Gwangju Institute of Science Technology (GIST)

### 요약

본 논문에서는 3차원 영상 시스템에 사용되는 깊이 영상을 색상 정보를 이용하여 저해상도에서 고해상도로 확대하는 효과적인 방법을 제안한다. 이 방법은 기존의 영상보간 방법들에 나타나는 깊이 경계선의 문제점을 보완하기 위해 쌍방향 필터를 개선한다. 결과적으로 깊이 영상은 더욱 뚜렷한 사물의 경계선이 나타나고, 전체적인 품질도 향상한다. 실험에서는 제안한 방법과 기존의 방법들을 이용하여 얻은 영상의 경계선을 비교하고, 실제로도 제안한 방법의 결과영상이 가상시점 영상합성에 더 효과적이라는 것을 보여준다.

### I. 서론

최근 들어 3차원 TV에 대한 관심과 수요가 늘어남에 따라 3차원 영상 관련 기술도 함께 발전하고 있다. MPEG (Moving Picture Expert Group)에서는 자유롭게 시점을 변화시키면서 3차원 영상을 즐길 수 있는 비디오 시스템에 대한 연구를 진행하고 있다 [1]. 이 경우 모든 시점의 데이터를 전송할 수 없으므로 일부 시점의 색상 영상과 깊이 영상을 이용하여 가상시점 영상을 합성하여 제공한다.

깊이 영상이란 사물이 카메라로부터 떨어진 정도를 나타내는 영상이다. 이를 얻는 방법에는 크게 스테레오 정합을 이용한 방법과 깊이 카메라로부터 획득하는 방법이 있다. 서로 다른 시점의 색상 영상에서 거리를 유추해내는 스테레오 정합 방법은 널리 쓰이고 있긴 하나, 다양한 영상에 대한 깊이 정보의 정확성이 보장되지 못한 상태이다. 이를 보완하기 위해, 색상 카메라와 깊이 카메라를 결합한 복합형 카메라 시스템이 제안되었다 [2]. 이를 통해 깊이 영상을 보다 빠르고 정확하게 얻어낼 수 있다.

가상시점 영상을 합성하기 위해서는 같은 크기의 색상영상과 깊이 영상이 필요하다. 하지만 깊이 카메라로부터 얻은 영상은 색상 영상에 비해 상대적으로 매우 작다. 그러므로 이 시스템의 지닌 한계점을 극복하기 위해 저해상도의 깊이 영상을 고해상도로 확대하는 과정이 반드시 필요하다.

### II. 깊이 영상 보간법

고해상도의 영상을 얻는 방법에는 여러 가지가 있다. 대표적으로 쌍선형 보간법(bilinear interpolation), 쌍사차식 보간법(bicubic interpolation), 쌍방향 보간법(bilateral interpolation)들이 그 예이다.

### 2.1 기존 영상 보간법의 한계점

쌍선형 보간법과 쌍사차식 보간법의 핵심은 바로 거리 정보를 이용한다는 것이다. 거리 정보란 구하고자 하는 화소와 주변 화소들간의 차이를 나타내는 값으로써, 영상에서 주변 화소들간의 강도의 차이는 비슷하다는 가정 하에 가까운 화소값에는 큰 가중치를 할당하고, 먼 화소값에는 작은 가중치를 할당하여 구하고자 하는 화소값을 얻게 된다.

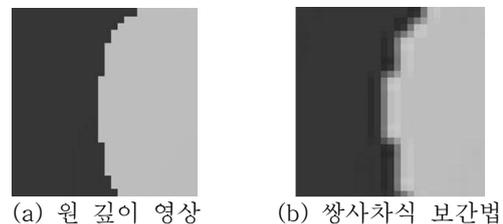


그림 1. 깊이 영상의 경계선

고품질의 3차원 영상을 합성하기 위해서는 깊이 영상의 정확도가 중요하다. 깊이 영상 안의 사물의 경계선의 뚜렷함의 정도가 품질의 큰 척도가 된다. 위와 같이 거리 정보만을 이용한 보간법의 문제점은 그 경계선이 애매해진다는 것이다. 그림 1(a)와 그림 1(b)는 그 차이를 잘 보여주고 있다. 확대된 영상의 경계선에서 중간값이 나타나고, overshoot와 undershoot가 생기므로 배경과 사물이 정확히 분리되지 않는다.

### 2.2 쌍방향 필터를 이용한 보간법

이미 거리와 색상 정보를 함께 이용한 쌍방향 보간법은 널리 이용되고 있다. 제안된 방법들은 쌍방향 필터(bilateral filter)를 기반으로 한다 [3]. 특히 JBU(joint bilateral up-sampling) 방법은 저해상도의 깊이 영상을

고해상도로 만드는 가장 유명한 방법이다 [4]. 구하고자 하는 화소의 위치를  $p$  라 할 때, 식 (1)을 통해 얻을 수 있다.

$$\tilde{S}_p = \frac{1}{k_p} \sum_{q_i \in \Omega} S_{q_i} f(\|p_{\downarrow} - q_{\downarrow}\|) g(\|\tilde{I}_p - \tilde{I}_{q_i}\|) \quad (1)$$

저해상도의 깊이 영상 화소 좌표  $p_{\downarrow}$ 와  $q_{\downarrow}$ , 이에 상응하는 고해상도 색상 영상( $\tilde{I}$ )의 화소 좌표  $p$ 와  $q$ 를 이용하여  $p$  좌표의 고해상도 깊이 영상의 화소값( $\tilde{S}_p$ )을 구한다.  $k_p$ 는 각 가중치들의 합을 나타낸다.

### 2.3 향상된 쌍방향 보간법

이 논문에서 제안하는 알고리즘에서는 식 (1)에서와 같은 방법으로 주변 화소값들에 가중치를 할당한다. 할당된 가중치들은 구하고자 하는 화소값을 결정하는데 중요한 지표가 된다. 그 식은 다음과 같다.

$$W_p = S(\alpha(p, q))R(\beta(p, q)) \quad (2)$$

$$\alpha(p, q) = dist\|p_{\downarrow} - q_{\downarrow}\|$$

$$\beta(p, q) = color\_dist\|p - q\|$$

식 (2)의 각 함수는 Gaussian 함수를 기반으로 한다.  $p$ 와  $q$ 는 저해상도의 두 점에 상응하는 고해상도에서의 좌표이다. 함수  $\alpha$ 는 저해상도에서 화소간의 거리 차를 나타내고,  $\beta$ 는 고해상도에서 화소간의 색상 차를 나타낸다. 각 각의 값은 함수 S와 R에 대입되어 가중치가 정의되고, 두 값을 곱하여  $W_p$ 를 구한다.

$$\tilde{D}_p = \arg \max(W_p, N) \quad (3)$$

최종적으로  $p$  좌표의 고해상도 깊이 영상의 화소값은  $N \times N$ 개의 블록 크기 안의 화소값들 중에서 가중치가 가장 큰 화소값을 선택한다. 가중치가 크기 위해서는 구하고자 하는 화소와 거리도 가까워야 하며, 색상 차이도 크지 않아야 한다. 이것은 결국 할당 받게 되는 화소값이 본래의 화소값과 비슷할 확률이 가장 크다는 것을 의미한다.

지금까지 설명했던 바와 같이, 이 알고리즘은 중간값의 생성 없이 주변 화소들의 값으로부터 결정되기 때문에 그 값이 정확하지 않을 수 있지만, 뚜렷한 경계선을 얻는 데는 성공적이다.

### III. 실험 결과

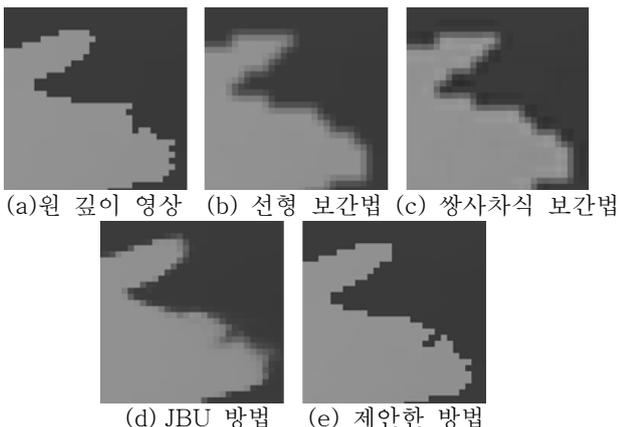


그림 2. 다양한 방법을 이용한 확대된 깊이 영상

이 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 여러 가지 방법을 이용하여 깊이 영상을 보간하는 실험을 하였다. 그림 2는 깊이 영상을 1/4 크기로 축소한 뒤, 여러 가지 방법으로 확대시킨 결과를 보여준다. 그림 2(a), 2(b)는 쌍선형 보간법과 쌍사차식 보간법을 사용한 결과이다. 깊이 경계선이 흐릿하다. 그림 2(c)처럼 JBU 방법을 사용하면 어느 정도 뚜렷한 경계선이 나타난다. 하지만 이 방법도 역시 작은 편차의 중간값들이 존재한다. 마지막으로 그림 2(e)에서 볼 수 있듯이 제안한 방법은 원 깊이 영상과 가장 비슷하면서 뚜렷한 경계선이 나타난다. 이 실험에서는 4x4 크기의 블록을 사용했고, 식 (2)의 각 Gaussian 함수의 표준 편차 값은 함수 S에서 1.0F, 함수 R에서 5.0F를 사용했다. 이는 실험을 통해 얻은 수치이다.

표 1. 가상시점 합성의 결과

Sequence	JBU 방법(dB)	제안한 방법(dB)
Balloons	33.11	33.38
Mobile	40.32	42.37
Newspaper	29.99	30.33

표 1은 JBU 방법과 제안한 방법을 통해 얻은 깊이 영상을 이용하여 가상시점 영상을 합성한 결과이다. 표의 값들은 원 영상과의 PSNR을 의미하며, 이 값이 클수록 영상의 품질이 좋다. 위의 표에서 볼 수 있듯이, 제안한 방법이 JBU 방법보다 가상시점 합성에 있어 조금 더 효과적이다. 최소 0.34dB에서 최대 2.05dB만큼의 이득을 보인다.

### IV. 결론

본 논문에서는 거리와 색상 정보를 이용하여 저해상도의 깊이 영상을 효과적으로 고해상도의 영상으로 확대하는 방법을 제안한다. 이 방법은 주변 화소값들 중에서 하나를 선택하는 방식으로써 중간값을 생성하지 않는다. 이로써 뚜렷한 경계선이 나타나, 전경과 배경을 확실히 구분 지을 수 있게 한다. 이 영상을 이용하여 가상 시점 합성을 한 실험 결과에서도 기존의 방법보다 평균적으로 1dB 이상의 이득을 보이며, 원본과 큰 차이가 나지 않는 고품질의 영상을 얻을 수 있다.

### 감사의 글

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

### 참 고 문 헌

[1]ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N9784, "Introduction to 3D video," May 2008.  
 [2]E. Lee, Y. Kang, Y. Jung, Y. Ho, "3-D Video Generation using Hybrid Camera System," *International Conference on Immersive Telecommunications (IMMERSCOM) 2009*, pp. T5(1-6), 2009.  
 [3]C. Tomasi, R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images," *Proc. of ICCV*, pp. 839-846, 1998.  
 [4]J. Kopf, M. Cohen, D. Lischinski, M. Uyttendaele, "Joint Bilateral Up-sampling," *ACM SIGGRAPH, ACM Trans. Graph*, vol. 26, no.3, 2007.