

# 입체영상의 3D 증강을 위한 입체영상 변환

\*길종인 \*\*김만배

강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과

\*jigil@kangwon.ac.kr \*manbae@kangwon.ac.kr

## Transformation of Stereoscopic Images for 3D Perception Improvement

\*Jong-in Gil \*\*Manbae Kim

Dept. Of Computer and Communications Engineering, Kangwon National University

### 요약

최근 국내외 디지털 가전 업체들은 다양한 3D 기술을 앞세워 가정 내에서도 편하게 즐길 수 있도록 다양한 3DTV를 출시하고 있다. 이러한 3DTV에서 입체영상을 시청하기 위해서는 입체콘텐츠가 제작되어 전송되어야 한다[1]. 이러한 입체 콘텐츠는 RGB 영상과 깊이맵을 이용하여 생성할 수 있는데, 이때 깊이맵은 사용자의 용도에 따라 다양한 형태로 변환될 수 있다. 최근엔 이러한 깊이맵과 3D 영상의 컬러를 변환하여 지각 깊이감을 개선하는 영상처리 기술에 대한 관심이 높아지고 있다.

이에 따라, 본 논문에서는 기존의 컬러 변환을 통한 2D 영상의 지각 깊이감 개선을 입체영상에 적용하여, 3D 지각 입체감을 동시에 향상시키는 방법을 제안한다. 이를 위해 대조 변환 및 배경 다크닝 방법을 제안하고, 실험을 통해 제안 방법이 상기 목적을 얻을 수 있는 것을 검증하였다.

### 1. 서론

입체영상기술은 시청자에게 장면의 깊이감을 제공함으로써 실제 환경에서 보는 것과 같은 입체감을 느끼게 하는 기술이다. 입체영상을 획득하는 방법은 크게 두 가지로 나뉠 수 있다. 2대의 카메라로부터 좌, 우 영상을 직접 획득하는 것[2]과 1대의 카메라를 통해 컬러 영상을 획득하고, 1대의 깊이카메라를 이용하여 획득한 깊이정보를 이용하여 좌, 우 영상을 생성하는 방법[3]이 있을 수 있다. 깊이카메라로부터 획득한 깊이정보는 사용자의 용도에 따라 다양한 형태로 변환되어 입체영상 제작에 사용된다. 후자는 전자와 달리, 입체영상의 입체감 등을 자유롭게 조절할 수 있는 장점이 있어서, 2D 영상과 같이 깊이맵이 지속적으로 공급 및 이용되고 있다.

이러한 깊이맵을 이용하여 2D 영상의 지각 깊이감(perceived depth quality)을 향상시키려는 연구가 꾸준히 연구되고 있으나, 조금 더 개선된 입체감을 제공하기 위해 본 논문에서는 상기 기술을 입체영상으로 확대하여, 입체영상의 지각 입체감(perceived stereoscopic quality)을 개선하는 방법을 제안하고자 한다. 여기서 말하는 지각 깊이감이란 원근감처럼 인간의 경험 혹은 지식으로부터 습득한 정보를 통해 깊이감을 느끼는 것을 말하고, 지각 입체감이란 양안시차로 인해 실제적으로 느낄 수 있는 입체감을 뜻한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안 방법의 개요를 설명하고, 3절에서는 영상을 변환하는 변환 정보를 획득하는 방법을 설명한다. 4절에서는 변환 정보를 토대로 RGB 영상을 변환하는 방법을 제안하고, 5절에서는 깊이맵을 변환한다. 6절의 실험에서는 개선된 화질을 검증하고, 마지막으로 7절에서는 결론을 맺는다.

### 2 입체영상의 지각 입체감 개선

그림 1은 본 논문에서 제안하는 입체영상의 지각 입체감과 지각 깊이감을 개선하는 방법의 블록도이다. RGB 영상을 변환함으로써 지각 깊이감을 개선할 수 있고, 깊이맵의 변환은 지각 입체감을 높이는데 사용된다. 본 논문에서는 상기 두 가지 방법을 통합한 입체영상의 지각 입체감 및 지각 깊이감의 향상 방법을 제안한다.

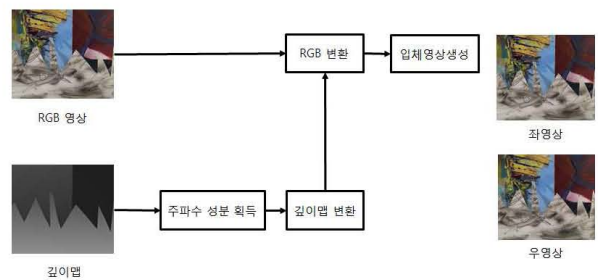


그림 1 입체감 개선의 전체 흐름도

그림 1의 흐름도에서 보는 것처럼 입력데이터는 RGB 영상과 깊이맵이다. 변환 정보는 깊이맵의 비연속영역으로부터 획득할 수 있는 고주파 성분을 조절하여 획득하게 된다. 이렇게 주파수 성분을 가지고 있는 변환정보를 토대로 깊이맵을 변환하게 된다. 그리고 이와 유사한 방법으로 RGB 영상을 변환한다. 변환된 깊이맵과 변환된 RGB 영상을 획득하였다면, 최종적으로 2D+Depth 기법을 이용하여 입체영상을 생성한다. 그리고 생성된 입체영상을 통해 개선된 지각 깊이감 및 지각 입체감을 느낄 수 있다.

### 3. 변환 정보

2D 영상의 지각 깊이감을 높이기 위해서 필요한 변환정보는 깊이 맵으로부터 얻어진다. 이는 인사프 마스킹 기술을 이용하여 획득할 수 있다[4][5]. 먼저 본래의 깊이맵과 저역 통과 필터가 적용된 깊이맵 사이의 차이를 계산함으로써 깊이맵의 고주파성분의 특성을 가지고 있는  $\Delta D$ 를 유도해낼 수 있다.  $\Delta D$ 는 다음 식을 이용하여 얻을 수 있다.

$$\Delta D = D - G \otimes D \quad (1)$$

여기서  $G \otimes D$ 는 가우시안 필터와 깊이맵의 컨볼루션(Convolution)이다. 이렇게 획득한  $\Delta D$ 는 국부 깊이 대조를 의미하는데,  $\Delta D$ 는 크기와 부호에 따라,  $|\Delta D| \leq T$ 는 중요하지 않은 영역,  $|\Delta D| > T$ 는 관심 영역으로 분류된다. 또한 관심 영역에서  $\Delta D < 0$ 은 경계 영역에서 깊이값이 상대적으로 작은 영역(예: 배경)을,  $\Delta D > 0$ 은 깊이값이 상대적으로 큰 영역(예: 전경)을 나타낸다. 다음 그림2는 입력 깊이맵과 가우시안 필터가 적용된 깊이맵, 그리고  $\Delta D$ 를 보여준다.  $\Delta D$ 를 나타낸 영상에서  $\Delta D > 0$ 일 경우는 파란색으로,  $\Delta D < 0$ 일 경우는 붉은색으로 나타내었다.

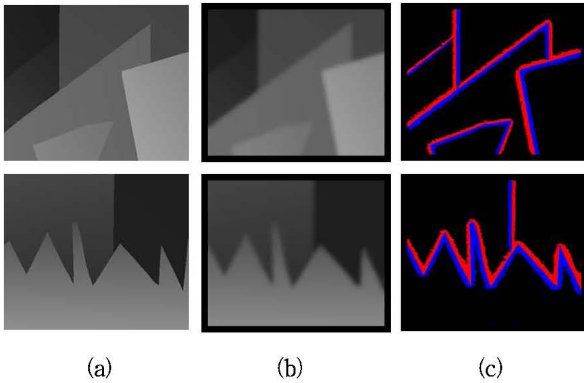


그림 2 깊이맵으로부터 획득한  $\Delta D$ . (a) 입력 깊이맵, (b) 저역 통과된 깊이맵, (c)  $\Delta D$ .

### 4. 컬러 변환

3절에서 획득한  $\Delta D$ 는  $[-255, 255]$ 의 범위를 가지고 있다. 이를  $[-1, 1]$ 로 변환하여 정규화된  $\Delta D_N$ 을 구한다.

#### 4.1 대조 변환

대조 변환은 깊이값의 차이가 있는 이웃하는 픽셀들이 있으면,  $\Delta D$ 의 값을 가감해줌으로써 픽셀의 밝기를 변화시킬 수 있다. 배경의 부분은 조금 더 어둡게 변환하고, 전경의 부분은 조금 더 밝게 변환함으로써 개선된 지각 깊이감이 발생한다.

에지에 관련된 공간 정보를 포함하는  $\Delta D$ 는 입력영상  $I(I \in R, G, B)$ 에 식 (2)처럼 직접 입력영상에 더하여 새로운 영상  $R'G'B'$ 를 얻는다.

$$\begin{aligned} R' &= R + \lambda \cdot \Delta D_N \\ G' &= G + \lambda \cdot \Delta D_N \\ B' &= B + \lambda \cdot \Delta D_N \end{aligned} \quad (2)$$

여기서  $\lambda$ 는 양의 실수이고, 사용자가 정하는 가중치이다.  $\lambda$ 가 클수록 대비는 증가하게 되고, 부호에 따라 RGB값이 증감한다. 그러나 대비가 크다고 해서 무조건 좋은 영상이라고는 할 수 없다.  $\lambda$ 가 크면 클수록 그만큼 화질의 열화가 심해질 수 있으므로 적절한  $\lambda$ 의 선택이 중요하다.

### 4.2 배경 다크닝

전경 객체와 배경이 있으면, 배경은 상대적으로 깊이값이 작다. 이 경우에 배경 픽셀을 어둡게 하면 3D 깊이감이 향상된다. 객체와 배경의 컬러 차이가 별로 없는 영상에 적용할 수 있는 방법으로 에지 부근에서 배경 영역을 어둡게 하는 것이다. 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} R' &= R + \lambda \cdot \Delta D_N^- \\ G' &= G + \lambda \cdot \Delta D_N^- \\ B' &= B + \lambda \cdot \Delta D_N^- \end{aligned} \quad (3)$$

여기서  $\Delta D_N^-$ 은  $\Delta D_N$ 의 음수값이다.  $\lambda > 0$ 로 양수값을 가진다.

### 5. 깊이맵 변환

3절에서 획득한  $\Delta D$ 는 에지 픽셀의 주위에서 큰 변화가 발생한다.  $\Delta D$ 의 절대값  $|\Delta D|$ 에 저주파 필터를 적용하면, 저주파 신호  $D_e$ 를 획득할 수 있는데 이를 다음 식 (4)에서 나타낸다.

$$D_e = \tau \cdot G(|\Delta D|) \quad (4)$$

여기서  $\tau$ 는 사용자가 정하는 가중치로,  $D_e$ 의 크기를 조절한다.  $G$ 는 가우시안 필터이다.  $\Delta D$ 는 에지 주변에서의 깊이의 변화율에 따라 크기가 달라지지만,  $D_e$ 는 깊이의 변화율에 크게 영향을 받지 않는다. 즉, 에지 주변의 깊이 변화가 일정한 크기로 증가 혹은 감소하도록 한다. 그리고 다음 식 (5)를 이용하여  $D_S$ 를 구한다.

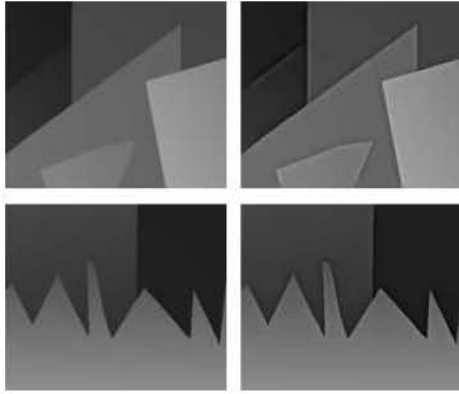
$$D_S = D_{\max} \frac{\Delta D}{D_e} \quad (5)$$

여기서  $D_{\max}$ 는  $|\Delta D|$ 의 최대값이다. 마지막으로, 최종 깊이맵  $D_F$ 는 입력 깊이맵  $D$ 에  $D_S$ 를 더하여 구할 수 있다.

$$D_F = D + D_S \quad (6)$$

## 6. 실험 결과

실험 영상으로는 MSR의 Break-dancer[6], HHI의 Interview가 사용되었다. 그림 3은 깊이맵 변환을 통해 획득한 결과를 보여주고, 그림 4는 컬러 변환을 통해 획득한 결과를 보여준다. 컬러 변환에 사용된  $\lambda$ 는 30이다.



(a) (b)  
그림 3 (a) 입력 깊이맵, (b) 변환된 깊이맵



(a) (b) (c)  
그림 4 (a) 입력 영상, (b) 대조 변환, (c) 배경 다크닝

## 7. 결론

본 논문에서는 컬러 영상과 깊이맵을 변환하여 지각 입체감 및 지각 깊이감을 향상하는 방법을 제안하였다. 제안 방법의 우수성을 증명하기 위해 각 제안 방법에 따른 성능을 비교, 검증하였다. 실험결과를 이용하여 입체영상을 생성하였고, 이를 직접 3DTV를 통해 시청한 결과 입체영상의 지각 입체감 및 지각 깊이감이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 논문은 지식경제부 및 산업기술평가관리원의 산업융합 원천기술개발사업(정보통신) [KI002058, 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리요소기술 및 하드웨어 IP 개발] 및 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 시스템반도체 상용화기술 사업의 지원을 받음

## 참고 문헌

- [1] C. Fehn, R. de la Barre and S. Pastoor, "Interactive 3DTV-concepts and key technologies," Proceedings of the IEEE, Special Issue on 3D Technologies for Imaging & Display, 94(3):524-539, March 2006.
- [2] 서자원, 김창익, "스테레오 카메라 영상처리 기술 및 동향", 전자공학회지, 제38권 제2호, pp. 31-36, 2011.
- [3] 김만배, "2차원 동영상의 3차원 입체 변환 방법", 방송공학회지, vol. 5, No.1, March 2001.
- [4] T. Luft, C. Colditz, and O. Deussen, "image enhancement by unsharp masking the depth buffer," In Proceedings of ACM SIGGRAPH, pp. 1206-1213, 2006.
- [5] Gonzales, Digital Image Processing, PrenticeHall, 2001.
- [6] <http://vision.middlebury.edu/stereo/>