

# 지상과 DMB에서의 DIBR 기반의 3차원 서비스를 위한 깊이 영상 전처리 방법에 관한 연구

\*오영진, \*정철곤, \*김중규, \*\*이광순, \*\*허남호  
\*성균관대학교 정보통신공학부, \*\*한국전자통신연구원  
e-mail : isotopic@skku.edu

## A Study on Preprocessing of Depth Image for 3D Service Based on Depth-Image-Based Rendering over T-DMB

\*Youngjin Oh, \*Cheolkon Jung, \*Joong Kyu Kim, \*\*Gwangsoon Lee, \*\*Namho Hur

\*School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

\*\*Electronics and Telecommunication Research Institute

### 요 약

본 논문에서는 지상과 DMB에서의 DIBR(깊이 영상 기반 렌더링) 기반의 3차원 서비스를 위한 깊이 영상 전처리 방법을 제안한다. 지상과 DMB 환경에서의 3차원 서비스는 HD급 화질의 3차원TV와 달리 작은 화면을 통해 3차원 영상이 출력되고, 3차원 영상의 전송량에 제약이 따르기 때문에 DIBR을 이용한 3차원 서비스 모델이 주목 받고 있다. 그러나 DIBR을 이용하여 3차원 서비스를 하는 경우에 획득된 깊이 영상을 그대로 사용하게 되면 비 폐색 영역으로 인한 홀이 발생하게 되고, 깊이 영상의 연속성으로 인해 객체 내에 홀이 발생하는 문제점을 가지게 된다. 이에 깊이 영상이 가지는 값을 화소의 이동거리와 특성에 따라 같은 값으로 조절하여 객체 내에 발생하는 홀의 수를 감소시키고, 경사도 방향 기반 평활화 필터를 이용하여 깊이 영상의 비연속성을 줄여 홀을 분산시킴으로서 렌더링된 3차원 영상의 입체감을 유지하면서 화질을 향상시켰다.

### 1. 서론

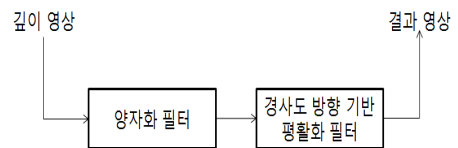
지상과 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)환경은 작은 디스플레이와 소수의 시청자로 구성되어 무안정식 3차원 서비스에 적합한 모델로 제시되어 왔다. 무안정식 3차원 서비스를 위해서는 좌/우 시점의 영상을 합성하여 양안식 입체영상을 구성하여야 한다. 그러나 지상과 DMB 환경에서는 전송량의 제약이 따르므로 좌/우 시점의 영상을 모두 전송하는 방법보다는 기준 시점의 영상과 기준 시점의 영상에 대응되는 깊이 정보(깊이 영상)를 이용하여 가상의 좌/우 시점의 영상을 만들어 내는 DIBR(Depth-Image-Based Rendering)[1] 기반의 3차원 서비스가 적합하다. 또한 DIBR 기반의 3차원 서비스의 경우 단말단에서 사용자가 입체감을 직접 조절할 수 있다는 장점을 가지게 된다. 그러나 DIBR은 좌/우 시점 영상을 생성하면서 비폐색(disocclusion)영역으로 인한 홀이 발생하게 된다. 따라서 비폐색영역으로 인해 발생 되는 홀을 줄이면서 3차원 영상의 입체감을 유지하기 위해 깊이 영상의 전처리를 수행한다. 이에 본 논문에서는 3차원 영상의 화질을 향상시키고, 입체감을 유지할 수 있는 깊이 영

상의 전처리 방법을 제안하고자 한다.

본 논문의 2장에서는 개발된 전처리 방법에 대하여 설명하고, 3장에서는 기존의 방법들과 비교하여 실험 결과를 제시하며, 4장에서 결론을 맺는다.

### 2. 제안된 전처리 방법

제안된 전처리 방법은 양자화 필터 및 경사도 방향 기반 평활화 필터의 과정을 거치며 그림 1과 같다. 첫 번째 과정은 깊이 영상의 밝기 값을 히스토그램 분포에 따라 화소의 최대 이동거리만큼 구분하여 양자화 시킨다. 두 번째 단계에서는 양자화 된 깊이 영상의 경계에서 불연속성을 완화시켜 홀을 분산시키는 효과를 내기 위해 경사도 방향 기반 평활화 필터[2]를 사용한다.



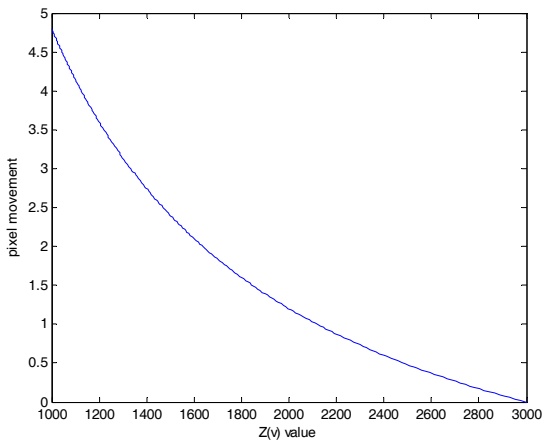
(그림 1) 제안된 전처리 방법의 순서

2.1 양자화 필터

DIBR에서 깊이 영상은 8bit크기의 회색음영으로 표현된다. DIBR에서는 깊이 영상의 밝기 값을 실제 카메라에서 각 화소가 나타내는 곳까지의 거리로 변환하여 각 화소의 이동 거리를 나타내며, 깊이 영상의 변환은 식 (1)을 이용한다[2].

$$Z(v) = \frac{1}{\frac{1}{Z_{near}} \left(\frac{v}{255}\right) + \frac{1}{Z_{far}} \left(1 - \frac{v}{255}\right)}, v \in [0, \dots, 255] \quad (1)$$

변환된 깊이 값을 이용하여 렌더링을 수행하면 그림 2와 같이 깊이 값에 따른 이동거리가 계산된다.

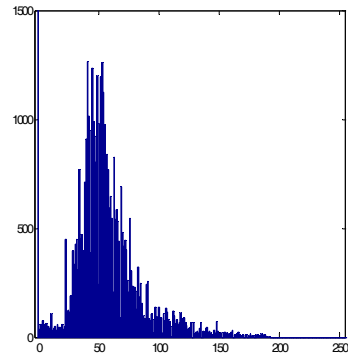


(그림 2) 변환된 깊이 값에 따른 화소의 이동거리

그림 2와 같이 화소의 이동 거리는 각  $Z(v)$ 에 따라 연속적인 값을 가지지만 실제 이동되는 화소 수는 정수의 값을 가진다. 따라서 영상의 객체 내에서 깊이 값이 변하게 되면 객체 내에 홀이 생기는 문제점이 발생한다. 이에 따라 비슷한 값을 가지는 화소들의 값을 하나의 값으로 양자화시켜 객체 내에 발생하는 홀을 감소시키고자 한다.



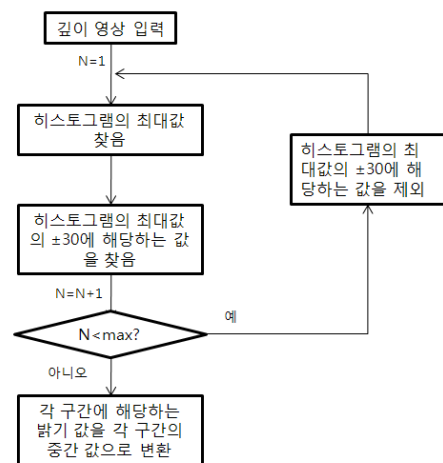
(a)



(b)

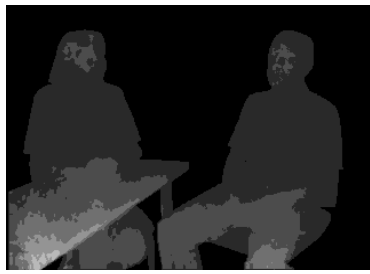
(그림 3) 'interview' 영상의 깊이 영상(a)과 히스토그램(b)

그림 3에서 볼 수 있듯이 깊이 영상의 객체가 나타나는 부분의 히스토그램 분포가 높은 것을 볼 수 있다. 따라서 가장 많은 수의 분포를 가지는 밝기 값을 찾아낸다. 그리고 최대 분포를 가지는 밝기 값의  $\pm 30$ 에 해당하는 밝기 값을 제외한 히스토그램에서 최대 값을 가지는 밝기 값을 찾아낸다. 위 과정을 좌/우 시점의 최대 이동거리 만큼 반복하여 수행한다. 위 과정의 결과 값을 이용하여 깊이 영상의 밝기 값의 구간을 설정하고 각 구간에 해당하는 밝기 값을 각 구간의 중간 값으로 변환한다. 이 때 밝기 값 0에 대해서는 위 과정을 수행하지 않는다. 일반적으로 깊이 영상의 배경이 0의 값을 가지므로 0의 값을 가지는 화소에 대해서는 위 과정을 수행하지 않아도 배경에 해당하는 부분의 화소는 같은 크기의 이동거리를 갖게 된다. 그림 4는 위 과정의 블록도를 보여 준다.

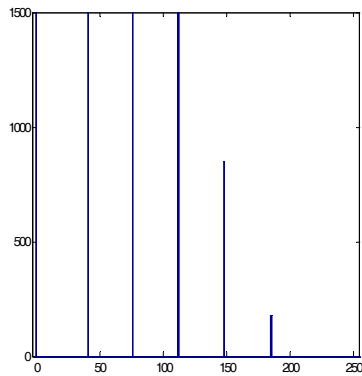


(그림 4) 양자화 필터의 블록도

그림 5는 위 과정을 거친 결과 영상을 보여 준다. 그림 5의 결과 영상은 320x240의 크기를 가지는 깊이 영상을 이용한 것으로 각 화소의 최대 이동거리가 5화소 이하로 제한되기 때문에 깊이 영상의 밝기 값은 총 6개의 값으로 변환된다.



(a)



(b)

(그림 5) 양자화 필터를 거친 결과영상(a)과 히스토그램(b)

### 2.2 경사도 방향 기반 평활화 필터

양자화 필터를 거친 깊이 영상을 이용하여 깊이 영상 기반 렌더링을 수행할 경우 객체의 경계 부분에서 홀이 크게 발생하며, 객체내의 밝기 값을 하나의 값으로 변환하지 못하여 나타나게 되는 깊이 영상의 경계에 의해 홀이 발생하게 된다. 이에 경사도 방향 기반 평활화 필터를 이용하여 객체의 경계에서 발생하는 홀과 객체 내에서 발생하는 홀을 감소시키고자 하였다.

경사도 방향 기반 평활화 필터는 DIBR의 특성에 기반을 두고 있다. 렌더링시에 가로 방향에서의 시점 변화만을 고려하면 되기 때문에 홀 역시 가로 방향의 깊이 불연속 지점에서만 발생한다. 따라서 불연속성의 방향이 가로 방향에 가까울수록 일반적으로 홀의 너비가 더 넓어지게 된다. 즉, 화소 2개 이상의 너비를 가진 홀 영역이 발생하는 높은 불연속성을 지닌 영역에서 불연속성을 방향에 따라 다르게 평활화를 수행한다면 가우시안 필터와 같이 렌더링된 영상에서의 왜곡을 최소화하고 홀의 개수도 크게 감소시킬 수 있을 것이다. 이에 깊이 영상의 경사도 방향으로 불연속성의 방향을 측정하고 적응 평활화 필터의 계수를 결정하였다.

식(2)에 의해 경사도 방향이 계산되며, 경사도 방향이 계산되면 식 (3)에 의해 필터계수가 결정된다.

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (2)$$

$$\omega(x,y) = \quad (3)$$

$$\begin{cases} (1-|\cos(\alpha(x,y))|)(1-g(\nabla D_0(x,y))), & \text{if } |\nabla D_0(x,y)| > 50 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

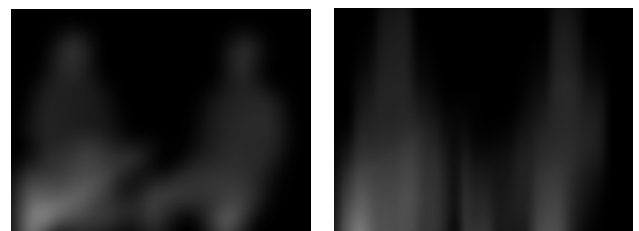
식 (3)에서 보면, 필터 계수는 두가지에 의해 결정된다. 위의 필터는 깊이 영상에서 수평방향의 불연속성에 대하여 평활화한다. 즉, 경사도 방향이 가로 방향에 가까울수록 필터 계수  $w$ 는 높아지게 된다. 또한 경사도 크기  $|\nabla D_0(x,y)|$ 가 50보다 큰 경우, 전달 함수에 의하여 경사도 크기가 클수록 필터의 계수는 높은 값을 가진다. 이는 앞의 양자화 필터를 적용한 후에 깊이 영상의 불연속으로 인해 큰 홀이 생성되는 영역에 대해서만 경사도 방향 기반 평활화를 적용해 홀 영역을 감소시키기 위한 것이다. 경사도 방향 기반 평활화 필터의 반복 횟수는 20회로 설정하여 적용한다. 그림 (6)은 양자화 필터를 적용한 후 경사도 방향 기반 평활화 필터를 적용한 결과를 보여준다.



(그림 6) 경사도 방향 기반 평활화 필터를 적용한 결과 영상

### 3. 실험 결과

본 장에서는 제안된 깊이 영상 전처리 방법의 성능을 평가하기 위해 앞서 개발된 가우시안 평활화[1]와 비대칭 평활화[3]를 이용하여 전처리된 영상에 의한 렌더링 결과와 원본 깊이 영상에 의한 렌더링 결과 영상을 상호 비교하였다. 실험에 사용된 영상은 ATTEST(Advanced Three-Dimensional Television System Technologies)[1]에서 제공되는 'interview'영상을 사용하였으며, 720×576크기의 영상을 320×240크기로 다운샘플링 하여 사용하였다. 그림 7의 (a)는 가우시안 평활화가 적용된 깊이 영상을 보여주며, 그림 7의 (b)는 비대칭 평활화가 적용된 깊이 영상을 보여준다.

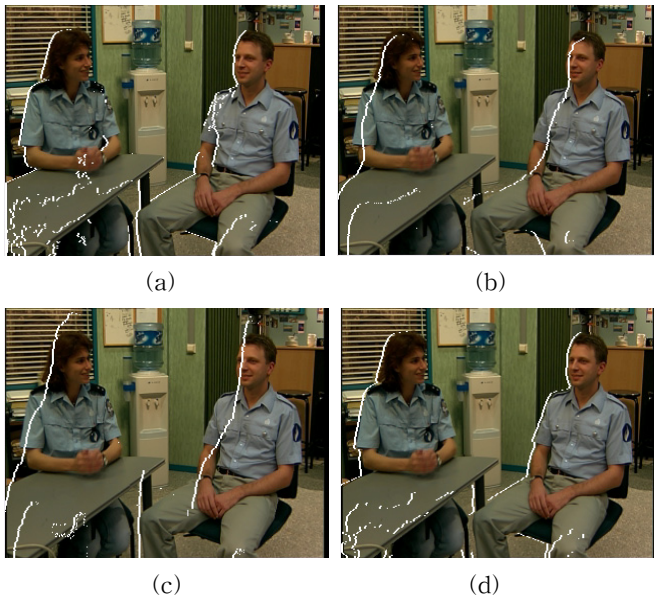


(a)

(b)

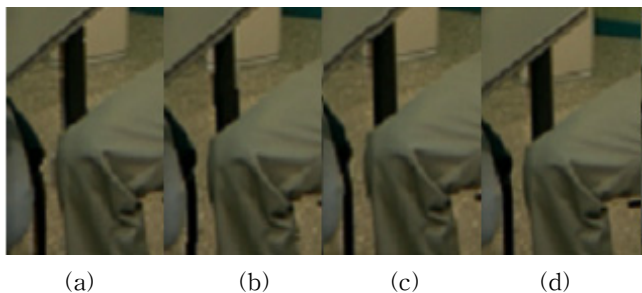
(그림 7) (a)가우시안 평활화가 적용된 깊이 영상 (b)비대칭 평활화가 적용된 깊이 영상

그림 8은 각각의 전처리가 적용된 깊이 영상을 이용하여 렌더링된 가상 시점 영상 중 좌 시점의 영상에서 나타나는 홀을 보여준다.



(그림 8) 깊이 영상 전처리 방법에 따라 좌 시점 영상에서 생성되는 홀 비교 (a)원본 (b)가우시안 평활화 (c)비대칭 평활화 (d)제안된 방법

그림 8의 각 영상에 나타나는 흰색 부분은 홀을 나타낸다. 원본 깊이 영상을 사용한 경우 객체의 좌측 경계부분에 비 폐색 영역으로 인한 홀이 발생하는 것을 볼 수 있다. 그러나 가우시안 평활화와 비대칭 평활화를 적용하여 전처리된 깊이 영상을 사용한 경우에는 홀이 객체의 경계에서 생기는 것이 아니라 객체 내에서 발생하는 것을 볼 수 있다. 이러한 홀은 입체감을 감소시키고, 객체 내에서 입체감이 달라지게 하는 효과를 가져 온다. 마지막으로 제안된 방법이 적용된 전처리된 깊이 영상을 사용한 경우에는 객체의 경계부분에서 홀이 발생하며, 원본 깊이 영상을 사용한 경우에 발생했던 객체 내에서 발생하는 홀이 현저히 줄어든 것을 확인 할 수 있다.



(그림 9) 깊이 영상 전처리 방법에 따른 좌 시점 영상 비교 (a)원본 (b)가우시안 평활화 (c)비대칭 평활화 (d)제안된 방법

그림 9의 영상은 각 전처리 방법에 따라 전처리된 깊이 영상을 이용하여 생성된 좌 시점 영상에서 왜곡의 특성이 잘 나타나는 부분을 나타낸 것이다. 영상에서 홀이 나타나는 부분은 선형보간법을 이용하여 채워 주었다[4]. 그림 9에서 볼 수 있듯이 원본 깊이 영상을 이용한 경우에는 수직 경계 부분에서 평활화 현상이 발생하는 것을 볼 수 있다. 가우시안 평활화를 적용한 경우에는 깊이 영상의 왜곡으로 인해 수직 경계 부분이 휘어지는 현상을 볼 수 있으며, 비대칭 평활화의 경우에는 경계 부분에서 평활화 현상과 대각선 경계 부분이 휘어지는 왜곡 현상을 볼 수 있다. 그러나 제안된 방법으로 전처리된 깊이 영상을 사용한 경우에는 다른 전처리 방법을 사용한 경우와 비교하여 경계 부분의 휘어지는 현상과 평활화 현상을 막고, 객체의 외곽선을 보존 시켜주는 것을 확인 할 수 있다. 이는 사용자가 객체의 외곽선과 일치된 입체감을 느낄 수 있게 한다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 지상과 DMB환경에서 DIBR 기반의 3차원 서비스를 위한 깊이 영상 전처리 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 DIBR의 특성에 따라 양자화 필터와 경사도 방향 기반 평활화 필터를 이용한다. 양자화 필터는 DIBR에서 화소의 이동 거리에 따라 깊이 영상을 양자화시키고, 경사도 방향 기반 평활화 필터는 렌더링시 이동되는 화소는 좌, 우 방향으로만 나타난다는 특성에 따라 수직 방향의 경계가 나타나는 곳에서 강하게 평활화를 시켜 홀을 감소시켰다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 제안된 전처리 방법은 렌더링된 영상의 왜곡을 줄여주고, 사용자가 느끼는 입체감을 객체의 외곽선과 일치 시키며, 객체 내에 나타나는 홀을 줄여 객체 내에서 발생하는 입체감의 오류를 줄일 수 있었다.

#### 참고문헌

[1] Christoph Fehn, et al, "Depth-Image-based Rendering (DIBR), Compression and Transmission for New Approach on 3D-TV", SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI, pp. 93-104, January 2004.

[2] Young Kyung Park, et al, "Depth-Image-based Rendering for 3DTV service over T-DMB", Signal Processing: Image Communication, vol. 24, Issues 1-2, pp. 122-136, January 2009,

[3] L. Zhang and W. J. Tam, "Stereoscopic image generation based on depth images for 3dtv," IEEE Trans. on Broadcasting, vol. 51(2), pp. 191 - 199, 2005.

[4] 오영진, 정광희, 김중규. "지상과 DMB 환경에서 DIBR 기반 입체 영상 서비스를 위한 보간법의 비교 연구" 대한전자공학회. 춘계학술대회. 2007년 11월.