

# 깊이 정보를 이용한 실시간 다시점 스테레오 영상 합성

준회원 장 세 훈\*, 한 충 신\*, 배 진 우\*, 정회원 유 지 상\*

## Real-time Multiple Stereo Image Synthesis using Depth Information

Se hoon Jang\*, Chung shin Han\*, Jin woo Bae\*, Ji sang Yoo\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 영상의 RGB 정보와 화소단위의 8비트 깊이 정보를 이용하여 현재의 영상과 스테레오 쌍이 되는 가상의 우 영상을 생성한다. 이 과정에서 깊이 정보를 시차 정보로 변환하고, 생성된 시차정보를 이용하여 우 영상을 생성하게 된다. 또한 스테레오 영상을 합성한 후 회전(rotation)과 이동(translation) 등의 기하학적 변환을 이용하여 관찰자의 위치를 고려한 다시점 스테레오 영상을 합성하는 기법을 제안하고, 깊이 정보와 시차 정보와의 관계를 분석하여 화소 단위의 실시간 처리를 위한 LUT(look-up table) 방식의 고속 기법도 제안한다. 실험 결과 SD급 영상의 경우 8비트 깊이 정보만을 가지고 11시점의 스테레오 영상을 실시간으로 합성할 수 있다.

**Key Words** : Stereo image; Multiple view; Depth camera; Depth information; Look up table

### ABSTRACT

In this paper, we generate a virtual right image corresponding to the input left image by using given RGB texture data and 8 bit gray scale depth data. We first transform the depth data to disparity data and then produce the virtual right image with this disparity. We also proposed a stereo image synthesis algorithm which is adaptable to a viewer's position and an real-time processing algorithm with a fast LUT(look up table) method. Finally, we could synthesize a total of eleven stereo images with different view points for SD quality of a texture image with 8 bit depth information in a real time.

### I. 서 론

3DTV의 구현은 인간의 양안을 모델링한 스테레오 영상의 차이 즉 시차(disparity)로부터 느끼는 깊이감과 현장감을 이용한다<sup>1,2</sup>. 이 경우 입력 영상을 얻기 위해서는 양안에 해당하는 두 대의 카메라가 필요하다. 그러나 두 대의 카메라가 완벽하게 조정(calibration) 되어있지 않다면 입력받는 데이터는 양안에 해당하는 스테레오 영상이 될 수 없고, 이 경우 현재 연구되고 있는 시차예측 기법을 적용하기

위해서는 반드시 효과적인 전처리 과정이 필요하다<sup>3,4</sup>. 다시점 3차원 영상을 얻기 위해서는 해당되는 시점의 수만큼 카메라가 필요하다. 여러 대의 카메라를 사용할 경우는 두 대의 카메라를 사용할 때보다 카메라를 같은 조건으로 조정하기가 더 어렵게 된다. 또한 여러 대의 카메라 비용도 상당히 부담이 되게 된다.

이러한 문제점들을 해결하면서 효율적으로 스테레오 영상이나 다시점 영상을 얻기 위한 방법으로 ATTEST에서는 depth 카메라를 이용한 방법을 제

\* 광운대학교 전자공학과 디지털 미디어 연구실({justdash, whale11, bjw8751}@image.gwu.ac.kr, jsyoo@daisy.kw.ac.kr)

논문번호: KICS2004-11-257, 접수일자: 2004년 11월 2일

※이 논문은 2004년도 광운대학교 연구년에 의하여 연구되었음

안하고 있다<sup>5)</sup>. Depth 카메라를 이용하면 RGB 텍스처 데이터와 8 비트의 깊이 정보로 입력 영상이 표현된다. 최근 이러한 depth 정보를 이용한 스테레오 영상 합성 기법에 대한 연구가 진행되었다<sup>6)</sup>. 그러나 스테레오 영상의 경우는 단일 시점의 정보만을 제공하므로 보다 현실감 있는 3DTV를 구현하기 위해서는 다시점의 영상이 필수적이다. 이러한 스테레오 영상이나 다시점 영상을 얻기 위해서는 depth 카메라에서 획득된 깊이 정보를 시차정보로 변환하고 주어진 시점에 따른 적절한 스테레오 영상을 합성할 수 있는 알고리즘이 필요하다.

본 논문에서는 깊이 정보를 이용하여 스테레오 영상 및 다시점 스테레오 영상을 합성하기 위해 고속으로 처리될 수 있는 효율적인 기법을 제안한다. 제안된 기법은 관찰자의 위치 변화에도 적응적이다. Depth 카메라는 RGB 텍스처 데이터와 화소 단위의 8 비트 깊이 정보, 즉 사물과 카메라간의 거리 정보를 제공한다. 이 깊이 정보는 시차 정보로 변환하게 되고 시차 정보를 이용하여 스테레오 영상을 먼저 합성한다. 주어진 RGB 텍스처 영상을 기준영상인 좌 영상으로 정의하고 변환된 시차 정보를 이용하여 대응하는 가상의 우 영상을 생성하게 된다. 깊이 정보로부터 시차 정보를 변환하기 위해서 평행식 카메라 모델을 적용하였다.

양안 외에 관찰자의 시점에 따른 다양한 시점의 스테레오 영상을 합성하기 위해서는 폭주식 카메라 모델을 적용한다. 관찰자의 수평 이동을 각  $\theta$ 로 정의하여 회전(rotation)과 이동(translation) 등 기하학적 변환 기법을 이용하여 해당 시점에 대한 좌 영상을 생성한다. 대응하는 우 영상은 이미 언급한 스테레오 영상 합성 기법을 적용하여 생성할 수 있다. 본 논문에서는 고속 처리를 위해 회전과 이동에 대한 변환 식을 룩업표(look up table : LUT)로 만들어 다양한 시점의 스테레오 영상을 실시간으로 합성하게 하였다. 이 경우 다수의 카메라를 사용하지 않고도 관찰자의 시점에 따라 필요한 시점의 스테레오 영상을 실시간으로 합성할 수 있다.

본 논문에서 제안한 기법으로 depth 카메라 한대를 이용하여 11시점의 스테레오 영상을 만들어 본 결과 실험에서 알 수 있듯이 관찰자의 시점에 따라 매우 자연스러운 스테레오 영상을 합성할 수 있다. 본 논문의 II장에서는 깊이 정보를 이용한 스테레오 영상 합성 기법을 소개하고 III장에서는 다시점 스테레오 영상 합성 기법과 실시간 처리기법을 설명한다. IV장에서는 실험 및 그 결과에 대해 기술

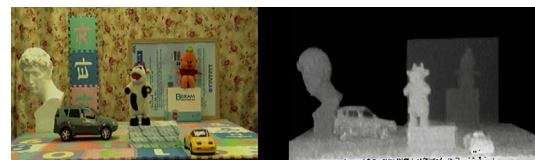
하고 V장에서 결론을 내린다.

## II. 깊이 정보를 이용한 스테레오 영상 합성

Depth 카메라로부터 입력받는 데이터는 RGB 텍스처 영상과 그에 해당하는 깊이 정보이다. 깊이는 사물과 카메라 사이의 거리를 나타내는 정보로서 8비트 gray scale로 대응되는 화소마다 표현된다. 그림 1은 depth 카메라로부터 입력받은 텍스처 영상과 깊이 정보를 나타내는 8 비트 영상이다. Depth 영상에서 밝은 부분의 화소는 사물과 카메라간의 거리가 가깝고, 어두운 부분의 화소는 거리가 멀다는 것을 의미한다. 본 논문에서는 획득한 RGB 텍스처를 기준 영상인 좌 영상으로 정의하고, 깊이 정보를 시차(disparity) 정보로 변환하여 대응되는 가상의 우 영상을 생성하였다.

획득한 깊이 정보에는 눈으로 판별이 어렵지만 depth 카메라의 특성상 잡음으로 생각할 수 있는 많은 성분들이 포함되어 있다. 따라서 본 연구에서는 먼저 깊이 정보로부터 잡음의 영향을 제거하기 위해 전처리 과정을 거친다. 잡음의 특성을 분석한 결과 중간값 필터(median filter)가 가장 계산 과정이 간단하면서도 잡음 제거에 효율적이다.

본 연구에서는 일반적으로 원거리에 있는 배경에는 시차가 적고 반면에 근거리에 있는 객체에는 시차가 크다는 양안 시차의 기본 원리를 이용하여 주어진 입력 영상(좌 영상)의 배경을 생성하려는 우 영상의 배경으로 그대로 사용한다. 따라서 RGB 영상에서 배경과 전경을 분리하기 위한 과정이 선행되어야 한다. 이 경우 배경과 전경에 있는 객체들을 분리하기 위한 깊이 정보의 임계값을 적절하게 설정하며, 이 임계값을 가지고 그 깊이 이상의 물체들을 배경에 해당하는 영역으로 정의한다. 분리된 배경은 생성하려는 우 영상의 배경으로 적용한다.



(a) RGB 텍스처데이터 (b) Gray scale의 깊이정보  
 그림 1. Depth 카메라로부터 획득한 데이터  
 Fig 1. Texture and depth data from depth camera

우 영상의 전경을 생성하기 위해서는 다음에 언급하는 방법을 이용하였다. 그림 2는 평행식 스테레

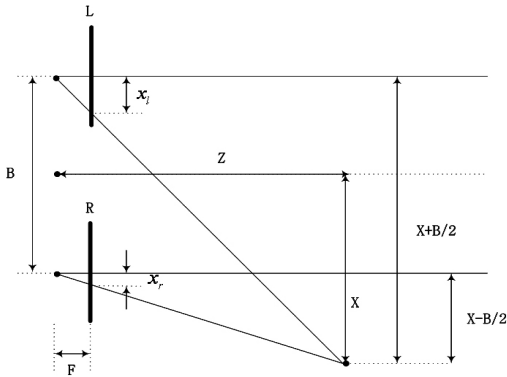


그림 2. 평행식 카메라 모델  
Fig 2. parallel camera model

오 카메라 모델을 나타낸다. 그림에서 L은 좌 영상을, R은 우 영상을 나타내고 B는 base line을 F는 focal length를 나타낸다. Z는 카메라의 상에 투영되는 공간상의 한 점과 카메라 사이의 거리 즉 깊이를 나타낸다. 평행식 카메라 모델에서 공간상의 한 점은 다음 식(1)의 관계에 의해 좌, 우의 카메라에 투영된다<sup>7)</sup>.

$$x_l = F_l \frac{X_l}{Z_l}, \quad x_r = F_r \frac{X_r}{Z_r} \quad (1)$$

여기서  $(X_l, Y_l, Z_l)$ 는 좌측 카메라 렌즈의 중심축이 기준인 공간상의 한 점의 좌표를 나타내고,  $(X_r, Y_r, Z_r)$ 는 우측 카메라 렌즈의 중심축이 기준인 공간상의 한 점의 좌표를 각각 나타낸다.  $x_l$ 과  $x_r$ 는 각각 좌, 우 영상에서의 화소의 횡축 좌표를 나타낸다.  $F_l$ 과  $F_r$ 은 각각 좌, 우 카메라의 focal length를 나타낸다.

평행식 카메라 모델인 경우 좌, 우 카메라의 좌표계의 차이는 식 (2)에서처럼 횡축 좌표에만 존재하게 된다. 이 차이가 결국 좌 영상과 우 영상의 시차가 된다. 좌 영상으로부터 우 영상을 생성하기 위해서는 이 시차 정보를 이용한다.

$$X_l = X + \frac{B}{2}, \quad X_r = X - \frac{B}{2}, \quad (2)$$

$$Y_l = Y_r = Y, \quad Z_l = Z_r = Z$$

여기서  $(X, Y, Z)$ 는 실제의 공간 좌표계에서의 한 점의 좌표를 나타낸다. 공간 좌표계라는 것은 공간 상에 가상의 기준점을 갖는 직각 좌표계를 의미한다. 식 (2)의 평행식 카메라 모델에서는 좌, 우 카

메라의 좌표계가 언급한 바와 같이 가로 방향의 차이만을 갖게 된다. 그 이유는 평행식 카메라 모델이 인간의 양안을 모델링한 것이므로 base line에 의한 영향이다. 이러한 base line은 시차에 영향을 준다<sup>7)</sup>.

식 (1)에 식 (2)의  $X_l$ 과  $X_r$ 을 각각 대입하면 좌, 우의 카메라에 투영된 피사체의 영상 좌표  $(x_l, y_l)$ 와  $(x_r, y_r)$ 를 구할 수 있다.

$$x_l = F \frac{X+B/2}{Z}, \quad x_r = F \frac{X-B/2}{Z}, \quad (3)$$

$$y_l = y_r = y = F \frac{Y}{Z}$$

좌, 우 영상의 시차는 식 (3)과 같이 횡축 좌표에서만 나타나므로 최종적으로 시차 정보를 나타내는  $d_x$ 는 다음 식을 통해 구할 수 있게 된다.

$$d_x = x_l - x_r = \frac{FB}{Z} \quad (4)$$

여기서 F는 카메라 고유의 파라미터이며 B도 상수로 결정이 된다. 그러므로 깊이 정보에서 시차 정보로의 변환식을 얻을 수 있다. 변환된 시차 정보를 이용하여 다음 식과 같이 우 영상을 생성한다.

$$I_R(x', y') = I_L(x - d_x, y) \quad (5)$$

그림 3의 (a)는 depth 카메라에 획득된 좌 영상을 나타내며 (b)는 식 (5)를 이용하여 좌 영상으로부터 우 영상을 생성한 것이다.



(a) 좌 영상(기준 영상)      (b) 생성된 우 영상  
그림 3. 깊이 정보를 이용한 스테레오 영상 합성  
Fig 3. Stereo image synthesis using depth information

### III. 고속의 다시점 스테레오 영상 합성 기법

#### 3.1 다시점 스테레오 영상 합성 기법

3차원 TV를 바라보는 관찰자의 위치는 언제나 바뀔 수 있다. 실감 있는 3차원 방송을 위해서는 이러한 관찰자의 위치 변화에 적응적으로 3차원 영상을 합성해야 한다. 본 논문에서는 이러한 요구를 수용하기 위해 RGB 텍스처와 깊이 정보만으로 다시

점 영상을 합성하는 방법을 제안한다. 관찰자의 움직임이 수평 방향으로만 존재한다고 가정을 하면, 관찰자의 수평 움직임, 즉 관찰자의 위치 변화는 관찰자의 최초 위치 즉 중앙의 위치와 디스플레이 장치의 중앙지점을 연결한 선분과 현재 관찰자의 위치와 디스플레이 장치의 중앙을 연결한 선분이 이루는 각의 변화로 나타낼 수 있다. 그림 4는 디스플레이 장치를 바라보는 관찰자의 위치 변화를 나타낸 것이다. 그림 4에서처럼 관찰자의 수평 이동을 각  $\theta$ 로 정의하면 관찰자의 위치에 해당하는 가상의 카메라에 투영되는 피사체의 상은 중앙 위치의 카메라에 투영되는 상에 대해  $\theta^\circ$  만큼 회전하게 된다<sup>7)</sup>.

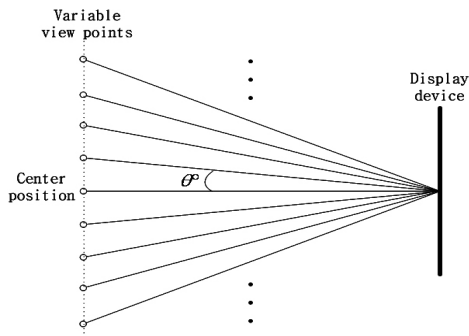


그림 4. 스테레오 영상을 바라보는 다양한 관찰자의 시점  
Fig 4. Multiple view point

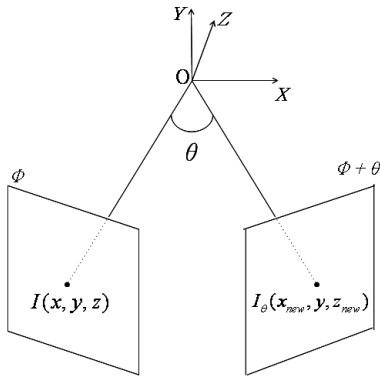


그림 5. 폭주식 카메라 모델  
Fig 5. Convergence camera model

이러한 관찰자의 시점 변화에 대해 그림 5에 보인 폭주식 카메라 모델을 사용하여 좌 영상을 생성하였다.  $\phi$  위치에서  $\theta$ 만큼 회전된 영상  $I_\theta(x_{new}, z_{new})$ 는 영상  $I(x, y, z)$ 의 Y축에 대한 회전으로 표현되며, 식(6)은 이러한 회전 변환 행렬을 나타낸다<sup>7)</sup>.

$$R_\theta = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (6)$$

식 (7)에 의해  $\theta$ 만큼 회전된 새로운 화소의 좌표를 생성하게 되면, 입력된 영상으로부터 회전된 위치의 좌 영상을 생성하게 된다.

$$\begin{bmatrix} x_{new} \\ y \\ z_{new} \end{bmatrix} = R_\theta \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}, P_\theta^T = R_\theta P^T \quad (7)$$

여기서  $P = (x, y, z)$ ,  $P_\theta = (x_{new}, y, z_{new})$ 이다. 식 (7)과 같이 입력 영상의  $(x, y)$  위치에서의 깊이 정보  $z$ 를 갖는 화소  $I(x, y, z)$ 은 식 (6)의 회전 변환 행렬에 의해서 새로운 좌 영상의 화소 위치  $I(x_{new}, y, z_{new})$ 로 이동된다.

$\theta$  위치의 좌 영상을 생성한 후, 생성된 좌 영상에 대응하는 가상의 우 영상은 2장에서 이미 설명한 평행식 카메라 모델을 이용한 시차 정보를 사용하여 생성할 수 있다. 식 (8)을 이용하여 우 영상의 횡축 좌표에 새로 생성된 좌 영상의 횡축 좌표와의 시차를 적용한다.

$$x_R = x_{new} - d_x \quad (8)$$

$$d_x = \frac{FB}{z} \quad (9)$$

여기서  $F$  : focal length,  $B$  : base line이다. 그러므로 우 영상의 좌표는 좌 영상을 기준으로 시차 정보만큼 차이가 나게 되며 이러한 시차를 이용하여 우 영상을 생성할 수 있다. 식 (9)는 우 영상에 적용될 시차를 구하는 식이다.

본 논문에서는 위와 같은 폭주식 카메라 모델과 평행식 카메라 모델을 모두 이용하여 중앙 위치인  $0^\circ$ 를 기준으로  $-5^\circ$ 에서  $5^\circ$ 까지의 가상의 관찰자 위치를 설정하여 11시점의 다시점 스테레오 영상을 합성하였다. 그림 6과 7에 각각  $-4^\circ$ 와  $4^\circ$ 에서 합성된 스테레오 영상을 보였다.



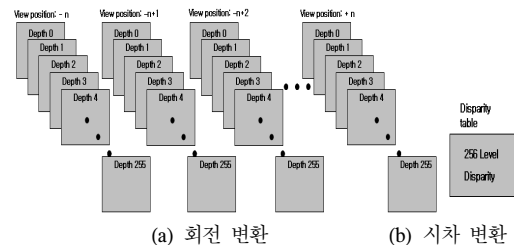
(a)  $-4^\circ$  위치에서의 좌 영상 (b)  $-4^\circ$  위치에서의 우 영상  
그림 6.  $-4^\circ$  위치에서의 스테레오 영상  
Fig 6. Stereo image at  $-4^\circ$  position



(a) 4°위치에서의 좌 영상 (b) 4°위치에서의 우 영상  
 그림 7. 4°위치에서의 스테레오 영상  
 Fig 7. Stereo image at 4° position

### 3.2 실시간 처리 기법

3.1절에서 언급한 다시점 스테레오 영상 합성기법은 화소 단위로 처리하기 때문에 계산량이 많으므로 실시간 처리가 어렵다. 그러나 관찰자의 위치에 적응적인 다시점 영상 합성은 실시간 처리가 가능해야 한다. 본 논문에서는 LUT(look-up table)을 이용하여 실시간 처리가 가능하도록 하였다. 이미 설명하였듯이 관찰자의 위치에 해당하는 새로운 좌 영상을 생성하는 과정에는 회전 변환을 이용하였고 대응하는 우 영상의 생성과정에는 시차 정보를 이용하였다. 회전 변환의 경우 현재 위치를 나타내는 각  $\theta$ 와 처리해야 하는 화소의 횡축 좌표와 깊이 정보에 의하여 생성된다. 그러므로 각각의 위치  $\theta$ 에서 화소의 횡축 좌표와 깊이 정보가 동일한 경우를 쉽게 찾아 볼 수 있다.



(a) 회전 변환 (b) 시차 변환  
 그림 8. 실시간 다시점 스테레오 영상 합성을 위한 테이블  
 Fig 8. Table for real time multiple stereo image synthesis

본 논문에서는 다시점 스테레오 영상 합성기법 시 발생하는 중복성 및 화소 단위의 반복 계산을 제거하기 위해 좌 영상에 대해서 그림 8의 (a)에 보인 것과 같이 각각의 관찰자의 위치와 화소의 횡축 좌표 그리고 깊이 정보에 대한 관계를 표로 작성하였다. 식 (6)과 (7)을 이용하여 표를 생성하므로 관찰자의 위치  $\theta$ 와 화소의 횡축 좌표  $x$  및 종축 좌표  $y$ 와 깊이 정보  $z$ 의 관계가 표에 포함된다. 우 영상을 위한 시차 정보는 식 (9)에서와 같이 깊이 정보와 base line 그리고 focal length를 이용하여 생성하므로 이에 대한 관계도 표로 작성할 수 있다. 식 (9)의  $z$ 는 0부터 255까지의 값을 가지므로 그림

8의 (b)에 나타낸 것처럼 우 영상을 위한 표는 좌 영상의 것에 비해 간결하다. LUT 작성 시 시점 변환을 위한 회전변환의 경우 시점의 수  $\times 256 \times$  영상의 가로크기  $\times 4$ 번의 곱셈연산과 시점의 수 만큼의  $\sin, \cos$  계산을 수행한다. 시차 변환을 위한 LUT은 256번의 곱셈과 나눗셈을 수행한다. LUT의 용량은 회전변환의 경우 각각의 시점당 약 1.1 MBytes를 차지하고, 시차 변환의 경우 약 900 Bytes를 차지한다.

표 1. LUT사용전과 사용후의 처리시간 비교  
 Table 1. Comparison of processing time with LUT

	LUT 사용 전	LUT 사용 후
좌 영상 생성	1.923 초	0.031 초
우 영상 생성	1.923 초	0.031 초
합	3.846 초	0.062 초

표 1은 LUT 방식을 사용하기 전과 후의 처리시간을 비교한 것이다. 좌 영상과 우 영상을 생성하는데 LUT을 사용하기 이전에는 처리 시간이 3.846초로써 관찰자의 움직임에 실시간으로 스테레오 영상을 합성할 수 없다. LUT을 사용한 이후엔 0.062초로써 관찰자의 시점 변화에 실시간으로 해당 시점의 스테레오 영상을 합성할 수 있다는 것을 알 수 있다.

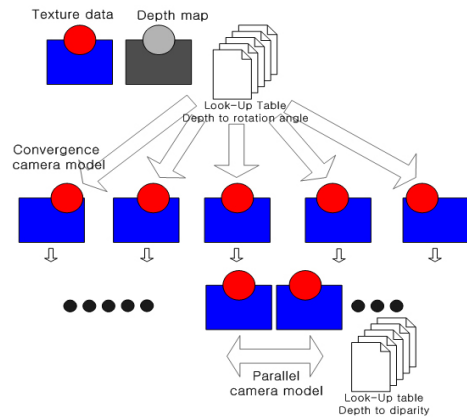


그림 9. 실시간 다시점 스테레오 영상 합성  
 Fig 9. Real time multiple stereo image synthesis

그림 9는 앞서 설명한 LUT(look up table) 방법을 이용하여 다시점 스테레오 영상을 합성하는 방법을 보여준다. 앞 절에서 설명하였듯이 시점의 변화는 폭주식 카메라 모델을 사용하였고 스테레오

영상의 합성은 평행식 카메라 모델을 사용하였다. 관찰자의 위치 변화와 깊이 정보 그리고 화소의 위치를 이용하여 회전 행렬을 생성하여 LUT을 구성하고, 임의의 다양한 위치에서의 좌 영상을 생성할 수 있다. 깊이 정보와 시차 정보와의 관계인 이동 행렬을 LUT로 생성하고, 이를 이용하여 회전 행렬로 생성한 좌 영상에 해당하는 우 영상을 생성할 수 있다.

#### IV. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 다시점 스테레오 영상 생성 및 LUT의 검증에 대해 정지영상과 동영상에 대해 적용하였다. 정지영상의 입력은 depth 카메라로부터 입력 받은  $720 \times 486$ 의 RGB 텍스처 영상과 8비트 깊이 정보를 가지는 영상이다. 동영상의 입력은  $720 \times 576$ 의 4:2:0 YUV 영상과 8비트 깊이 정보를 갖는 영상(Interview, Orbi) 각각 100프레임을 사용하였다. 관찰자의 위치를 좌, 우 방향으로 이동시키며 제안된 기법을 통해 다시점 스테레오 영상을 실시간으로 합성하였다. 합성된 다시점 스테레오 영상의 검증에 대해 편광 안경 방식의 3D 모니터를 사용하여 화질을 테스트하였다. 관찰자 위치의 변화를 실시간으로 검출하기 위해 모니터에 또 다른 카메라를 설치하여 관찰자의 움직임을 추적하였다. 관찰자의 변위를 각도로 변환하여 앞에서 제안된 기법에 적용하였다. 실험 결과 관찰자의 움직임에 적응적인 자연스런 다시점 스테레오 영상을 합성할 수 있었다. 좌 영상과 우 영상을 생성하는 과정에서 좌 영상과 우 영상의 차이로 인해 발생하는 빈 화소 즉 occlusion 영역을 채우기 위해 nearest 보간법을 사용하였다. 그림 10은 정지영상에 대한 결과로 좌 영상과 우 영상을 비월 주사 방식으로 합성한 영상이다. 그림에서 보는 바와 같이 상대적으로 뒤에 있는 배경보다 앞에 있는 조각상이나 인형에 더 많은 시차가 적용된 것을 확인할 수 있었다. 그림 11과 12는 각각 입력 영상인 Interview와 Orbi의 0번째 프레임에 대한 텍스처 정보와 깊이 정보를 나타낸다. 그림 13과 14는 각각 Interview와 Orbi의 0번째 프레임에 대한 0° 위치의 좌 영상과 우 영상을 나타내며 그것들의 차 영상을 나타낸다. 그림에서 나타내듯이 카메라에 가까이에 있을수록 시차는 커진다.

그림 15은 Orbi 0번째 프레임의 서로 다른 시점 0° 위치와 2° 위치에서의 좌 영상과 차 영상을 나타낸다. 시점의 변화에 따른 좌 영상의 생성은 회전



그림 10. 재구성한 좌, 우 영상에 대한 최종 합성영상 (비월 주사 방식)

Fig 10. Synthesized stereo image (interlaced)



(a) 텍스처 정보 (b) 깊이 정보

그림 11. Interview영상 0번째 프레임의 입력  
Fig 11. Input image of Interview 0th frame



(a) 텍스처 정보 (b) 깊이 정보

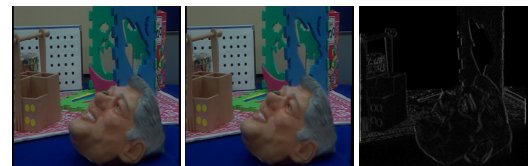
그림 12. Orbi영상 0번째 프레임의 입력  
Fig 12. Input image of Orbi 0th frame



(a) 좌 영상 (b) 우 영상 (c) 차 영상

그림 13. Interview 0번째 프레임의 0° 위치의 좌, 우 영상 및 차 영상

Fig 13. Left, right and residual images of Interview 0th frame at 0° position



(a) 좌 영상 (b) 우 영상 (c) 차 영상

그림 14. Orbi 0번째 프레임의 0° 위치의 좌, 우 영상 및 차 영상

Fig 14. Left, right and residual images of Orbi 0th frame at 0° position

변환을 사용하므로 배경 영역이 회전되었음을 알 수 있다. 그림 16은 Orbi 45번째 프레임의 0° 위치와

-4° 위치의 좌 영상과 차 영상을 나타낸다. 그림 15과 16의 차 영상을 비교해 보면 각각의 시점의 생성을 위한 참조가 되는 0° 위치에 대해 시점변화가 더 큰 -4° 위치에서의 차이가 더 큰 것을 알 수 있다. 실험 결과 SD급의 정지 영상 및 동영상에 대해 동일한 LUT을 사용하여 다시점 스테레오 영상을 실시간으로 합성할 수 있었다.



(a) 좌 영상(0°) (b) 좌 영상(2°) (c) 차 영상  
 그림 15. Orbi 0번째 프레임의 서로 다른 시점 0°, 2° 위치의 좌 영상과 차 영상

Fig 15. Left images of Orbi 0th frame at 0° position and 2° position and residual image



(a) 좌 영상(0°) (b) 좌 영상(-4°) (c) 차 영상  
 그림 16. Orbi 45번째 프레임의 서로 다른 시점 0°, -4° 위치의 좌 영상과 차 영상

Fig 16. Left images of Orbi 45th frame at 0° position and -4° position and residual image

## V. 결론

스테레오 영상을 획득하기 위해서는 기본적으로 두 대의 카메라가 필요하다. 다시점의 스테레오 영상을 획득하기 위해서는 시점의 수에 따라 카메라의 수도 증가하고 그 만큼 데이터량도 늘어나게 된다. 카메라 수와 데이터량의 증가에 따른 비용 증가 외에도 각각의 카메라를 모두 정확하게 조정해야 하는 어려움이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 대의 depth 카메라로부터 RGB 텍스처와 깊이 정보를 획득하고, 획득된 한 프레임의 텍스처 영상(좌 영상)과 깊이 정보를 이용하여 대응하는 가상의 우 영상을 생성하였다. 또한 합성된 스테레오 영상을 가지고 폭주식 카메라 모델을 이용하여 관찰자의 시점에 따른 임의의 다시점 스테레오 영상을 합성할 수 있었다. 제안한 기법의 성능 평가를 위해 11시점의 스테레오 영상 즉 좌 영상 11프레임과 이에 대응하는 우 영상 11프레임을 생성하였다. 3DTV

방송 시스템에서의 적용을 검증하기 위해 텍스처 정보와 깊이 정보가 전송되었다고 가정하였다. 텍스처 정보와 깊이 정보를 입력으로 본 논문에서 제안한 LUT를 이용하여 변화되는 관찰자의 시점에 적응적인 다양한 시점의 스테레오 영상을 실시간으로 합성할 수 있었다. 합성된 영상을 3D 모니터로 관찰한 결과 충분한 입체감과 자연스러움을 느낄 수 있었다. 본 논문에서 입력으로 사용되는 깊이 정보는 텍스처 정보와 화소단위로 1대1 대응이 되어야 한다. 1대 1 대응이 한 화소만이라도 어긋나게 된다면, 그에 따른 화질의 열화를 피할 수 없다. 깊이 정보에 대한 전처리 과정이 보완된다면 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있다. 또한 occlusion 영역에 의한 빈 화소의 처리도 향후 보완되어야 할 과제이다.

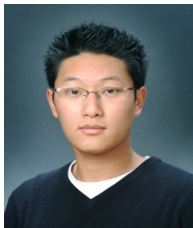
## 참고 문헌

- [1] A. Redert, E. Jendriks, J. Biemond “3-D scene reconstruction with viewpoint adaptation on stereo displays”, IEEE Trans. Circuits and systems for video tech., vol.10, pp.550-562, 2000
- [2] Puri, R.V. Kollarits, B.G. Haskell, “Basics of stereoscopic video, new compression results with MPEG-2 and a proposal for MPEG-4”, signal processing : Image comm., vol.10, pp.201-234, 1997
- [3] Veksler, O. “Semi-dense stereo correspondence with dense features”, Stereo and Multi-Baseline Vision, 2001. (SMBV 2001). Proceedings. IEEE Workshop on , 9-10 Dec. 2001 Pages:149 - 157
- [4] A. Redert, et al., “ATTEST : Advanced Three-Dimensional Television System Technologies”, 3D Data Processing Visualization and Transmission, 2002. First International Symposium, pp.313-319, Jun, 2002
- [5] ATTEST : Advanced Three-Dimensional Television System Technologies, <http://eigg.res.cse.dmu.ac.uk/attest/> 2002-2004
- [6] C. Fehn, “Depth-Image-Based Rendering (DIBR), Compression and Transmission for a New Approach on 3D-TV”, In Proceedings of SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI, pages 93-104,

San Jose, CA, USA, January 2004

[7] Yao Wang, Jörn Ostermann, Ya-Qin Zhang, "Video processing and communications", Prentice Hall, 2002, p.374-383

**장 세 훈 (Se hoon Jang)** 준회원



2004년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업

2004년 3월~현재 : 광운대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 3차원 영상처리, 영상 코덱

**한 충 신 (Chung shin Han)** 준회원



2004년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업

2004년 3월~현재 : 광운대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 영상인식, 3차원 영상처리, 동영상 코덱

**배 진 우 (Jin woo Bae)**

준회원



1998년 2월 : 순천대학교 전자공학과 졸업

2003년 2월 : 광운대학교 전자공학과 석사

2003년 3월~현재 : 광운대학교 전자공학과 박사과정

<관심분야> 웨이블릿 기반 영상처리, 동영상 코덱, 영상통신

**유 지 상 (Ji sang Yoo)**

정회원



1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1993년 5월 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D.)

1993년 9월~1994년 8월 현대 전자산업(주) 산전연구소 선임연구원

1994년 9월~1997년 8월 한림대학교 전자공학과 조교수

1997년 9월~2001년 8월 광운대학교 전자공학과 조교수

2001년 9월~현재 광운대학교 전자공학과 부교수

<관심분야> 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 영상인식, 비선형 신호처리