홀로그램과 스테레오 영상의 시점에 대한 상관성 분석

*김우석 **김동욱 ***서영호

*한경대학교 **, ***광운대학교 전자재료공학과

*gylgar@naver.com **dwkim@kw.ac.kr ***yhseo@kw.ac.kr

Correlation analysis for viewpoint of hologram and stereo image

*Kim, Woo-Suk **Kim, Dong-Wook ***Seo, Young-Ho

*Hankyong National University **. ***Dept. of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 부분 홀로그램의 중심점과 카메라의 이동에 따라 생성되는 시점 영상들의 상관성을 분석하였다. 같은 기준에서의 실험을 위하여, 물체의 실제 크기 및 시점간 거리 등의 파라미터를 조정하였으며, 카메라의 수평이동과 부분 홀로그램의 중심점이 좌, 우로 이동된 결과를 생성하는 실험을 진행하였다. 결과를 기반으로, 서로 다른 광학계와 생성방법을 통하여 생성된 임의의 시점 영상들의 상관성을 분석한다.

1. 서론

아날로그 홀로그램에서는 불가능한 편집, 합성이 가능하고, 압축과 전송이 가능한 디지털 홀로그램은 대부분의 홀로그램 연구에 사용되고 있는 추세이다. 디지털 홀로그램을 생성하는 다양한 방법 중, 컴퓨터 생성 홀로그램(CGH)을 사용하여 다양한 연구가 이루어지고 있다. 그 중에는 홀로그램을 부분 홀로그램으로 잘라내었을 때 그 중심점을 달리하여 생성한 임의시점에서의 홀로그램 영상으로 스테레오스코픽 영상을 생성하는 연구가 있었다[1].

본 논문에서는 부분 홀로그램을 이용한 임의의 시점 영상과 하나의 이미지만으로 생성한 스테레오 영상에 대한 상관성 분석을 위하여, 관련 이론을 2절에서 설명하고, 3절에서는 진행한 실험에 대하여 자세히 서술하고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. 스테레오 영상 생성 방법

그림 1(a)는 스테레오 영상을 획득하기 위한 카메라의 구조를 나타냈고, 그림 1(b)는 홀로그램을 부분 홀로그램으로 잘라내었을 때 복원되는 구조를 나타냈다.

그림 1(a)는 일정거리만큼 떨어진 곳에서 물체와 수평한 방향으로 카메라가 왼쪽과 오른쪽에 있을 때의 구조이며, $P1$과 $P2$는 각 시점에서 영상을 획득하는 카메라이다. D_x는 기준이 되는 카메라의 위치가 $P1$, 임의의 시점 카메라를 $P2$라고 할 때 $P1$과 $P2$ 사이의 거리이다.

그림1(b)는 부분 홀로그램 중심점을 좌, 우로 옮겨서 재생하는 것에 대한 구조이다. 여기서, H_x는 전체 홀로그램의 중심점과 부분 홀로그램의 중심점간의 거리이다.

그림 1(a)와 같이 카메라의 위치에 따른 시점 영상을 하나의 이미지만으로 생성하려면, 영상의 좌표를 실제 좌표로 투영하고 임의의 시점에서의 영상 좌표로 재 투영 시켜야한다. 이것은 카메라의 파라미터와 깊이 정보를 기반으로 식(1)과 같이 수학적으로 모델링이 가능하다[2].

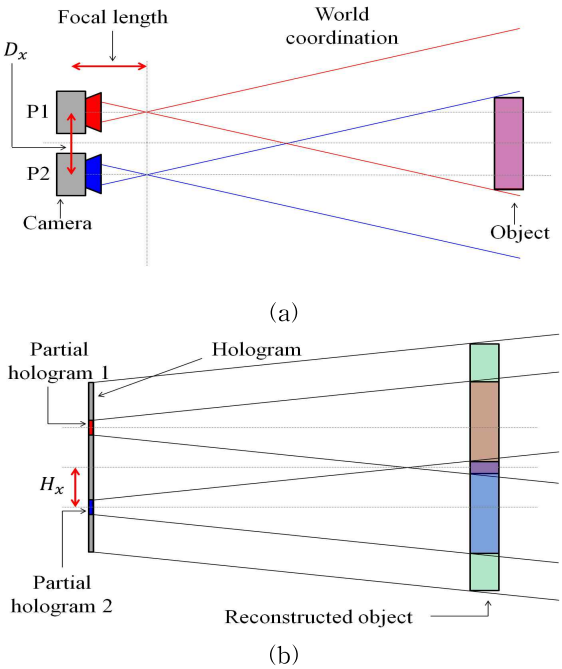


그림 1. 스테레오 영상 생성을 위한 (a) 카메라와 (b) 부분 홀로그램의 구조

Figure 1. structure for stereo image generation of (a) Camera and (b) Partial hologram

x, y는 영상에서의 2차원 좌표이고, X, Y, Z는 영상 좌표가 가상의 공간에 투영된 실제 좌표이다. K는 카메라의 초점거리와 주점의 파라미터를 포함하는 내부행렬이며, R은 카메라의 회전 행렬이고, T는 카메라의 이동 벡터이다. 카메라의 수평 이동에 따른 다른 시점의 영상을 획득하려면, 수평 이동에 해당하는 파라미터 t_x를 조절해야 한다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = K[R|T] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$K = \begin{bmatrix} f_x & 0 & x_0 \\ 0 & f_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},\ R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix},\ T = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$H_x = P_p \times \Delta P_x \quad (2)$$

같은 시점의 카메라 영상과 홀로그램의 복원영상을 획득하기 위해 물체나 거리 등의 환경이나 조건이 같을 경우 D_x와 H_x가 같아야 한다. D_x는 t_x에 따른 물리적 거리이므로, H_x를 식 (2)를 통하여 물리적 거리로 나타낼 수 있다. P_p는 홀로그램의 화소크기이며, ΔP_x는 이동한 픽셀 수이다.

3. 실험 및 결과

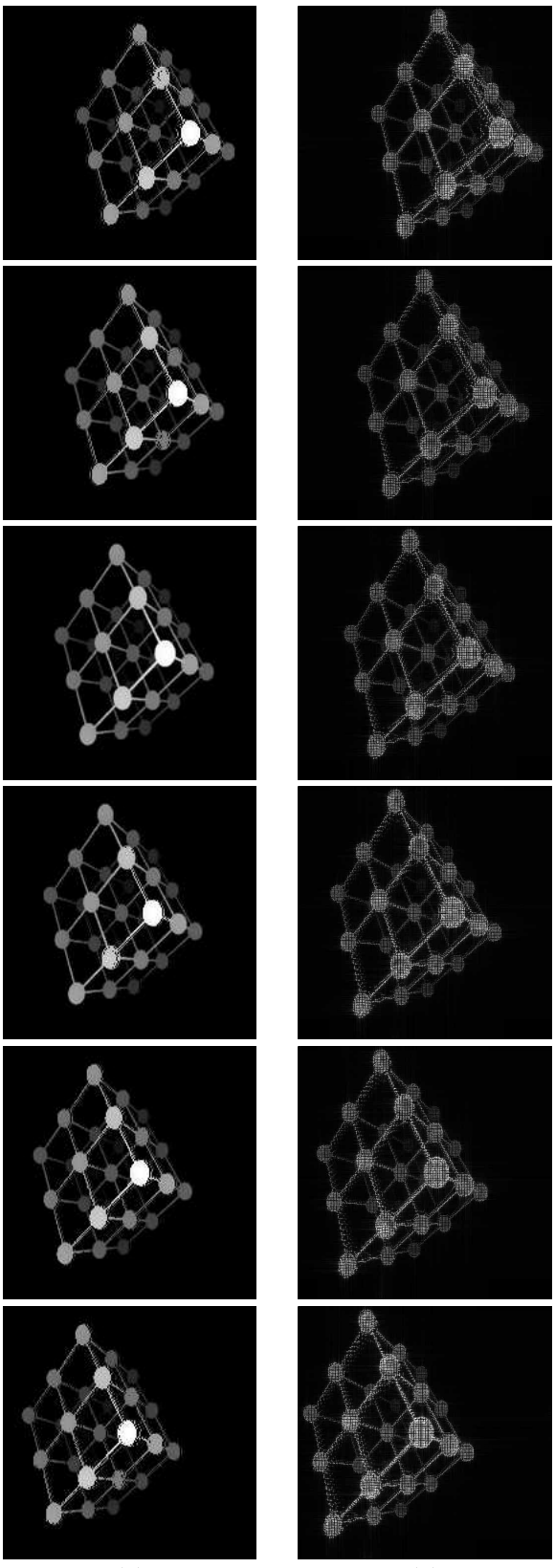
표 1과 2는 각각 카메라의 시점이동과 부분 홀로그램을 위한 파라미터로, 물리적인 객체의 크기는 20cm×20cm×25.5cm로 동일하게 하였다. 부분 홀로그램의 중심점 이동거리와 카메라 위치의 이동거리는 총 62.496mm 이며, 0.992mm마다 결과를 확인하였다. 그림 2는 가장 왼쪽에서의 시점을 기준으로, 우측 방향의 각각 9.92mm, 19.84mm, 29.76mm, 39.68mm, 49.6mm, 59.52mm만큼 거리에서의 결과이다. 그림 1(a)와 (b)는 각각 카메라 영상과 부분 홀로그램의 복원 영상으로 양쪽 모두 시차가 발생하였고, 서로 다른 광학계임에도 그 결과가 거의 유사함을 볼 수 있다.

표 1. 카메라 수평 이동을 위한 파라미터.
Table 2. Parameters for translation of camera

Camera Translation	
Focal length	1000
Distance(Minimum ~ Maximum)	$1m \sim 1.255m$

표 2. 홀로그램을 위한 파라미터.
Table 2. Parameters for hologram

Hologram	
Hologram size	16384×16384
Hologram pixel pitch	$4\mu m$
Object space pitch (x, y, z)	$1000\mu m$
Partial hologram size	512×512
Minimum distance	$1m$
Maximum depth	$255mm$



(a) (b)

그림 4. (a) 부분 홀로그램의 중심점과 (b) 카메라의 이동에 따른 결과
Figure 2. Results according to translation of (a) Parameters hologram of central point and (b) Camera

4. 결론

본 논문에서는 부분 홀로그램의 중심점 이동과 카메라의 수평이동에 따라 생성된 시점들을 비교하였다. t_x 조절에 의한 카메라 이동과 부분 홀로그램의 중심점 이동에 따른 결과가 서로 유사하다는 것을 알 수 있었다. 이를 통하여, 홀로그램 스테레오스코픽 영상의 서비스 위한 조건 및 환경과 생성에 대한 연구에서 도움이 될 것이라고 기대된다.

5. 감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2018R1D1A1B07043220)

6. 참고문헌

[1] Y.-H. Lee, H.-J. Choi, D.-W. Kim, Y.-H. Seo "Arbitrary Viewpoint/Disparity Stereoscopic Image Generation from a Digital Hologram", Jounal Of Broadcast Engineering, Vol. 19, No. 6, pp-854-865, November 2014.

[2] R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple View Geometry", Cambridge University, pp-152-247, 2003.