

집적결상에서 기본영상의 변환이 재생상의 크기, 깊이감, 시야각에 미치는 영향

Effect of elemental image conversion on the size, viewing angle, and depth of reconstructed image in the integral imaging

박세희, 장재영, 서장일, 차성도, 신승호
 강원대학교 물리학과
 shinsh@kangwon.ac.kr

집적 결상에서 기본영상의 이동 또는 크기 변화 등은 재생광학계의 정렬 오차 또는 재생상 개선을 위한 의도적 변환 때문에 나타난다. 기본 영상의 변환이 재생영상에 미치는 영향에 대한 연구는 집적결상계의 성능 평가에 필수적이다. 본 논문에서는 기본영상의 확대와 축소 변환이 재생영상의 크기와 시야각, 깊이감에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

집적결상법은 보는 각도에 따라 연속적인 시야(perspective)를 제공하며 홀로그래피 방법과 같이 레이저가 필요하지 않고 비교적 재생방법이 간편하다는 등의 장점들을 가지고 있어 최근 들어 3차원 영상 분야에서 각광받고 있다⁽¹⁾⁻⁽³⁾. 그러나 지금까지 집적 결상법의 기본적인 원리의 응용에 대한 연구는 많았지만 직접적인 기본영상(elemental image)의 변환을 이용하여 집적결상계의 성능을 향상시키기 위한 연구는 별로 없었다. 본 연구에서는 집적 결상계에서 나타나는 기본영상의 특징을 분석하고 기본영상의

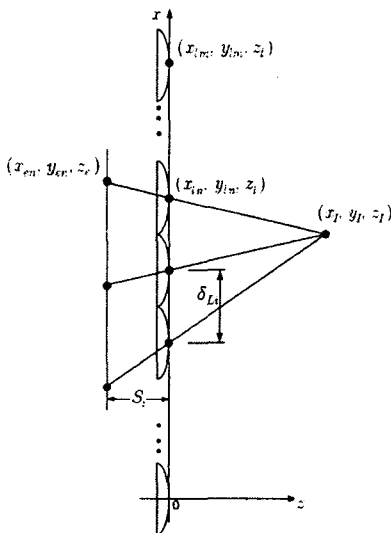


그림 1. 기본이미지 상의 같은 점들의 분포

확대 및 축소 변환에 따른 집적 재생영상의 변화에 대해 연구하였다. 기본영상의 변환에 따른 집적영상의 변화를 해석하기 위한 기본 좌표계를 그림 1과 같이 표현할 때, 점 물체로부터 기본렌즈(elemental lens)의 중심을 지나는 직선이 기본 영상이 결상될 면과 만나는 점을 계산함으로써 결상될 기본영상에서의 점영상의 분포를 구하면 다음과 같다.

$$x_{en} = \left(\frac{S_i}{z_I} + 1 \right) \sum_{i=0}^n \delta_{Li} - \frac{x_r S_i}{z_I} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots, m \quad (1)$$

그리고 기본 영상에서의 동일한 점들 사이의 간격은 다음과 같다.

$$\delta_{e(n-1)} = x_{en} - x_{e(n-1)} = \left(\frac{S_i}{z_I} + 1 \right) \left\{ \sum_{i=0}^n \delta_{Li} - \sum_{i=0}^{n-1} \delta_{Li} \right\} = \delta_{Ln} \left(\frac{S_i}{z_I} + 1 \right) \quad (2)$$

기본영상의 확대 변환율을 M 이라고 하면, $Mx_r = x_r$, $ML = L$, $M\delta_e = \delta_e$ 로 표현할 때, 확대된 기본영상은 ξ'_n 은 x'_r , L' , δ'_e 에 의해 픽업(pick up)된 기본영상 분포로 다시 생각될 수 있다. 이때 재생 영상의 깊이감과 크기는 각각 아래와 같다.

$$z_I'' = \frac{LS_i}{M\delta_e - L}$$

$$dx_I'' = \frac{L - \delta_e}{\frac{L}{M} - \delta_e} dx_I$$

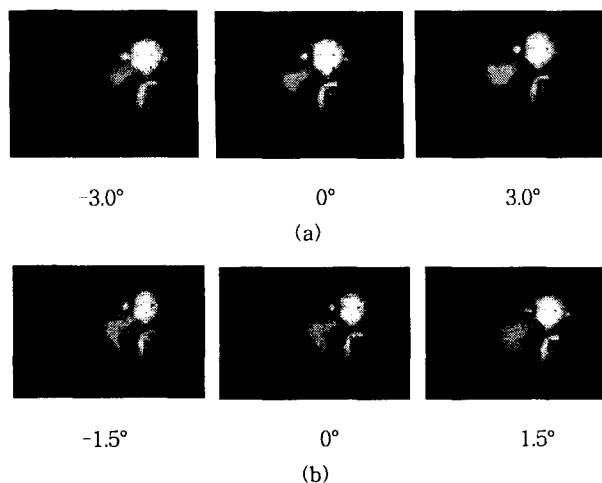


그림 3. 기본영상 축소 시 재생 영상 (a) 기본 영상에 의한 재생 영상, (b) 기본 영상 축소에 의한 재생 영상

그림 2는 렌즈어레이로부터 4cm 떨어진 'I'와 8cm 떨어진 'S'의 원래의 집적영상과 기본영상의 전체적 확대 후의 집적 영상이다. 그림 3은 기본영상 축소 시의 재생영상이다. 사용된 렌즈어레이는 초점거리 3.3mm, 기본렌즈 크기는 1mm이며 재생시 사용된 렌즈어레이 개수는 80X60이다. 식 (3), (4)로부터 알 수 있듯이 멀리 떨어진 물체일수록 많이 축소되며, 깊이감의 변화가 더 큰 것을 알 수 있다. 그리고 기본영상의 확대를 통하여 기본영상의 해상도를 사용하지 않고 관측자의 특정 거리에 대해 시야각을 개선할 수 있다. 그림 4는 기본영상 확대 시 시야각의 변화를 보여주고 있다. 기본영상을 확대할 때 위에서의 결과와 같이 재생영상의 크기 및 깊이감에 대해 왜곡이 생기는데, 기본 영상 픽업 시 피사체를 렌즈를 통하여 역으로 왜곡시켜 픽업하므로써 보정이 가능할 것이다.

기본영상을 전체적으로 확대, 혹은 축소시킴에 따라 재생영상의 깊이감과 크기가 변화된다는 것을 확인하였고, 그 밖에 다른 변환에 의한 여러 변화들과 그 변화들을 이용한 다양한 응용들이 기대된다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-000-00017-0(2002))의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. S.-H. Shin and B. Javidi, Appl. Opt. 41(14), 2644(2002).
2. J. S. Jang and B. Javidi, Proc. SPIE 4864, 60-71(2002).
3. J. Arai, F Okano, H. Hoshino, I. Yuyama, Appl. Opt. 37, 2034-2045(1998).
4. 서장일, 차성도, 신승호, 2003 한국광학회 동계 학술 발표회 pp. 238-239 (2003).

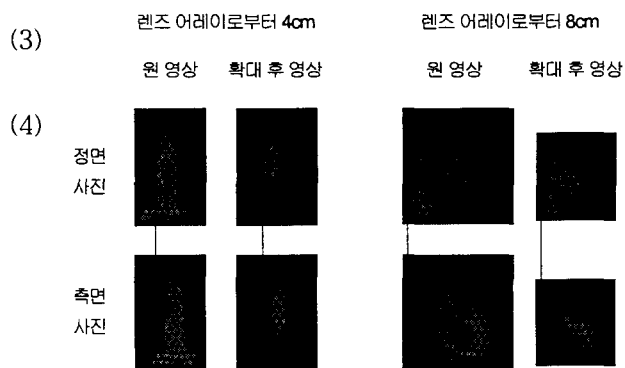


그림 2. 기본영상 확대 시 재생 영상

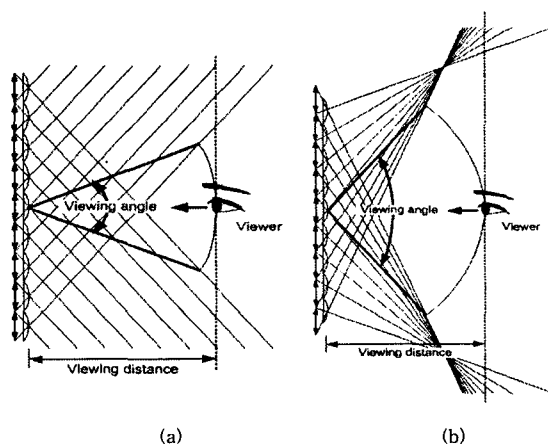


그림 4. 기본영상 확대에 의한 시야각 (a) 원 기본영상에 의한 시야각, (b) 기본영상 확대 후 시야각