

해상도가 증가된 IVR기반 비균일 렌즈 어레이 3차원 집적 영상 컴퓨터적 복원기법

Enhanced resolution IVR-based computational reconstruction method in three-dimensional integral imaging with nonuniform lens array

*김창근, *황동춘, *김은수

*3D 디스플레이 연구센터, 광운대학교 전자공학과

xero21@kw.ac.kr

1908년 처음 G. Lippmann에 의해서 처음 제안된 집적영상은 차세대 3-D 디스플레이 방식으로 활발히 연구되어 왔다.^(1,2) 그러나 이 기법은 렌즈 어레이가 가지고 있는 제한된 포커싱 DOF(Depth of Field) 영역 때문에 깊이감이 큰 3차원 영상을 표현하는데 어려움이 있다. 그래서 이 문제점을 극복하기 위해서 비균일 렌즈 어레이를 사용하는 집적 영상 기법이 제안되었다.⁽³⁾ 그러나 비균일 렌즈 어레이를 사용할 경우 복원되는 3차원 영상의 해상도가 낮아지는 문제점이 있다. 한편 최근에 집적영상에서 해상도를 증가시키는 IVR(Intermediate View Reconstruction) 기반의 컴퓨터적 복원 기법이 제안 되었다.⁽⁴⁾ 본 논문에서는 비균일 렌즈 어레이를 사용하는 집적 영상 기법에서 IVR 기법을 사용하여 해상도를 개선하는 방법이 제안되어진다.

기존의 균일 렌즈 어레이를 사용하여 픽업할 경우 선명한 영상을 픽업할 수 있는 DOF가 존재 한다. 따라서 최종적으로 기록되는 요소 영상은 DOF 내에 위한 3차원 물체에 대해서만 선명한 정보를 가지게 된다. 복원하는 과정에서도 DOF내에서 복원되는 영상은 선명하게 복원되지만, DOF를 벗어나서 복원되는 영상은 탈초점 현상에 의해서 흐린 영상으로 복원된다. 즉 3차원 영상을 표현할 수 있는 제한된 깊이감을 향상시키기 위해서는 비균일 렌즈 어레이를 사용할 수 있다.⁽³⁾ 비균일 렌즈 어레이를 사용하여 픽업할 경우 선명한 영상을 픽업할 수 있는 DOF가 넓어지게 된다. 즉, 탈초점 현상으로 인해 흐릿하게 기록이 되는 요소 영상을 선명한 요소 영상으로 기록할 수 있게 한다. 이 요소 영상을 재생하게 되면 비균일 렌즈 어레이에 의해 서로 다른 구경과 초점을 갖는 렌즈릿의 개수만큼 서로 다른 LIP가 존재하게 되고, 이 평면을 중심으로 하는 DOF 역시 LIP의 수만큼 증가하게 된다. 따라서 흐린 영상으로 복원되는 영역까지 선명한 영상으로 복원할 수 있게 된다. 하지만, 이 경우 기존의 균일 렌즈 어레이 방식에 비해서 서로 다른 구경과 초점을 갖는 렌즈릿의 개수가 n 일 때, 해상도는 $1/n$ 로 감소하게 된다. 그래서 본 논문에서는 요소영상의 수를 증가시키기 위해 IVR기법을 도입한다. IVR 기법은 두 영상 사이의 스테레오 정합을 통해서 추출된 시차 정보를 이용하여 중간시점의 영상을 합성하는 영상처리 알고리즘이며, 이 기법이 요소영상들 사이에 적용되어 요소영상 수를 증가 시켜 복원 시 해상도를 증가시킬 수 있다. 제안된 재생 기법의 성능을 보이기 위해서 컴퓨터를 이용한 실험을 수행하였다. 비균일 렌즈 어레이를 모델로 한 컴퓨터 재생 집적 영상 시스템의 구조는 그림 1와 같다. 그림 1와 같이 실험 물체는 ‘모자’와 ‘자동차’를 이용하였다. 각각 ‘모자’는 $z=50\text{mm}$, ‘자동차’는 $z=74\text{mm}$ 에 위치해 있으며, 각 이미지는 1200×1200 의 해상도를 가지고 있다. 렌즈 배열은 $z=0\text{mm}$ 에 24×24 개로 위치해 있다. 또, 렌즈 하나를 통해 기록되는 요소 영상은 렌즈에 따라 각각 20×20 , 30×30 개의 픽셀로 이루어져 있다. 그림 2은 기존의 방법으로 LIP

가 50mm인 렌즈 어레이를 사용하여 복원한 실험 결과이다. ‘모자’는 선명하게 복원됐지만 거리가 멀어 질수록 복원되는 영상이 탈초점효과로 인해 흐려짐을 알 수 있다. 그림 3은 비균일 렌즈 어레이를 사용하여 영상을 복원한 결과이다. DOF가 늘어났기 때문에 3차원 물체들이 각 구간에서 선명하게 복원되기는 하나 요소 영상의 줄어듦에 의해 전체적으로 해상도가 감소되는 것을 알 수 있다. 그림 4는 해상도를 개선하기 위해 IVR기법을 도입하여 비균일 렌즈 어레이의 복원 영상을 보여준다. 그림 2(b)는 그림 3(b), 4(b) 보다 초점이 흐려지는 것을 알 수 있다. 또한, 그림 4(b)는 그림 3(b)보다 해상도가 높음을 알 수 있다. 이는 그림 4은 IVR기법을 적용했기 때문에 요소 영상이 늘어나게 되고 그 결과 3차원 영상 복원 시 더 많은 요소 영상을 사용할 수 있다. 따라서 그림 4는 그림 3보다 높은 해상도의 영상으로 복원 된다. 본 논문에서는 제한된 깊이감 및 해상도를 개선하기 위해 단일한 초점거리와 크기를 가진 렌즈 어레이가 아닌 각각 다른 초점 거리와 크기를 가진 렌즈 어레이를 사용 하였고, 또한 IVR 기법이 적용 되어졌고, 컴퓨터적 실험을 통해 증명 되었다.

Acknowledgement

본 연구는 정보통신부 ITRC 사업의 지원 하에 수행되었습니다. (IITA-2006-C1090-0603-0018)

참 고 문 헌

1. G. Lippmann, "La photographie integrale," Comptes-Rendus Academie des Sciences, Vol 146, pp. 446 (1908)
2. D.-H. Shin et al."Computational Implementation of Asymmetric Integral Imaging by Use of Two Crossed Lenticular Sheets," ETRI J. 27, pp. 289, (2005)
3. J.-S. Jang and B. Javidi, "Large depth-of-focus time-multiplexed three-dimensional integral imaging by use of lenslets with nonuniform focal lengths and aperture sizes," Opt. Lett. Vol. 28, pp. 1924, (2002)
4. J.-S. Park, D.-C. Hwang, D.-H. Shin, E.-S. Kim, "Enhanced-resolution computational integral imaging reconstruction using an intermediate-view reconstruction technique," Opt. Eng. Vol. 45, 117004, (2006)

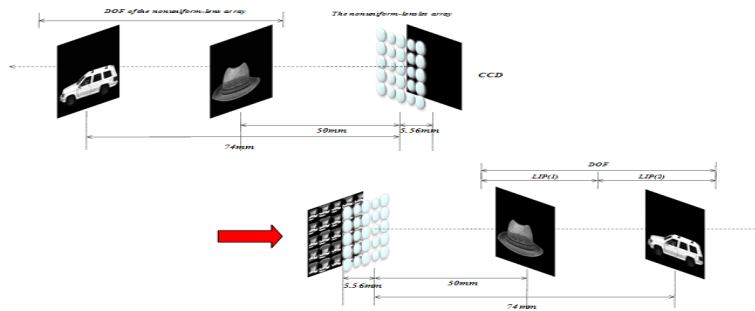


그림 1. 비균일 렌즈 어레이를 모델로 한 실험 구성

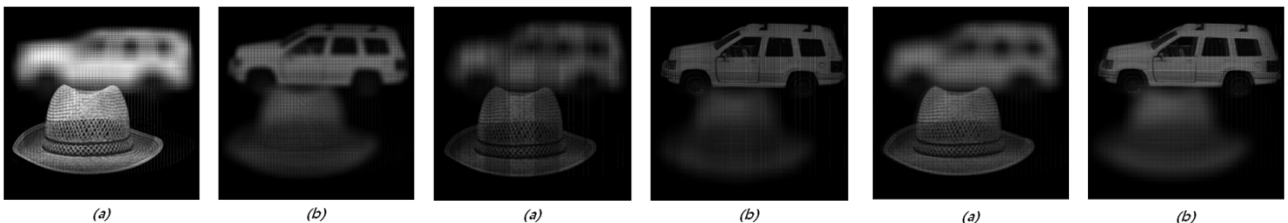


그림 2. 기존 방법으로 복원한 영상 (a) z=50mm ‘모자’ 영상 (b) z=74mm ‘자동차’ 영상

그림 3. 비균일 렌즈 어레이를 사용하여 복원한 영상 (a) z=50mm ‘모자’ 영상 (b) z=74mm ‘자동차’ 영상

그림 4. IVR 기법을 도입하여 복원한 영상 (a) z=50mm ‘모자’ 영상 (b) z=74mm ‘자동차’ 영상