

Gaussian 영상을 이용한 컴퓨터적 집적 영상 재생 기술의 객관적 평가

An objective evaluation of computational integral imaging reconstruction technique using Gaussian image

유훈, 신동학

동서대학교 영상콘텐츠학과

shindh2@gdsu.dongseo.ac.kr

For objective evaluation of computational integral imaging reconstruction (CIIR) schemes, a framework with the computational pickup and the CIIR process using Gaussian images is presented and characteristics of CIIR along the distance between lenslet array and objects are investigated.

3차원 디스플레이 기술 중에 하나인 집적 영상 (Integral imaging) 방식은 1908년에 Lippmann에 의해서 처음 제안된 이후로 많은 연구가 수행되어 왔다.⁽¹⁻⁵⁾ 이 집적 영상 방식은 오토스테레오스코피(Autostereoscopy) 방식으로서 스테레오스코피 방식에서 나타나는 관찰자의 시각적 피로감이 없고 연속적인 시점과 수평, 수직시차를 모두 제공할 수 있는 장점을 가지지만, 재생 영상의 질이 떨어지고 해상도가 낮고 시야각이 제한되는 점 등의 단점도 있다. 따라서 최근 이 집적 영상 기술에서 광학적 집적 영상 재생 방식의 단점을 극복하기 위해서 컴퓨터를 이용한 컴퓨터적 집적 영상 재생 방식(CIIR : Computational Integral Imaging Reconstruction)이 활발하게 연구되고 있다⁽²⁻⁵⁾. 이를 이용한 응용 연구로서 3차원 물체 인식, 3차원 상관기, 3차원 깊이 추출 등에 다양하게 적용되고 있다.

일반적으로 CIIR 기술로부터 거리에 따른 많은 수의 평면 영상이 얻어지고, 이 평면 영상을 이용하여 다양한 응용 연구가 이루어지기 때문에 평면 영상의 해상도가 매우 중요하다. 따라서 이러한 해상도 개선에 대한 연구 또한 보고되고 있다.^(6,6) 하지만 이러한 연구들에서는 단순히 해상도의 개선을 화질(Visual quality)만을 보여줌으로써 개선 효과를 증명하였다.

본 논문에서는 보다 정확한 CIIR 방식의 해석을 위해서 객관적인 성능 평가를 위한 Gaussian 영상을 이용한 CIIR 테스트 모델을 제시하고, 실험하였다. 2D 영상처리에서 Gaussian 영상은 영상의 해상도를 분석하는 표준 영상으로 많이 사용되고 있다. 제안하는 실험을 통하여 기존의 CIIR 방법에서 문제점 및 개선 방법을 제시한다.

그림 1은 기존의 평면기반 CIIR 방식의 원리를 나타낸다. 이 방식은 픽업된 요소 영상들은 편향 배열에 대해서 기하광학적 특성을 컴퓨터를 이용하여 모델링한 후 프로그램에 의해 계산되어 3차원 영상을 재생한다. 여기서 요소 영상은 평면 재생 면에 확대 중첩된다. 거리에 따라서 서로 다른 평면 영상이 재생된다.

그림 2는 본 논문에서 CIIR의 객관적인 분석을 위한 Gaussian 영상을 이용한 테스트 모델을 나타낸다. 먼저 Gaussian 영상을 편향 배열로부터 임의의 거리 z 에 위치시키고 요소영상을 제작한다. 제작된 요소 영상을 이용하여 CIIR 방식으로 z 거리에서 평면 영상을 재생한다. 이때 재생된 평면 영상과 원래의 Gaussian 영상을 이용하여 MSE (Mean Square Error)를 계산한다. 그리고 거리 z 에 따른 MSE 값을 조사한다.

그림 3은 4 종류의 요소영상의 픽셀 수(p)에 따른 MSE 값들의 변화를 보여준다. 실험에 사용한 렌즈릿의 개수는 34×25 개이며, 하나의 렌즈릿의 크기는 1.08 mm이며, 초점거리는 3 mm로 하였다. 그림 3의 결과로부터

는 'o'마크로 표시된 기존의 CIIR 방식에서 특정한 주기로 매우 큰 MSE 값들이 존재함을 확인하였다. 그 주기는 $p/2$ 의 배수로 나타나며, 이것은 요소 영상의 픽셀 수가 CIIR에서 매우 중요한 변수가 됨을 알 수 있다. MSE의 변화에 대한 예를 그림 4에 나타내었다. 그림 4(a)는 $p/2$ 주기가 아닌 경우로써 Gaussian 영상이 잘 복원됨을 알 수 있지만, 그림 4(b)는 $p/2=15$ 인 경우로 기존의 CIIR 방식(Nearest 방식)에서는 불규칙적인 사각형 형태로 복원이 됨을 알 수 있다. 이것은 CIIR에서 재생 영상의 질을 급격히 감소시키는 결과를 초래한다.

한편 우리는 참고논문 (6)에서 보간법(interpolation)을 이용한 CIIR 방식을 제안하였다. 본 논문의 테스트 모델에 보간법을 이용한 CIIR 방식을 사용하게 될 경우에 MSE의 변화를 크게 줄일 수 있음을 그림 3과 4에서 확인할 수 있다. 결론적으로 cubic 보간법을 사용할 경우에 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

[참고문헌]

1. G. Lippmann, "La photographic intergrale," C. R. Acad. Sci. 146, 446-451 (1908).
2. S.-H. Hong, J.-S. Jang, and B. Javidi, "Three-dimensional volumetric object reconstruction using computational integral imaging," Opt. Express 12, 483-491 (2004).
3. B. Javidi, R. Ponce-Diaz, and S.-H. Hong, "Three-dimensional recognition of occluded objects using volumetric reconstruction," Opt. Lett. 31, 1106-1108 (2006).
4. J.-S. Park, D.-C. Hwang, D.-H. Shin and E.-S. Kim, "Resolution-enhanced Three-dimensional Image Correlator using Computationally Reconstructed Integral Images," To be appear in Opt. Comm.
5. S. -H. Hong and B. Javidi, "Improved resolution 3D object reconstruction using computational integral imaging with time multiplexing," Opt. Express 12, 4579-4588 (2004)
6. 유훈, 신동학 "컴퓨터 집적 영상 복원 기술에서 Interpolation 기반의 매핑을 이용한 3차원 영상의 복원", 제14회 광전자 및 광통신 학술회의 논문지, 168-169 (2007).

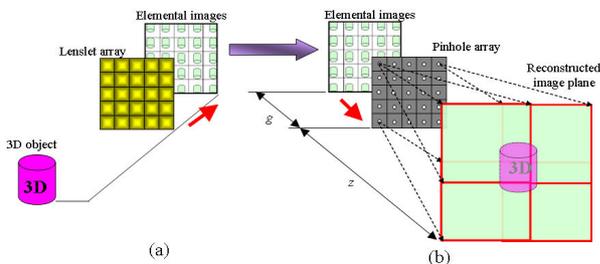


그림 1. 기존의 CIIR 방식 (a) 픽업 (b) 재생

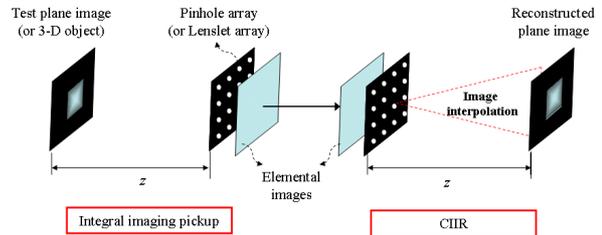


그림 2. CIIR 성능 평가를 위한 테스트 모델

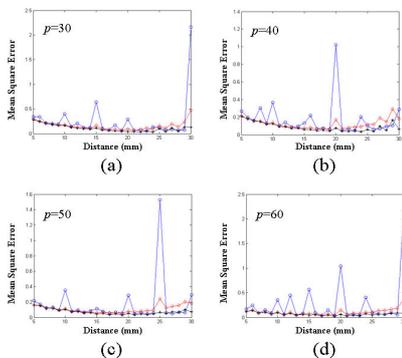


그림 3. p에 따른 MSE 결과

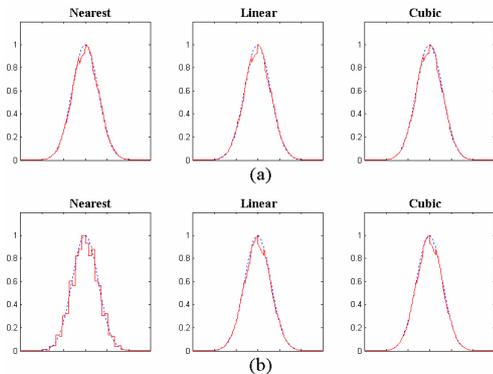


그림 4. 복원 영상의 예