

역방향 컴퓨터 집적 영상 복원 기법을 이용한 3D 영상의 복원

Reconstruction of 3D images using a backward computational integral imaging reconstruction

한병훈, 신동학*, 박영일, 김은수
 광운대학교 전자공학과 3DRC, 동서대학교 영상콘텐츠학과
 shindh2@dongseo.ac.kr

3차원 집적영상은 1908년 Lippman이 처음 제안한 이래로 많이 연구가 진행되는 3차원 무안경 방식의 디스플레이 기술이다. 이에 대한 연구들 중에서 최근 3차원 복셀 공간으로 영상을 복원하는 기법으로 컴퓨터적 집적 영상 복원 기법(computational integral imaging reconstruction: CIIR)이 많이 연구되고 있다. 이 CIIR은 크게 Forward CIIR⁽¹⁾ (F-CIIR)방법과 Backward CIIR (B-CIIR)⁽²⁾방법 두 가지로 나누어진다. 이러한 컴퓨터 복원 방식들은 이론적으로 동일한 조건에서 같은 결과를 얻지만, 지금까지 두 종류의 방식에 대한 성능 비교 분석을 진행한 연구는 없었다. 본 논문에서는 B-CIIR 기반의 집적영상 기술에서 해상도 저하 문제를 개선시키는 연구를 위하여 두 방식이 실험적으로 같은 결과가 얻어짐을 확인하고자 한다.

본 논문에서 사용하는 B-CIIR의 기본 원리를 그림 1에 나타낸다. 위의 그림 1에서 x_A 를 거리 z_A 에서 목표평면을 얻고자 했을 때의 위치 A에서의 픽셀 밝기 값이라고 가정하자. $n=1\dots N_a$ 로 범위를 정할 수 있고 N_a 는 요소영상의 개수라고 하자. O_n 은 n 번째 렌즈릿의 중심을 나타내고 각각의 n 번째 렌즈릿은 그에 대응하는 각각의 요소영상을 가진다. 이 대응하는 요소영상들의 일정한 영역은 아주 중요한 역할을 수행을 하는데 그 이유를 A지점의 픽셀정보를 수집하는 과정을 통해 설명하려고 한다. 먼저 x_A 점에서 각각의 n 번째 렌즈릿의 중심 O_n 으로 직선을 그어 그 연장선이 요소영상과 만나는 지점을 x_n 이라고 정의한다. x_n 을 구하는 식을 간단하게 구해볼 수 있는데 그것을 식 (1)에 나타내었다.

$$x_n = c_n - (x_A - c_n) \times \frac{g_A}{z_A} \quad (1)$$

여기서 c_n 은 n 번째 요소영상의 중간위치픽셀을 나타낸다. g_A 와 z_A 는 각각 요소영상과 렌즈릿의 거리, 렌즈릿과 복원평면의 거리이다. 여기서 중요한 것은 O_n 을 통과한 연장선이 n 번째 요소영상에 대응되지 않으면 고려하지 않는다는 점이다. 최종적으로 x_A 는 대응되는 픽셀 값들을 취합한 다음 그 개수로 나눠주는 정규화 과정을 거쳐서 얻어지는데 식 (2)에 나타내었다.

$$\hat{x}_A \propto \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^{N_A} x_n \quad (2)$$

이런 방법으로 목표 평면의 모든 픽셀에 대해서 동일하게 적용하여 최종적인 결과 복원 영상이 얻어진다.

F-CIIR 방법과 B-CIIR 방법의 비교를 위하여 1차원 가우시안 영상을 이용하여 실험을 수행하였다.

실험을 위해서 필요한 컴퓨터 픽업과정을 그림 2에서 보여주고 있고, 작은 렌즈 사이의 간격은 1.08mm 이고 g_A 는 3mm 이다. 그리고 가우시안영상과 렌즈배열 사이의 거리를 다양하게 변화시키면서 픽업을 한다. 그림 3에서 각각의 방법을 통해 동일한 거리에서 얻은 복원영상을 보여주고 있고 그림 4에서는 각각의 거리에서 원 영상과 MSE를 통한 비교 그래프를 나타내었다⁽¹⁾.

결론적으로 두 가지 방식으로 복원한 영상들이 동일한 결과를 얻는다는 것을 알 수 있다. 향후 B-CIIR 방식을 이용한 해상도 저하 문제를 개선하는 연구를 진행할 것이다.

Acknowledgements

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 지원사업으로 연구결과가 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0801-0018).

1. D.-H. Shin and H.-Yoo, "Image quality enhancement in 3D computational integral imaging by use of interpolation methods," Opt. Express 15, 12039-12049 (2007).
2. S. Yeom, B. Javidi, C. Lee, and E. Watson, "Photon-counting passive 3D image sensing for reconstruction and recognition of partially occluded objects," Opt. Express 15, 16189-16195 (2007).

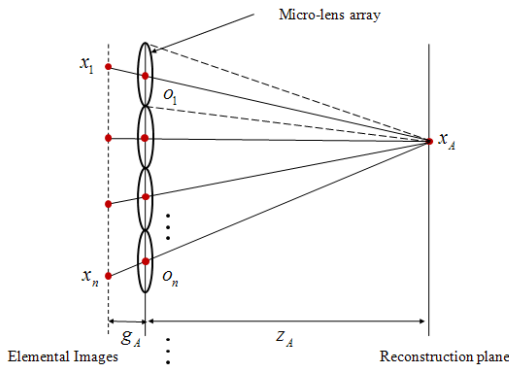


그림 1. B-CIIR의 기본원리

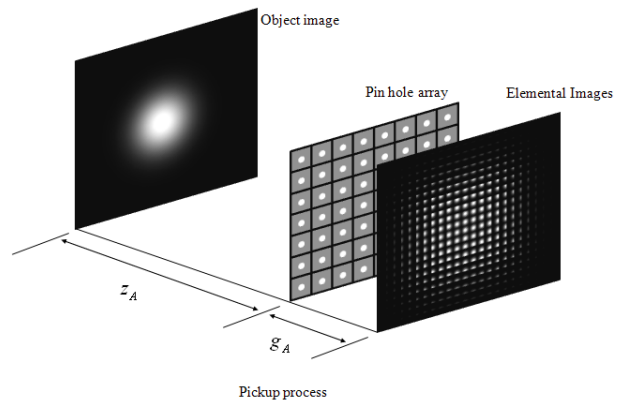
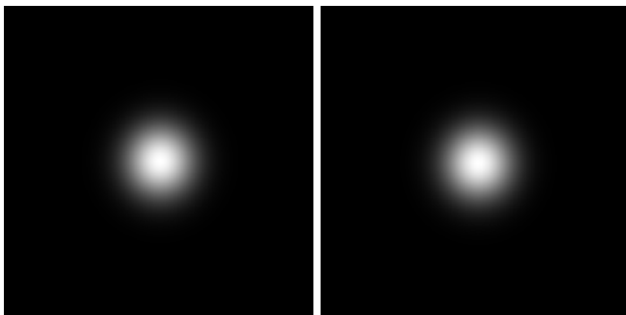


그림 2. 컴퓨터 픽업의 구성도



(a) Forward CIIR (b) Backward CIIR

그림 3. 두 방법으로 복원한 영상

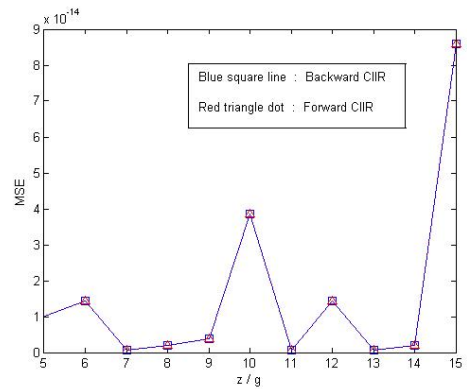


그림 4. 복원된 영상들의 MSE 값