

집적영상에서 중간 요소 영상의 생성 방법과 응용

Generation scheme of intermediate elemental images in integral imaging and its applications

신동학, 김은수

광운대학교, 차세대 3D 디스플레이 연구 센터

e-mail: shindh2@daisy.kw.ac.kr

1908년 최초로 Lippmann을 통해 제안된 집적 영상(Integral imaging: II) 기술은 차세대 3D 영상 디스플레이를 위한 기술로 활발히 연구되어 왔다.^[1-4] 그러나 이 기술은 3차원 물체로부터 제한된 정보 픽업 과정 때문에 고해상도의 3차원 영상 획득에 어려움이 있다. 사실 II에서 3차원 영상의 해상도는 요소 영상(elemental images)의 수에 의존하며, 이 요소영상 수를 증가시키려는 몇몇 연구가 수행되었다.^[2,3] 본 논문에서는 II 시스템에서 한 번의 픽업과정으로 획득된 요소 영상에 대해서 IVRT (Intermediate View Reconstruction Technique)를 사용함으로써 컴퓨터적인 방법으로 요소영상의 수를 크게 증가시키는 방법을 제안한다. IVRT는 3D 물체의 광학적으로 픽업된 요소 영상들 사이에 많은 중간시점 요소 영상들을 디지털적으로 합성한다. 본 논문에서는 증가된 수의 요소영상을 이용하여 3차원 영상의 크기 조절 방법과 컴퓨터적 재생에서 해상도 증가에 적용한 결과를 보고한다.

그림 1은 요소 영상을 얻기 위한 광학적 픽업의 실험 구성도이다. 여기서 3D 물체는 한 번의 과정으로 CCD와 같은 이미지센서로 픽업된다. 이때 픽업되는 요소 영상의 수는 렌즈배열에서 전체 렌즈릿의 수에 의해서 제한된다. 실험에서 사용한 렌즈 배열은 33×25이고 렌즈릿의 초점 거리와 크기는 각각 3mm와 1.08mm이다. 그러면 픽업한 요소영상은 33×25 개의 작은 영상들의 조합으로 구성된다.

다음으로 픽업된 요소 영상에 대해서 IVRT를 적용하여 요소영상의 수를 증가시킨다. 일반적 IVRT의 원리는 그림 2와 같다.^[5] 두개의 영상 $I_L(x,y)$, $I_R(x,y)$ 가 있고, 이들 두 영상의 disparity는 $d(x,y)$ 라고 하자. 그리고 중간 시점 영상 $I_I(x,y)$ 를 복원한다. $d(x,y)$ 는 다양한 방법으로 추출될 수 있다. 중간 영상의 위치는 왼쪽 영상으로부터 표준화된 거리 α 에 위치한다. 왼쪽에서 오른쪽 시점까지의 거리를 1로 정규화 시키면 α 의 범위는 $0 \leq \alpha \leq 1$ 이다. 중간 시점 영상은 보간법을 사용하여 두 영상의 선형 조합으로 합성될 수 있다. 식 (1)은 시점의 위치 값 (α)을 사용한 보간법의 방식을 보여준다.

$$I_I(x,y) = (1-\alpha) \cdot I_L(x+\alpha d(x,y),y) + \alpha \cdot I_R(x-(1-\alpha)d(x,y),y) \quad (1)$$

그림 3은 그림 1에서 픽업된 요소영상에 대해서 IVRT를 적용하여 중간 영상을 삽입한 예를 보여준다. 이때 요소영상들 사이에 2개씩의 중간 영상을 삽입한 97×73의 작은 영상을 가지는 확대된 요소 영상을 얻었다. 이렇게 확대된 중간 요소 영상들을 이용하여 3D 영상을 확대하는 방법과 컴퓨터적 복원에서 해상도 개선에 대한 방법에 대해서 실험하였다. 한번에 픽업한 요소영상들 사이에 1개와 2개의 중간 영상을 삽입한 2개의 확대된 중간요소를 얻었다. 이들을 이용하여 확대 디스플레이 실험을 수행하고, 그 결과를 그림 4에 나타내었다. 여기서 3D 영상은 1배, 2배, 3배로 각각 확대되었다. 실험 결과로부터 제안한 IVRT로 확대된 요소영상이 3D 영상 확대에 유용하게 사용될 수 있음을 실험으로 보였다.^[4]

다음으로 컴퓨터적 3D 영상의 복원 방법에 적용하는 실험을 수행하였다. 그림 5는 요소영상을 이용하여 컴퓨터적으로 복원하는 과정을 보여준다. 여기서는 복원 평면을 변화시키면서 각 요소영상은 가상의 핀홀 배열을 통과하여 역상이 사영되고 중첩되어 3D 영상으로 복원된다. 컴퓨터적 3D 영상 복원 방법에서의 IVRT가 적용된 요소영상에 대한 실험 결과를 그림 6에 나타내었다. 실험 결과로부터 해상도가 개선된 결과를 확인할 수 있었다.

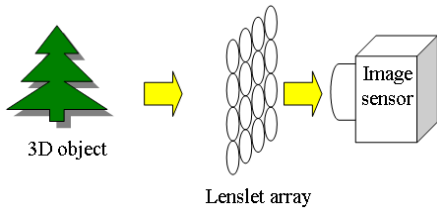


그림 1. 광학적 픽업 구조

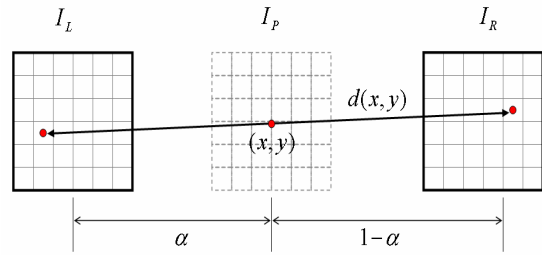


그림 2. IVRT의 원리

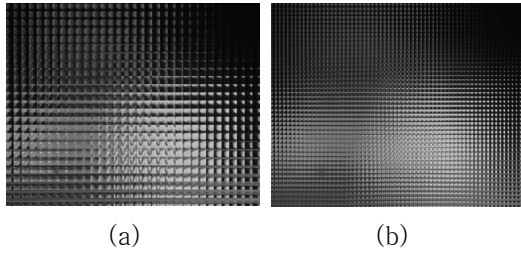


그림 3. (a) 요소 영상 (b) 합성된 중간 요소 영상

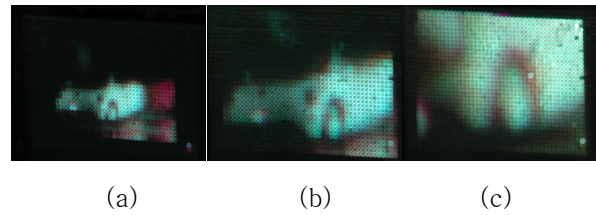


그림 4. 영상 확대 실험의 결과

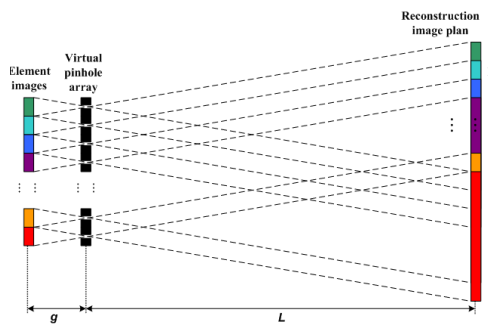


그림 5. 요소 영상을 이용한 컴퓨터 복원과정

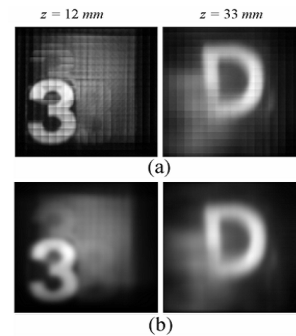


그림 6. 컴퓨터적 복원 영상 (a) 기존의 방법 (b) IVRT를 이용한 경우.

감사의 글 : 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구 결과로 수행되었음(IITA-2005-C1090-0502-0038)

참고문헌

1. G. Lippmann, "La photographie integrale," Comptes-Rendus Academie des Sciences Vol. 146, 446-451 (1908).
2. J.-S. Jang and B. Javidi, "Improved viewing resolution of three-dimensional integral imaging with non-stationary micro-optics," Opt. Lett. Vol. 27, pp. 324-326 (2002).
3. J.-H. Park et al, "Three-dimensional display scheme based on integral imaging with three-dimensional information processing," Opt. Express, Vol. 12, pp. 6020-6032 (2004).
4. D.-C. Hwang, J.-S. Park, S.-C. Kim, D.-H. Shin and E.-S. Kim, "Magnification of 3-D Reconstructed Images in Integral Imaging using Intermediate-View Reconstruction Technique," to be submitted in Applied Optics (2005).
5. K. H. Bae and E.-S. Kim, "New disparity estimation scheme based on adaptive matching windows for intermediate view reconstruction," Opt. Eng. Vol. 42, pp. 1778-1786 (2003).