수평시차만의 집적 영상 방식에서 3D 영상의 확대

3D image magnification of integral imaging scheme with horizontal parallax only

신동학, 김은수
광운대학교 차세대 3D 디스플레이 연구센터
shindh2@daisy.kw.ac.kr

집적 영상 기술은 Lippmann에 의해 처음 제안된 이후로 유망한 차세대 3D 디스플레이 기술 중의 하나로써 최근 활발하게 연구되고 있다.[1-4] 이 기술은 완전시차, 연속시점, 그리고 쉽게 칼라 영상을 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 반면에 여러 문제점 또한 가지고 있다. 예를 들면, 낮은 해상도, 좁은 시야각 그리고 요소영상의 많은 정보량 등이다. 이중에서 요소영상의 많은 정보량을 줄이기 위한 연구로써 압축 기법을 사용하거나 수평시차만을 사용하여 정보량을 줄이는 연구 등이 수행된 바 있다.

최근 집적 영상의 실제적인 응용을 위해서 3D 영상의 확대 방식에 대한 연구가 많이 보고되었다. 서울대에서는 요소영상에서 추출한 깊이정보를 이용하여 자유롭게 요소영상을 제작하여 확대를 수행하는 방법을 제안하였고,[2] 자비디 그룹에서는 렌즈릿 어레이를 주기적으로 움직이는 방식을 연구한바 있다.[3] 그리고 우리는 최근 컴퓨터적으로 렌즈릿 어레이를 움직이는 효과와 동일하게 구현하여 요소 영상을 제작하는 방법을 제안한 바 있다.[4] 이 방법은 중간 영상 합성 기법(IVRT)에 기초하여 컴퓨터적 계산으로만 이루어지기 때문에 빠른 실시간 처리가 가능한 특징을 가진다.

본 논문에서는 수평시차만을 가지는 집적 영상 방식에서 3D 영상의 확대 방식에 대해서 연구하였다. 수평시차만을 가지는 집적 영상 방식은 기존의 집적 영상 방식과는 달리 1차원적 요소영상을 가지므로 기존의 3D 영상 확대 방법을 그대로 적용할 수 없다. 따라서 올바른 3D 영상 확대를 위해서는 수평축으로는 기존의 IVRT를 적용하여 요소영상의 개수를 증가시키며, 수직축으로는 2D 영상처리에서 많이 사용되는 영상 보간법(image interpolation)을 복합적으로 사용하는 방법을 제안한다.

그림 1은 수평시차만을 가지는 집적 영상 방식의 확대 시스템 구성도를 나타낸다. 크게 픽업부와 재생부로 나눌 수 있다. 픽업부에서는 렌즈릿 어레이, 영상검출기와 1D 요소영상을 추출하는 영상처리부가 포함된다. 3D 물체는 렌즈릿 어레이를 통해서 영상 검출기로 기록이 된다. 이때 기록된 요소 영상의 2D 요소영상으로 작은 영상들의 조합으로 구성되어 있다. 여기서 수평시차만을 가지는 집적 영상 방식을 얻기 위해서는 2D 요소영상에서 특정한 픽셀들을 추출함으로써 1D 요소영상을 사용한다. 그림 2는 2D 요소영상으로부터 1D 요소영상을 추출하는 과정을 보여준다. 각각의 렌즈릿에서 k번째 픽셀들의 조합으로써 1D 요소영상이 얻어지며, 렌즈릿 크기로 복사되어 재생되는 원리를 보여주고 있다.

한편 그림 1에서 재생부는 픽업부의 역과정이다. 전송라인을 통해 전송된 1D 요소영상에서 대해서 먼저 확대를 위한 영상처리과정이 적용된다. 이에 대한 설명을 그림 3에 나타내었다. 여기서 1D 요소영상은 먼저 수평축 요소영상에 대해서는 IVRT를 적용하여 요소영상의 개수를 증가시키며, 수직축으로는 2D 영상처리에서 많이 사용되는 영상 보간법(image interpolation)을 사용한다. 다음으로 렌즈릿 어레이에 일치하게 픽셀-렌즈릿 복사과정을 거쳐서 최종적으로 3D 영상을 복원한다.

제안한 확대 방법의 유용함을 보이기 위해서 실제 '자동차' 3D 물체에 대해서 기초적인 실험을 수행하였다. 그림 1의 광학적 시스템을 구성하였다. 여기서 사용한 렌즈릿 어레이는 총 50×50 개의 렌즈릿으로 구성되었다. 하나의 렌즈릿은 초점거리가 5.2 mm이고, 직경이 1.8 mm이다. 그리고 CCD의 30×30 픽셀에 대응한다. 픽업한 요소 영상의 크기는 990×750 픽셀을 가지며, 총 33×25개의 작은 영상으로 구성되어 있다. 먼저 이 기존의 2D 요소영상에 대해서 1D 요소영상으로 변환하였다. 그림 2에서 보여지듯이 k=15일 때의 요소영상을 획득하였다. 이 예를 그림 3에서 볼 수 있다. 그리고 2배의 확대를 실험적으로 보이기 위해서 1D 요소영상에 대해서 수평측 방향으로 IVRT를 적용하여 하나씩의 새로운 영상을 삽입하고, 수직측으로는 영상 보간법을 2배 적용하였다. 이때 사용하는 영상 보간법은 여러 종류가 사용가능하지만, 기초적으로 Matlab에서 제공하는 nearest 보간법과 bicubic 보간법을 사용하였다. 그림 4는 확대된 1D 요소영상을 이용하여 광학적으로 재생한 실험 결과를 나타낸다. 실험 결과로부터 영상을 확대가 잘 이루어짐을 알 수 있고, bicubic 보간법을 사용할 경우가 더 좋은 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

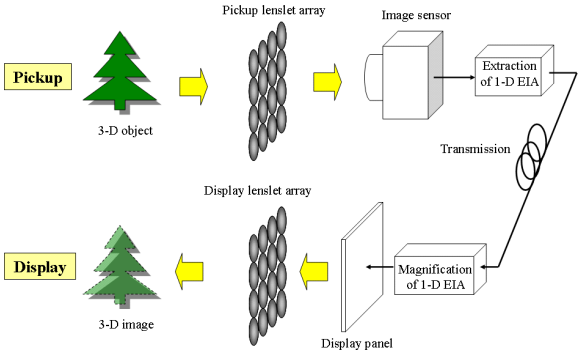

그림 1. 수평시차만을 가지는 집적 영상방식의 확대 시스템

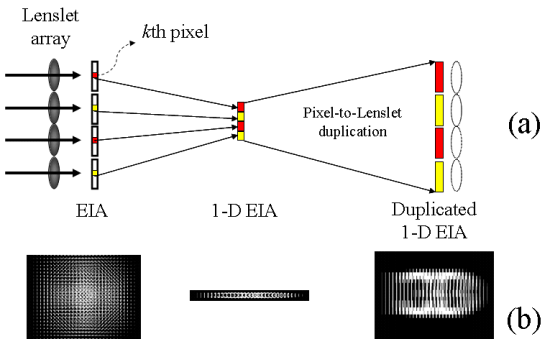

그림 2. 1차원 요소영상 (a) 추출과정 (b) 예들

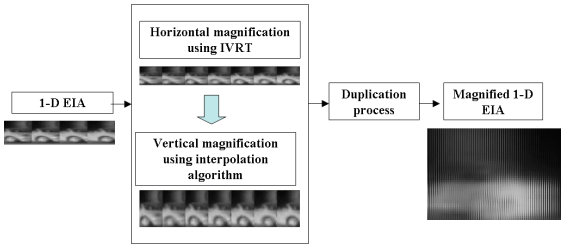

그림 3. 새로운 확대 방법

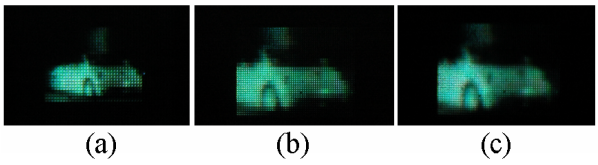

그림 4. 광학 재생결과 (a) 원영상 (b) 2배 확대: nearest 방식 (c) 2배 확대: bicubic 방식

본 연구는 정보통신부 ITRC 사업(IITA-2005-C1090-0502-0038)에 의해 수행되었음.

[참고문헌]

1. G. Lippmann, *Comptes-Rendus Academie des Sciences*, vol. 146, pp. 446-451. 1908.
2. J.-H. Park et al. *JJAP*, vol. 44, no. 1A, pp. 216-224, 2005
3. Y.-W. Song et al., *Opt. Exp.* Vol. 13, pp. 3242-3251, 2005.
4. D.-C. Hwang et al. *Applied Optics*, ID 64159 (posted July 2005, in press).