

## 원형매핑 모델과 보간법을 복합 사용하는 컴퓨터 3D 집적 영상 복원 기술

### 3D computational integral imaging reconstruction by combined use of round mapping model and interpolation methods

신동학, 유훈

동서대학교 영상콘텐츠학과

[hunie@dongseo.ac.kr](mailto:hunie@dongseo.ac.kr)

3D 디스플레이 기술 중에 하나인 집적 영상 (Integral imaging) 방식은 백색광을 이용하여 3D 물체를 저장하고 복원할 수 있는 기술이다 [1]. 최근 이 집적 영상 기술의 한 응용 분야로서 컴퓨터를 이용한 집적 영상 재생 방식(CIIR : Computational Integral Imaging Reconstruction)이 활발하게 연구되고 있다 [2-4].

CIIR 방법은 크게 두 종류의 컴퓨터 재생 방법으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 2001년 Arimoto와 Javidi는 관찰자를 기준으로 3D 영상을 복원하는 CIIR 방법을 제안하였다 [2]. 이 방식에서 관찰자는 렌즈 배열을 통과하여 각 렌즈별로 하나의 요소영상 픽셀을 관찰하게 된다. 따라서 관찰자가 직접 보게 되는 3D 영상의 해상도는 렌즈 배열의 렌즈 개수와 동일하며 매우 낮다. 하지만 관찰자는 다양한 각도 재생되는 3D 영상을 관찰할 수 있다. 이와는 달리 2004년에 평면기반의 CIIR 방식이 제안되었다 [3]. 이 평면기반 CIIR 방식은 3D 영상을 일정한 거리에 놓인 출력 평면에서 재생하는 방식이다. 이 경우 재생되는 3D 영상은 영상 재생의 평면의 위치에 따라 달라진다. 이러한 평면기반 CIIR 방식의 특성을 잘 이용한 광학적 3D 물체 인식과 3D 상관기에 대한 연구가 최근 활발히 연구되고 있다.

평면기반 CIIR 기술을 사용하는 3D 패턴 인식 방법에서는 CIIR 기술에서 얻어지는 평면 3D 복원 영상들의 상호상관(Cross-correlation) 기반으로 이루어진다. 그러나 이 방법의 3D 패턴 인식 성능은 CIIR 기술에서 얻어지는 평면 영상의 해상도에 의존적이다. 따라서 이러한 평면 3D 영상의 해상도를 향상시킬 필요가 있다.

우리는 이전의 연구에서 원형 매핑 모델을 CIIR 기술에 적용하여 해상도를 개선하는 기법을 보고하였다 [4]. 이 기법은 요소 영상이 확대 중첩될 경우에 사각형 구조의 요소영상을 특정 원형안의 요소 영상만을 사용하는 방식이다. 따라서 사각형 구조의 요소영상의 사용할 때 발생하는 주기적인 영상 잡음을 제거 할 수 있었다. 하지만, 이 방식에서도 여전히 확대 중첩되는 요소 영상의 해상도는 만족스럽지 못하다.

본 논문에서는 CIIR 기반의 3D 패턴 인식 응용을 위해서 평면 3D 복원 영상의 해상도를 향상하는 새로운 방식을 제안한다. 제안하는 방식에서는 원형 매핑 모델의 CIIR에서 각각의 요소 영상에 대해서 기존의 영상처리 기법에서 많이 사용되는 보간법(interpolation algorithm)을 이용하여 확대 중첩하여 평면 3D 영상을 복원한다. 즉 원형 매핑 모델과 보간법을 결합 사용하여 요소 영상에 적용함으로써 해상도를 증가시키고, 이들을 확대 중첩시킴으로써 평면 3D 영상을 얻는다. 제안하는 CIIR 방식의 유용함을 보이기 위해서 픽업 및 3D 영상의 재생 실험을 수행하여 그 결과를 보고한다.

그림 1은 제안하는 CIIR 방식의 블록 다이어그램을 보여준다. 제안하는 방식에서는 기존의 방법에서 단순 확대 매핑 방식 대신에 원형 매핑 모델과 새로운 보간법을 결합 사용한다. 즉 각각의 요소 영상은 먼저 원형 매핑 모델에 기초하여 원형 모양으로 추출이 되고, 확대 과정에서 새로운 보간법을 사용하여 확대한 후 출력 평면에서 3D 영상으로 중첩되어 재생된다. 보간법은 2차원 영상처리에서 영상의 해상도 개선을 위해서 다양하게 연구되

80여 왔다. 기본적인 원리는 두 이웃하는 픽셀 사이의 새로운 값의 픽셀을 삽입한다. 이때 삽입되는 픽셀의 세기 값은 이웃하는 픽셀들의 정보를 이용하여 추가한다. 제안하는 방식에서는 다양한 방법을 적용할 수 있다. 예를 들면 선형 보간법과 cubic convolution 보간법(CCI)을 사용할 수 있다 [5].

제안하는 원형매핑 모델과 보간법을 복합 사용하는 CIIR 방식의 유용함을 보이기 위해서 3D 물체의 복원 실험을 수행하였다. 실험 구조는 그림 2와 같다. 실제 3D 물체는 3개의 글자 패턴 'D', 'S'와 'U'를 사용하였다. 이 패턴들은  $z=12, 30, 48$  mm에 각각 위치시켰다. 그리고  $34 \times 25$  렌즈를 가지는 렌즈 배열을  $z=0$  mm에 위치시켜 요소 영상을 기록하였다. 이때 각 렌즈의 크기는 1.08 mm이고, 각 요소 영상의 픽셀 수는  $30 \times 30$ 이다. 기록된 요소 영상의 총 픽셀 수는  $1020 \times 750$ 이다. 이 요소 영상을 이용하여 그림 1의 CIIR 복원 기법을 이용하여 3D 영상을 복원하였다. 3개의 글자 패턴에 대해서 각각 12, 30, 48mm에서 재생을 시킨후 원영상과 PSNR를 계산하여 비교하였다. 실험 결과를 표 1에 정리하였다. 여기서 제안하는 방법에서는 CCI를 사용하였다. 표 1에서는 기존의 방법, 원형 매핑 모델만을 사용하는 방법 그리고 본 논문에서 제안하는 방법에 대한 실험 결과를 나타내었다. 실험 결과에서 보여지 듯이 모든 영상에 대해서 제안하는 방법이 가장 우수한 결과를 얻었으며, 평균적으로 약 1.8 dB 이상의 향상을 얻을 수 있었다. 그리고 원형매핑 모델만을 사용하는 경우는 기존의 방법보다는 우수함을 알 수 있다.

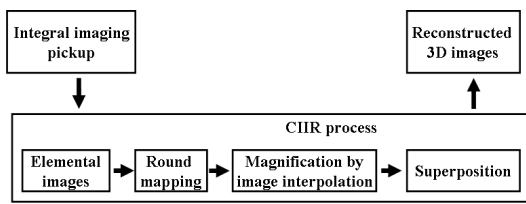


그림 1. 제안하는 CIIR 방식의 블록 다이어그램

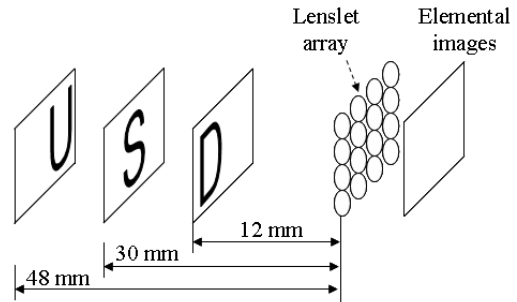


그림 2 실험 구성도

표 1. PSNR 측정 결과

	'D' image	'S' image	'U' image
Conventional method	15.84	15.73	14.85
Round mapping model	16.37	16.40	15.18
Proposed method	17.55	17.56	16.43

참고문헌

[1] G. Lippmann, "La photographie integrale," C.R. Acad. Sci. Vol. 146, pp. 446-451, 1908.  
 [2] H. Arimoto and B. Javidi, "Integral three-dimensional imaging with digital reconstruction" Opt. Lett. Vol. 26, pp. 157-159, 2001.  
 [3] S.-H. Hong et al., "Three-dimensional volumetric object reconstruction using computational integral imaging" Opt. Express, Vol. 12, pp. 483-491, 2004.  
 [4] D.-H. Shin et al., "Improved Viewing Quality of 3-D images in Computational Integral Imaging Reconstruction Based on Round-shaped Mapping Model" ETRI Journal Vol. 29, pp. 649-654, 2007.  
 [5] D. -H. Shin and H. Yoo, "Image quality enhancement in 3D computational integral imaging by use of interpolation methods," Opt. Express Vol. 15, pp. 12039-12049, 2007.