

# 집적 영상 기반의 3D 영상 상관기의 광학적 구현

## Optical implementation of 3D image correlator based on integral imaging

박영일, 신동학\*, 김은수

광운대학교 전자공학과, \*동서대학교 영상콘텐츠학과

[shindh2@dongseo.ac.kr](mailto:shindh2@dongseo.ac.kr)

최근, 3D 집적 영상 기술의 발전과 더불어 이를 이용하여 3D 물체를 검출하고 인식하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그중에서 컴퓨터적으로 재생한 서브이미지 배열(sub-image array)을 이용한 3D 물체를 인식하는 연구가 제안되었다<sup>(1)</sup>. 하지만 이러한 방법들은 해상도가 낮은 작은 영상 (요소영상 혹은 서브이미지)들을 이용하여 상관 특성을 비교하기 때문에 인식 결과 또한 좁은 상관 범위 내에서 이루어졌다. 따라서 본 논문에서는 집적 영상 기술에 기초하여 고해상도의 광 복원 영상을 이용하는 3D 영상 상관기 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 3D 영상 상관기 구조는 그림 1에 나타낸다. 먼저, 픽업부에서는 참조 물체  $r(x_r, y_r, z_r)$ 가 렌즈배열에서  $z_r$ 인 거리에 위치하여 있다고 가정하고, 인식하려고 하는 물체  $s(x_o, y_o, z_o)$ 는 렌즈 배열에서 임의의  $z_o$ 인 거리에 위치하여 있다고 가정하면 첫 번째 이미지 센서 (sensor 1)에 의해 참조 물체와 인식하려는 신호 물체의 요소 영상을 얻을 수 있다. 다음으로 디스플레이부에서 재생된 참조 물체  $R(x_r, y_r, z_r)$ 와 인식하려는 신호 물체  $S(x_o, y_o, z_o)$ 는 각각 거리가  $z_r, z_o$  위치에서 두 번째 이미지 센서 (sensor 2)에 의해 광학적으로 확대, 중첩되어 이루어진 해상도가 높은 출력 평면 영상으로 기록된다. 따라서 선명한 재생 영상은  $z_o = z_r$ 인 조건에서만 이미지 센서에 기록된다. 마지막으로, 인식부에서는 재생된 출력 평면 영상  $S(x_o, y_o, z_r)$ 와  $R(x_r, y_r, z_r)$  사이의 상관관계를 식(1)과 같이 계산한다.

$$C(x, y, z_r) = R(x_r, y_r, z_r) \otimes S(x_o, y_o, z_r) \quad (1)$$

식 (1)의 상호상관 결과  $C(x, y, z_r)$ 로부터 참조 물체와 신호 물체 사이의 유사도를 계산하고, 신호 물체가 참조 물체가 동일하고  $z_r$ 의 위치에 있을 경우에 가장 높은 상관치를 얻을 수 있다.

제안 방법의 유효성을 보이기 위하여 실제 크기가  $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ 인 주사위를 3D 물체로 하여 작은 렌즈의 크기는 1.08mm이고  $30 \times 30$ 개로 제작된 렌즈 배열로부터 거리가  $(x_r, y_r, z_r) = (0 \text{ cm}, 0 \text{ cm}, 6 \text{ cm})$ 인 위치에서 해상도가  $900 \times 900$  픽셀을 가지는 참조 요소 영상(그림 2(a))을 CCD로 기록하고 컴퓨터에 저장한다. 출력 평면 영상(그림 2(b))의 기록을 위하여  $z = 6 \text{ cm}$ 인 위치에서 종이 스크린과 디지털 카메라를 이용한다. 얻어진 참조 영상과 인식하려는 신호 영상의 해상도는  $900 \times 900$  픽셀로서 기존 방법에서 요소 영상 하나의 해상도  $30 \times 30$  픽셀에 비해 아주 높으며, 두 물체가 동일한 경우에 식 (1)을 이용하여 상호상관을 구하면 피크 상관치를 가진다. 그림3(a)은  $z$  축에 따라 이동한 물체에 대한 상호 상관 피크 값들을 나타내며 실험 결과와 같이  $z = 6 \text{ cm}$ 인 위치에서 정확하게 최대 상호 상관 값을 가진다. 그림 3(b)은  $z = 6 \text{ cm}$ 인 위치에서 좌우로  $30^\circ$  씩 회전한 물체에 대한 교차 상관도의 피크 값을 나타내고 있으며 제안한 상관기는 회전한 물체를 인식함에 있어서도 강인하다는 것을 알 수 있다.

결론적으로 본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 방법에 비해 고해상도의 비교 영상들을 사용하기 때

문에 보다 정확한 3D 물체 인식이 가능하며, 전 과정을 광학적 시스템으로 구현이 가능하다. 제안방법은 향후 실시간 3D 물체 인식 응용을 위한 광학적 구조의 기반으로 될 것이라고 기대된다.

Acknowledgements

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

1. J. -H. Park, J. Kim, and B. Lee, "Three-dimensional optical correlator using a sub-image array," Opt. Express, 5116-5126 (2005).

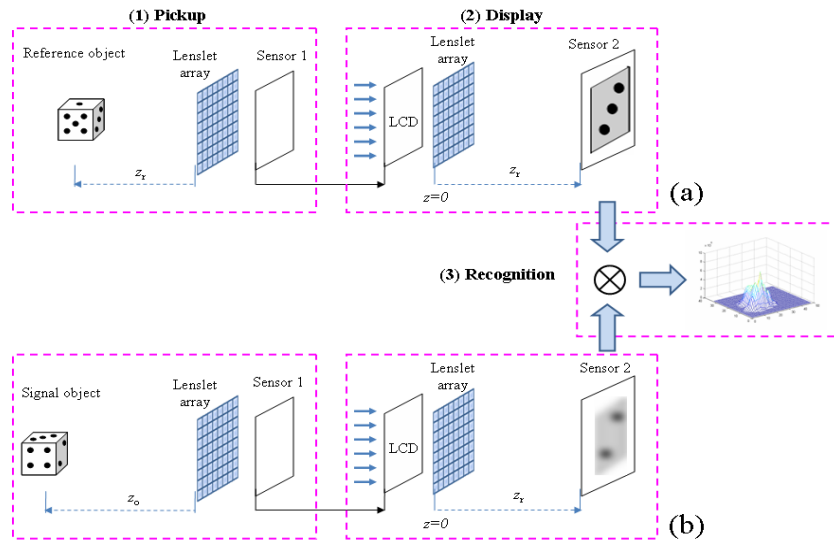


그림 1. 제안방법의 구성도

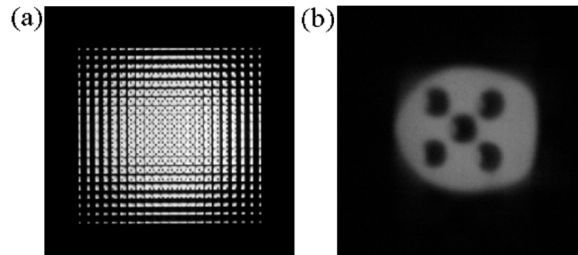


그림 2. 참조 3D 물체 (a) 요소영상 (b) 출력 평면 영상

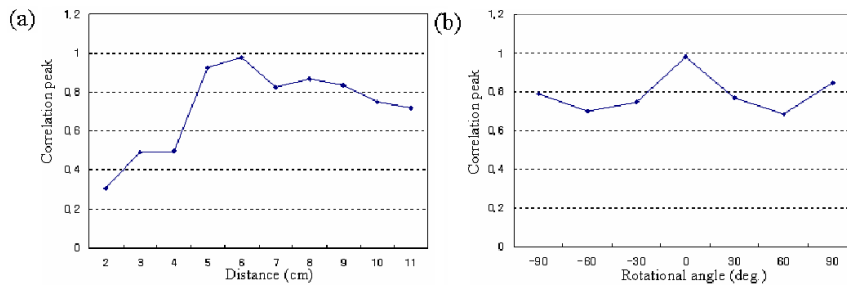


그림 3. 피크 상관 결과 값(a) 신호 물체가 깊이 방향으로 이동한 경우 (b) 신호 물체가 회전한 경우