

컴퓨터 집적 영상 복원 방법을 이용한 비선형 3D 영상 상관기

신동학*, 홍석민**, 김경원**, 이병국**

*동서대학교 IAI연구소, **동서대학교 영상콘텐츠학과

Nonlinear 3D image correlator using computational integral imaging reconstruction method

Donghak Shin*, Seokmin Hong**, Kyoungwon Kim**, Byung-Gook Lee**

*IAI, Dongseo University, **Dept. of Visual Contents, Dongseo University

E-mail : lbg@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 집적 영상 기술에 기반한 컴퓨터 3D 영상 복원을 이용하여 비선형 3D 영상 상관기를 제안한다. 제안하는 방법에서는 먼저 기준 3D 물체와 목표 3D 물체의 요소 영상들을 렌즈 어레이를 통해 픽업한다. 이 픽업된 영상에 컴퓨터 집적 영상 복원 방법을 사용하여 목표 평면 영상과 기준 평면 영상들이 복원된다. 복원된 기준 평면 영상과 목표 평면 영상들 간의 비선형 상호상관을 통해 인식을 수행한다. 제안된 방법의 유용함을 보이기 위해 기존의 방법과 비교하여 기초적인 상관관계 실험을 수행하고 그 결과를 발표한다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a nonlinear 3D image correlator using computational reconstruction of 3D images based on integral imaging. In the proposed method, the elemental images for reference 3D object and target 3D object are recorded through the lens array. The recorded elemental images are reconstructed as reference plane image and target plane images using the computational integral imaging reconstruction algorithm and the nonlinear correlation between them is performed for object recognition. To show the usefulness of the proposed method, the preliminary experiments are carried out and the experimental results are presented compared with the conventional results.

키워드

Integral imaging, nonlinear correlation, optical correlator, elemental images

1. 서 론

집적 영상 (integral imaging) 기술은 3D 디스플레이 기술로서 잘 알려져 있으며 최근 이를 이용한 다양한 응용 분야를 연구 중에 있다. 집적 영상 시스템은 크게 픽업 과정과 재생 과정으로 이루어져 있다 [1]. 픽업 과정에서는 렌즈배열 또는 핀홀 배열을 통하여 맺힌 다시점의 축소된 영상이 CCD 카메라에 의해 기록된다. 이 기록된 영상들을 요소 영상(elemental images)이라고 한다. 이에 반해 재생 과정은 픽업 과정의 역 과정

으로 볼 수 있다. 기록된 요소 영상들이 렌즈 배열 또는 핀홀 배열과 디스플레이 패널을 통해 디스플레이 된다. 집적 영상에서 3D 영상을 복원하는 방법에는 광학적 집적 영상 복원 (Optical integral imaging reconstruction: OIIR) 기법[1]과 컴퓨터적 집적 영상 복원 (Computational integral imaging reconstruction: CIIR) 기법[2,3]이 있다. 특히 CIIR은 OIIR 기법을 기하 광학의 디지털 시뮬레이션을 통하여 컴퓨터적으로 3D 영상을 복원하는 방법이다. 현재 CIIR을 이용한 다양한 응용분야가 연구되고 있다 [4].

본 논문에서는 CIIR 기반의 3D 영상 상관기의 3D 물체 인식 성능 향상을 위하여 비선형 상관 연산을 이용한 새로운 3D 영상 상관기를 제안한다. 제안하는 상관 시스템은 먼저 렌즈 배열을 통해 맺힌 기준 물체와 목표 물체들의 요소 영상이 CCD 카메라에 의해 획득되고, 확대 과정이 제거된 CIIR 기법을 이용하여 3D 평면 영상을 빠르게 복원한다. 얻어진 3D 평면 영상과 기준 영상과의 비선형 상관관계를 이용하여 3D 물체를 인식한다. 제안된 방법의 유용함을 보이기 위해 기초적인 실험을 수행하였고, 그 결과를 나타내었다.

II. 제안하는 시스템

그림 1은 제안하는 CIIR 기반의 3D 영상 상관기 시스템을 설명하고 있다. 이 시스템은 크게 픽업 과정, CIIR 과정 및 인식 과정으로 나뉜다. 기존의 방법과의 큰 차이점은 인식과정에서 비선형 상관 (nonlinear correlation)을 사용하여 인식 성능을 향상키는 것이다. 전체 시스템의 자세한 원리는 참고 논문[4]에 기술되었다.

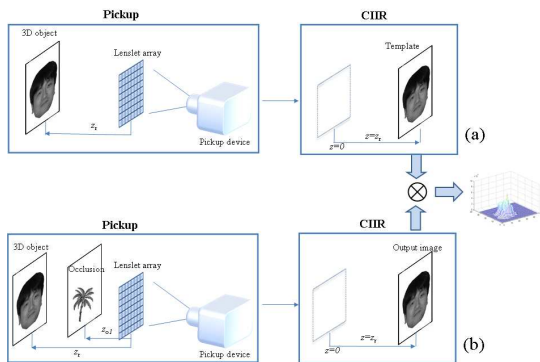


그림 1. 3D 물체 인식을 위한 CIIR 기반의 3D 영상 상관기 시스템

본 논문에서 사용한 비선형 상관 연산은 k -th 비선형 상관 연산을 사용한다 [5]. k -th 비선형 상관의 수식은 다음과 같다.

$$C_{fg}^k = |f \otimes_k g_z|^2 = \left| FT^{-1} \left[|F|^k \exp(i\phi_F) \times |G_z|^k \exp(i\phi_{G_z}) \right] \right|^2 \quad (1)$$

여기서 k 는 비선형 변수이며, ϕ 는 위상성분을 나타낸다. k 의 범위는 0에서 1까지 가능하며, $k=1$ 이면 기존의 상관 연산이며, $k=0$ 일 때에는 위상만을 사용하는 상관 연산이 된다. k 가 작으면 비선형 특성이 커지면서 상관피크가 날카로워지면서 우수한 성능을 지니지만 인식하고자 하는 패턴의 왜곡에

민감해지는 문제가 있다.

III. 실험 및 결과

제안하는 CIIR 기반의 비선형 3D 영상 상관기의 유용성을 검증하기 위해서 기초적인 실험을 수행하였다. 실험 구성도는 그림 1과 같이 구성하였다. 인식하고자 하는 3D 물체는 얼굴이다. 3D 물체는 렌즈 배열로부터 45 mm에 위치하였고, 장애물은 15 mm에 위치시켰다. 사용한 렌즈 배열은 30×30 이며, 각각의 렌즈 배열을 통하여 30×30 pixel의 요소 영상이 얻어진다. 따라서 최종 얻어지는 요소 영상은 900×900 픽셀이다.

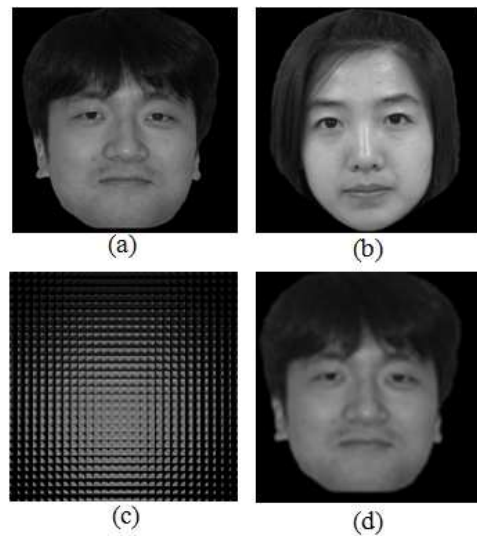


그림 2. 실험 영상 (a) face 1 (b) face 2 (c) face1의 요소 영상 (d) CIIR로 재생된 영상

그림 2(a)와 (b)는 실험에 사용한 두 실험 영상이다. 그림 1(a)의 시스템으로부터 얻어진 face1의 요소 영상을 그림 2(c)에 나타내었다. 그리고, 얻어진 요소 영상을 이용하여 CIIR 방법으로 재생한 영상을 그림 2(d)에 나타내었다.

그림 2(d)의 영상을 기준 평면 영상으로 사용하고, 장애물 영상이 존재할 때의 요소 영상을 얻은 후 목표 재생 평면 영상을 복원하였다. 얻어진 두 평면 영상에 대해서 식 (1)을 이용하여 비선형 상관 연산을 계산하였다. 그 결과를 그림 3에 나타내었다. 실험 결과로부터 k 의 값에 따른 비선형 상관 결과를 나타내었다. k 가 작을수록 상호상관치가 날카로워짐을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 3D 물체 인식 향상을 위한 고속 CIIR 기반의 비선형 3D 영상 상관기를 제안하였다. 고속 CIIR 방법의 사용을 통하여 빠른 상관 관계를 구현하였고, 비선형 상관 연산을 사용하여

3D 영상의 인식 성능을 향상 시켰다. 제안하는 고속 CIIR 기반의 비선형 3D 영상 상관기에 대한 기초적인 상관관계 실험을 수행하고 $k=1$ 인 기존의 방법과 비교할 때 상관 성능이 향상시켜 3D 물체 인식을 좋게 함을 확인하였다. 따라서 제안하는 방법은 3D 패턴 인식에 유용하게 사용될 것으로 기대한다. 향후 제안하는 비선형 3D 영상 상관기를 이용하여 다양한 형태의 왜곡에 대한 패턴 인식 실험을 수행하고자 한다.

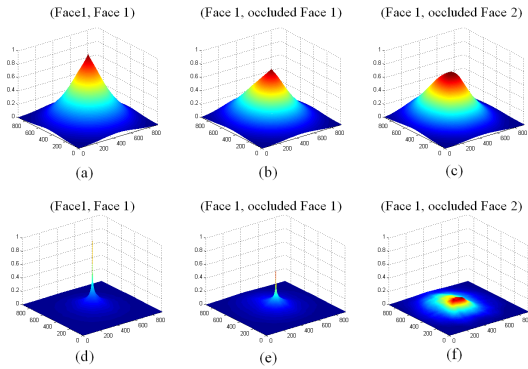


그림 3. 비선형 상관기를 이용한 인식 결과 (a) $k=1$ 일 때의 face 1의 자기 상관 결과 (b) $k=1$ 일 때의 face 1과 장애물에 가려진 face 1 사이의 상호 상관 결과 (c) $k=1$ 일 때의 face 1과 장애물에 가려진 face 2 사이의 상호 상관 결과 (d) $k=1$ 일 때의 face 1의 자기 상관 결과 (e) $k=1$ 일 때의 face1과 장애물에 가려진 face1 사이의 상호 상관 결과 (f) $k=1$ 일 때의 face1과 장애물에 가려진 face 2 사이의 상호 상관 결과 .

참고문헌

- [1] J.-S. Jang and B. Javidi, "Improved viewing resolution of three-dimensional integral imaging with nonstationary micro-optics," Opt. Lett. vol. 27, pp. 324-326, 2002.
- [2] H. Arimoto, "Integral three-dimensional imaging with computed reconstruction," Opt. Lett., vol. 26, pp. 157-159, 2001.
- [3] S. Hong, J. Jang, and B. Javidi, "Three-dimensional volumetric object reconstruction using computational integral imaging," Opt. Express vol. 12, pp. 483-491, 2004.
- [4] H. Yoo and D. K. Kim, "Three-dimensional image correlator using fast computational integral imaging reconstruction method based on pixel-to-pixel mapping," vol. 284. pp. 5110-5114, 2011.
- [5] B. Javidi, "Nonlinear joint power spectrum based optical correlation," Appl. Opt. vol. 28, pp. 2358-2367, 1989.