

## 집적 영상에서 정확한 렌즈 배열 격자 검출을 위한 캘리브레이션 패턴

\*정현아 \*\*조현지 \*\*\*유훈

\*상명대학교 미디어소프트웨어학과

\*\*\*hunie@smu.ac.kr

### Calibration pattern for accurately-extracting lens array lattice in integral imaging

\*Hyeon-Ah Jeong, \*\*Hyunji Cho, and \*\*\*Hoon Yoo

\*Department of Media Software, Sangmyung University

#### 요약

본 논문에서는 집적 영상에서 렌즈 배열의 격자를 정확하게 검출하기 위한 캘리브레이션 패턴 영상을 제안한다. 렌즈 배열의 격자를 검출하기 위해서 수직, 수평 방향의 에지 영상이 필요하다. 입력 영상의 에지를 잘 검출하지 못하면, 렌즈 배열의 요소 영상 크기를 결정할 때 오류가 발생할 수 있다. 이를 위해, 본 논문에서는 에지를 잘 검출할 수 있는 캘리브레이션 패턴 영상을 제안하여 정확도를 향상 시킨다. 본 논문에서는 실험을 통하여 제안하는 방법이 기존의 방법보다 집적 영상에서 렌즈 배열의 격자를 검출할 때 우수하게 적용될 수 있음을 보여주었다.

#### 1. 서론

집적 영상(Integral Imaging)기술은 3D 영상을 픽업하고, 디스플레이하는 기술로, G. Lippmann에 의해 제안되었다[1]. 스테레오스코피(Stereoscopy)는 간단하지만, 시각적으로 피로감을 준다는 문제점이 있다. 또, 궁극적인 방법인 홀로그래피(Holography)는 광원의 간섭을 이용하기 때문에 구조가 복잡하고, 컬러 구현이 어렵다[2]. 하지만, 집적 영상 방식은 3D 영상을 다양한 시점으로 정교하게 제공할 뿐 아니라 컬러 구현 또한 가능하기 때문에 최근 다양한 연구에서 사용되고 있다[3]. 집적 영상의 픽업 기술에는 카메라 배열, 카메라 무빙, 렌즈배열을 이용한 방식이 있다. 카메라 배열에 의한 방식은 많은 비용이 요구되고, 카메라 무빙에 의한 방식은 움직이는 물체를 찍는 데에 어려움이 있으므로, 렌즈 배열에 의한 방식이 많이 사용된다[4-7].

렌즈 배열로 얻은 영상은 여러 개의 요소 영상들로 구성된다. 요소 영상 사이의 경계는 2차원 격자 구조를 형성한다. 렌즈 배열의 피치와 CCD 피치의 비가 정수가 아니기 때문에, 집적 영상 압축할 때 뿐 아니라 각각의 요소 영상의 개별적인 처리 시 요소 영상의 크기 변형이 발생한다는 문제점이 발생한다. 이 때 발생하는 격자를 벗어난 선을 찾기 위해 격자 구조를 정확하게 검출하는 방법이 필요하며, 이에 대한 여러 방법이 논의 되고 있다[8-10].

기존에 가장 잘 알려진 방법에 따르면, 이진 집적 영상에 1차원 중간 값 필터를 적용하여 수직, 수평 방향의 에지 영상을 얻고, 이 영상의 투영 프로파일을 통해 격자선의 위치와 격자선 사이의 거리를 구한다[8]. 이 방법은 효과적으로 격자를 검출하지만, 에지를 잘 검출하지 못하면 정확한 결과를 얻기 어렵다는 문제가 발생한다.

본 논문에서는 렌즈 배열의 격자 검출 시 수직, 수평 방향의 에지를 잘 검출하기 위한 적절한 패턴의 캘리브레이션 영상을 제안한다. 이 영상은 렌즈 배열의 격자를 정확히 검출함으로써 다양한 집적 영상의

렌즈 배열 격자 검출 시 효과적으로 적용하여 사용될 수 있다.

#### 2. 제안하는 방법

기존에 제안된 전체 격자 검출 과정은 그림 1과 같다[8]. 격자선을 찾기 위해, 집적 영상에 캐니 에지 검출[11]과 1차원 중간 값 필터를 적용하여 수직, 수평 방향의 이진 에지 영상을 얻는다. 정확한 격자 검출을 위해서는 수직, 수평 방향의 에지를 잘 검출 할 필요가 있다. 이를 위해서는 적절한 패턴의 캘리브레이션 영상이 필요하고, 이는 그림 2와 같은 대각선 패턴의 영상이 적합하다.

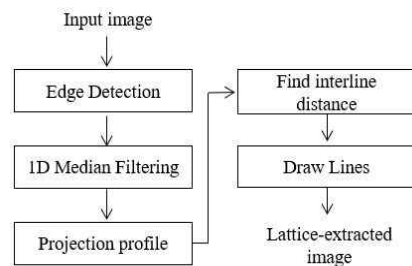


Fig. 1 Existing lattice detection

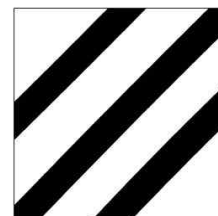
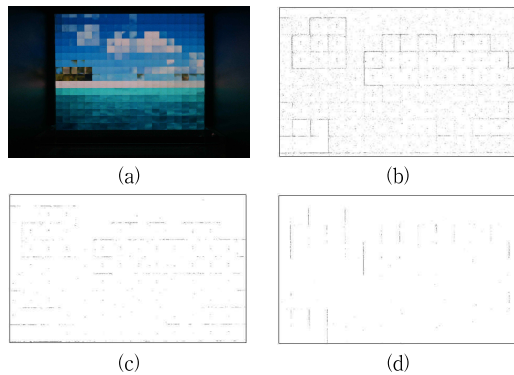
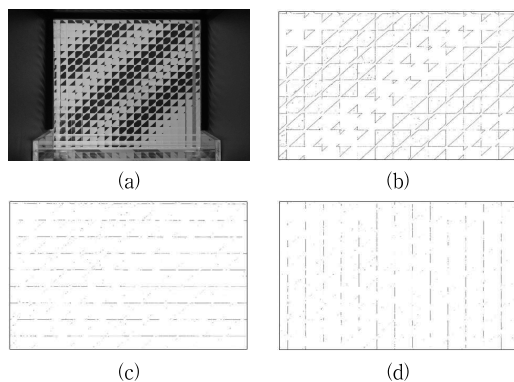


Fig. 2 Proposed calibration pattern image

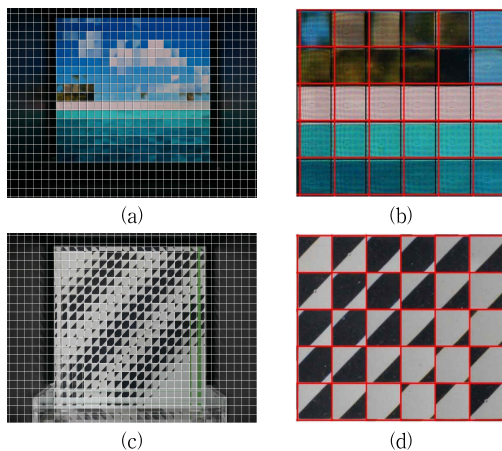


**Fig. 3** (a) Input image (b) edge image (c) after horizontal median filtering (d) after vertical median filtering



**Fig. 4** (a) Proposed input image (b) edge image (c) after horizontal median filtering (d) after vertical median filtering

일반적인 집적 영상의 에지를 검출하고, 1차원 중간 값 필터를 적용한 결과는 그림 3이고, 이를 통해 각 방향의 에지를 잘 찾지 못하였음을 확인할 수 있다. 이에 따라, 정확한 격자선의 위치와 요소 영상의 크기를 구할 수 없어 그림 5(a), 그림 5(b)와 같이 오류가 발생하게 된다. 반면에, 제안하는 켈리브레이션 패턴 영상을 사용하였을 때 수직, 수평 각 방향의 에지를 잘 검출하였음을 그림 4를 통해 확인할 수 있고, 그림 5(c)와 그림 5(d)은 제안하는 패턴 영상이 렌즈 배열의 격자 구조를 정확히 검출함을 보여준다.



**Fig. 5** (a) Resulting image in existing method (b) zoomed version (c) Resulting image in proposed method (d) zoomed version

#### 4. 결론

본 논문에서는, 집적 영상에서 렌즈 배열의 격자 구조를 정확하게 검출하기 위해 수직, 수평 방향의 에지를 잘 검출할 수 있는 대각선 패턴의 켈리브레이션 영상을 제안한다. 제안하는 패턴의 영상이 렌즈 배열의 격자를 검출할 시 효율적으로 적용될 것으로 기대된다.

#### ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00515, N차원 바코드 응용을 위한 인터그래피 콘텐츠 제작기술 개발)

#### 5. 참고문헌

- [1] G. Lippmann, "La Photographie Intégrale," *Comptes-Rendus, Académie des Sciences*, vol. 146, pp. 446-451, 1908.
- [2] Geng and Jason, "Three-dimensional display technologies." *Advances in optics and photonics*, vol. 5, no. 4, pp. 456-535, 2013.
- [3] Park, Soon-gi, et al. "Recent issues on integral imaging and its applications." *Journal of Information Display*, vol. 15, no. 1, pp. 37-46, 2014.
- [4] Xiao, Xiao, et al. "Advances in three-dimensional integral imaging: sensing, display, and applications [Invited].", *Applied optics*, vol. 52, no. 4, pp. 546-560, 2013.
- [5] H. Yoo, "Axially moving a lenslet array for high-resolution 3D images in computational integral imaging," *OSA Optics Express*, vol. 21, no. 7, pp. 8876-8887, 3 Apr 2013.
- [6] H. Yoo, "Depth extraction for 3D objects via windowing technique in computational integral imaging with a lenslet array," *Elsevier Optics and Lasers in Engineering*, vol. 51, no. 7, pp. 912-915, Jul. 2013 (online 13 Mar. 2013).
- [7] Y. Lee and H. Yoo, "Three-dimensional visualization of objects in scattering medium using integral imaging and spectral analysis," *Elsevier Optics and Lasers in Engineering*, vol. 77, no. 2, pp. 31-38, Feb. 2016.
- [8] N. P. Sgouros, S. S. Athineos, M. S. Sangriotis, P. G. Papageorgas, and N. G. Theofanous, "Accurate lattice extraction in integral images," *OSA Optics Express*, vol. 14, no. 22, pp. 10403-10409, 2006.
- [9] Canada, B. A., Thomas, G. K., Cheng, K. C., Wang, J. Z., "Automatic Lattice Detection in Near-Regular Histogram Array Images," in *Proceeding of the IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 1452-1455, 2008.
- [10] K. Hong, J. Hong, J.-H. Jung, J.-H. Park, and B. Lee, "Rectification of elemental image set and extraction of lens lattice by projective image transformation in integral imaging," *OSA Optics Express*, vol. 18, no.11, pp. 12002 - 12016 ,2010.
- [11] J. F. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," in *Proceeding of IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, no. 6, pp. 679 - 698, 1986.