

웨이블릿 기반 다중 필터링을 이용한 무작위 위상 홀로그램 압축

*김진겸 *김동욱 *서영호

서울광운대학교

*jkkim@kw.ac.kr *dwkim@kw.ac.kr *yhseo@kw.ac.kr

Random Phase Hologram Compression Using a Wavelet-Based Multiple Filtering

*Kim, Jin-Kyum *Kim, Dong-Wook *Seo, Young-Ho

Seoul KwangWoon University

요약

본 논문에서는 JPEG Pleno에서 표준 데이터셋으로 제공되고 있는 랜덤 위상 홀로그램의 압축 방법을 제시한다. 일반적으로 영상의 노이즈 성분은 압축의 효율을 크게 떨어뜨린다. 스펙클 노이즈가 심한 홀로그램의 경우 일반 영상에 비해 압축률 대비 화질이 좋지 않다. 홀로그램의 시각화를 위한 랜덤 위상의 추가는 스펙클 노이즈와 더불어 홀로그램의 압축 효율을 더욱 떨어뜨린다. 랜덤 위상 홀로그램에 웨이블릿 기반의 다중 필터링 방법을 적용한다. 다중 필터링 방법은 홀로그램의 특성을 고려하여 에너지 집중도를 최대한 높이는 방법이다. 에너지 집중도가 높을수록 압축 효율이 좋은 Zero-Tree 방식의 압축을 통해 홀로그램을 압축하고 압축률 대비 정량적 화질평가로 그 효율을 분석한다.

1. 서론

홀로그래피는 3차원 정보를 기록할 수 있는 특징으로 인해 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다[1]. 홀로그램을 멀티미디어로써 사용하기 위해 홀로그램을 처리하는 다양한 기술 개발이 필요하다. 대표적으로 홀로그램은 일반영상과 다르게 부동소수점 데이터로 이루어져 있기 때문에, 같은 해상도의 정지영상에서 데이터의 크기차이는 4배에 달한다. 때문에, 홀로그램을 압축하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다[2, 3, 4]. 최근 JPEG Pleno에서 정지 홀로그램 압축에 대한 표준화가 진행되고 있다. 홀로그램 압축을 위한 표준화 과정에서 압축 표준 기술을 적용할 홀로그램 데이터를 제공하고 있다. 그 중 랜덤 위상 홀로그램은 홀로그램의 시각화 개선을 위해 노이즈 성분을 추가한 것이다. 일반적으로 노이즈 성분은 압축의 효율을 크게 떨어뜨린다. 랜덤 위상 홀로그램은 일반적인 홀로그램의 스펙클 노이즈에 랜덤 위상 정보까지 더해져 압축 효율이 더욱 좋지 않다. 본 논문에서는 랜덤 위상 홀로그램을 압축하기 위한 웨이블릿 기반의 다중 필터링을 사용한 제로 트리 압축 방식을 제안한다. 1장에서는 제시하는 랜덤 위상 홀로그램에 대한 웨이블릿 필터의 특성을 소개한다. 2장에서는 제안하는 다중 필터링 방법을 제시한다. 3장에서는 제시한 방법을 통해 다양한 필터를 사용하여 홀로그램 압축하고 압축률 대비 정량적 화질평가를 비교한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 랜덤 위상 홀로그램

랜덤 위상 홀로그램은 홀로그램 생성 시 물체의 빛을 확산 시키고

물체의 빛이 CGH에 집중되는 것을 피하기 위해 적용되었다. 랜덤 위상을 홀로그램에 적용하는 방법은 홀로그램의 시각화에 많은 이점을 준다. 하지만 스펙클 노이즈로 인해 압축 효율이 일반 영상에 비해 좋지 않은 홀로그램의 압축에 랜덤 위상은 더욱 압축 효율을 떨어뜨린다. 다음 그림 1. 은 JPEG Pleno에서 제공하는 홀로그램 데이터 세트에 웨이블릿 변환을 적용하여 에너지 집중도의 효율을 나타낸 것이다. 일반적으로 에너지 집중도가 높을수록 압축의 효율은 증가한다.

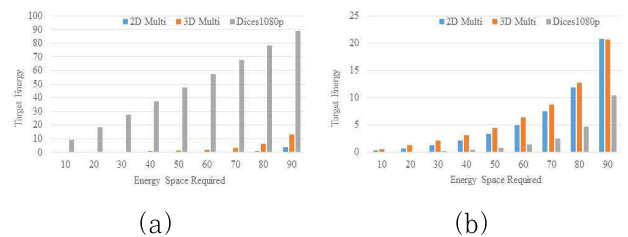


그림 1. JPEG Pleno 홀로그램 웨이블릿 변환 에너지 집중도 (a) Bi-Orthogonal (1, 1) (b) Reverse Bi-Orthogonal (3, 3)

Figure 1. JPEG Pleno Hologram DWT Energy Compaction (a) Bi-Orthogonal (1, 1) (b) Reverse Bi-Orthogonal (3, 3)

Bi-Orthogonal 필터에서 랜덤 위상이 추가되지 않은 2D Multi와 3D Multi의 경우 적은 부대역을 통해 많은 에너지를 집중하였다. 반면 랜덤 위상이 추가된 Dices1080p의 경우 에너지를 집중시키지 못하였다. 반면 Reverse Bi-Orthogonal (3, 3) 필터의 경우 랜덤 위상 홀로그램에 대해 적은 부대역을 통해 많은 에너지를 집중시켰다.

2. 다중 필터링 방법

본 논문에서 제시하는 다중 필터링은 웨이블릿 변환 기법을 사용한다. 다음 그림 2. 은 제시하는 Mallat Tree 방식의 웨이블릿 변환과 다중필터링 방법의 예시이다.

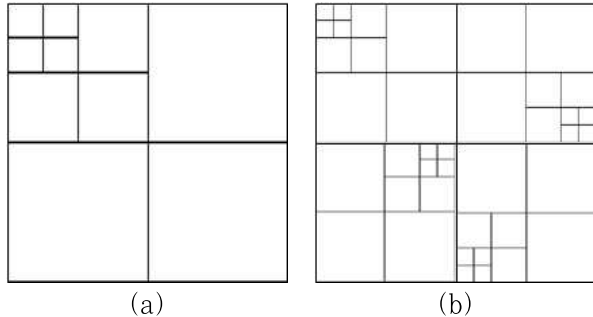


그림 2. 제안하는 다중 필터링 기법 (a) Mallat Tree 방식의 웨이블릿 변환 (b) 다중 필터링 방법

Figure 2. Proposed Multiple Filtering Method (a) Mallat Tree (b) Multiple Filtering Method

제안하는 다중필터링 방법은 홀로그램 데이터에 2D 웨이블릿 변환을 1 Level 적용한다. 1 Level 웨이블릿 변환 후 4개의 부대역에 다시 서로 다른 필터를 사용하여 n Level 웨이블릿 변환을 적용한다. 이때, 각 부대역의 에너지 집중도를 고려하여 n Level 추가 웨이블릿 변환을 진행한다.

3. 실험 결과

다음 그림 3은 각각 다른 에너지 집중도를 고려하여 각각 다른 필터를 적용하여 랜덤 위상 홀로그램을 Embedded Zero Tree Coding로 압축 후 복원한 결과이다.

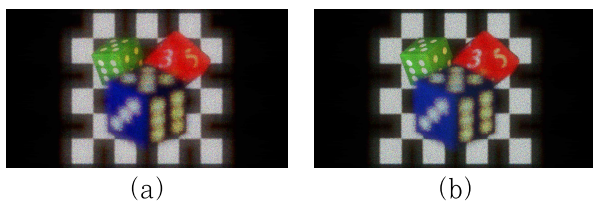


그림 3. 다중 필터링 방법을 이용한 압축 후 복원 한 결과 (a) LL, LH Bi-Orthogonal (2, 2) HL, HH Reverse Bi-Orthogonal (2, 2) (b) LL, LH Bi-Orthogonal (6, 8) HL, HH Reverse Bi-Orthogonal (6, 8)

Figure 3. The result of restoring after compression using multiple filtering method (a) LL, LH Bi-Orthogonal (2, 2) HL, HH Reverse Bi-Orthogonal (2, 2) (b) LL, LH Bi-Orthogonal (6, 8) HL, HH Reverse Bi-Orthogonal (6, 8)

복원영역 홀로그램에서 그림 3. (a) 방식으로 압축 및 복원

한 결과 압축률 30 : 1에서 PSNR 25.89이었다. 그림3 (b)에서는 동일 압축률에서 PSNR이 28.66으로 (b)의 성능이 더 좋게 나왔다.

4. 결론

홀로그램은 웨이블릿 변환 시 필터의 종류에 따라 에너지의 집중도 특성이 다르다. 이와 같은 성질을 이용하여 부대역 별 에너지 집중도를 고려해 필터를 사용하면 일반적인 웨이블릿 기반의 압축 방식에 비해 더욱 높은 압축률에서 고 화질의 홀로그램을 얻을 것으로 기대한다.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2018R1D1A1B07043220).

5. 참고 문헌

[1] D. Gabor, "A new microscopic principle", Nature, 161, pp. 777-778, 1948.
 [2] Y. Xing, B. P. Popescu, F. Dufaux, Compression of computer generated phase-shifting hologram Sequence using AVC and HEVC", SPIE, Vol. 8856, September 2013
 [3] D. Blinder, T. Bruylants, H. Ottevaere, A. Aunteanu, and P. Schelkens, "JPEG 2000-based compression of fringe patterns for digital holographic microscopy," Opt. Eng. 53, 123102 December 2014.
 [4] K. Viswanathan, P. Gioia, and L. Morin, "Wavelet compression of digital holograms: towards a view-dependent framework," Proc. SPIE 8856, 88561N 2013.[]