

움직임보상 시간적 필터링을 이용한 홀로그램 압축 기법

종신회원 서영호*, 정회원 최현준**, 종신회원 김동욱**

Hologram Compression Technique using Motion Compensated Temporal Filtering

Young-Ho Seo* *Lifelong Member*, Hyun-Jun Choi** *Regular Member*,
Dong-Wook Kim** *Lifelong Member*

요약

본 논문에서는 MCTF와 표준 비디오 압축 도구를 이용하여 디지털 홀로그램을 효율적으로 부호화하는 방법을 제안한다. 홀로그램은 객체 영상과 깊이 정보를 바탕으로 하여 컴퓨터 생성 알고리즘으로부터 생성되었다. 제안한 알고리즘은 홀로그램을 분리하는 국부화 과정, 64×64 크기의 세그먼트를 나누는 과정, 상관성을 유도하기 위한 DCT 과정, MCTF 과정, 압축을 위해 비디오 시퀀스를 만드는 과정, 그리고 H.264/AVC를 이용하여 압축하는 과정으로 구성된다. 제안한 알고리즘은 이전의 연구와 비교할 때 복원된 객체에 대해서 10%만큼 압축 효율이 향상되었다.

Key Words : Hologram Coding, Compression, MCTF, H.264, DCT

ABSTRACT

We propose an efficient coding method of digital holograms using MCTF and standard compression tools for video. The hologram is generated by a computer-generated hologram (CGH) algorithm with both an object image and its depth information. The proposed coding consists of localization by segmenting a hologram, frequency transform using 64×64 segment size, 2-D discrete cosine transform DCT for extracting redundancy, motion compensated temporal filtering (MCTF), segment scanning the segmented hologram to form a video sequence, and video coding, which uses H.264/AVC. The proposed algorithm illustrates that it has better properties for reconstruction, 10% higher compression rate than previous research in case of object.

I. 서론

최근 세계 여러 연구기관에서 홀로그램 관련 연구를 진행 중이지만, 대부분의 연구는 광학 홀로그램 영상의 획득과 이를 효과적으로 복원하는 기술들에 국한되어 있다. Yoshikawa^{[1], [2]}는 hologram의 정보량을 줄이는 방법으로 영상을 재구성 했을 때

의 해상도가 HVS에 비해 너무 크다는 단점을 개선하여 해상도를 제한하는 방법과 보간법으로 holographic 3D display의 정보량을 줄이는 방법을 제안하였다. 또한 JPEG과 같은 정지영상의 압축 표준 기술을 이용하여 fringe를 압축하였지만, fringe 패턴이 일반적인 2차원 영상과는 많이 다르므로 큰 효과를 얻지는 못하였다^{[3], [4]}. 이를 해결하기 위해 fringe를

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2009-S-001-01, 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리 요소 기술 및 SoC 개발]

* 광운대학교 교양학부(yhseo@kw.ac.kr), ** 광운대학교 전자재료 공학과(hjchoi/dwkim@kw.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-08-380, 접수일자 : 2009년 8월 31일, 최종논문접수일자 : 2009년 11월 4일

몇 개의 segment로 나누어 DCT를 수행하고, 동영상 압축 표준인 MPEG-1^[5]과 MPEG-2^[6]로 압축하였다. Javidi는 광학적인 방법의 위상-이동 방법을 통해 얻은 fringe를 무손실 부호화 방식인 LZ77, LZW, 그리고 Huffman coding으로 압축하였고^{[7], [8]}, 무손실 부호화 방식을 손실 부호화 기술에 결합한 형태의 기술도 제안하였다^{[9], [10]}. 이밖에 Ding^[11]은 홀로그래프 영상 인식을 위한 웨이블릿 패킷 압축 기법과 인식 시스템을 제안하였다. Liebling^[12]은 광학적으로 생성된 프레넬 홀로그래프의 대해상도 분해를 위한 웨이블릿 기반의 새로운 기저함수를 만들고 “Fresnelet”이라 하였다. 그러나 이 방법들은 광학계를 이용한 접근방법으로 본 논문과는 연구방향이 다르고 fringe를 JPEG으로 압축하는 방식에 비해 큰 이득을 얻지는 못하였다. Matoba^[13]는 기존의 디지털 홀로그래프가 위상과 진폭을 저장하였던 것을 위상 정보만을 저장하여 재상할 수 있는 시스템을 제안하였고, 실시간 네트워킹을 위해서 비트 패킹 동작에 의한 복소 스트림을 양자화하는 압축 방식^[14]도 제안되었다.

최근 홀로그래프를 압축하기 위해 다양한 디지털 신호처리 기법들을 적극적으로 활용한 방식들도 제안되었다. 디지털 홀로그래프를 분할하여 상관성이 높은 정보로 변환한 후에 H.264 등의 도구로 압축을 시도한 방식^{[15], [16]}과 홀로그래프로부터 집적영상을 만든 후에 집적영상과 분할된 디지털 홀로그래프와의 차이 정보를 압축하는 방식^[17] 등이 대표적이다.

본 논문에서는 fringe 영상을 객체영상에 대한 전체 정보를 보유한 블록들로 분할하여 이를 2D DCT를 취하고, 후처리 과정을 거쳐 하나의 비디오 스트림으로 가공하여 가장 압축 효율이 뛰어난 H.264/AVC^[18]으로 압축하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 MCTF에 대해 설명하고, 3장에서는 디지털 홀로그래프의 부호화 기법들에 대해 설명한다. 4장에서 실험결과를 보이고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. MCTF

MCTF는 MC를 이용하여 시간축으로 웨이블릿 변환을 수행하는 것이다. 코딩 성능은 사용되는 필터에 달려있다. 일반적으로 MCTF는 리프팅 기법을 이용하여 (9,7), (5,3), 혹은 (1,3) 필터로 구현된다. 이들 중에서 (5,3)과 (1,3) 필터는 영상을 완전히 복원시킬 수 있다. (5,3) 필터에 의한 MCTF를 그림

1에 나타내었다.

그림 1과 같이 MCTF는 두 단계로 구성된다. 첫째 단계인 예측 단계는 참조 프레임(C_n)을 이용하여 현재 프레임을 예측하고, 예측된 현재 프레임과 실제의 현재 프레임과의 차이를 이용하여 오차 프레임을 만든다. 오차 프레임은 고주파 프레임(H_n)에 해당한다. 다음 단계인 갱신 단계는 고주파 프레임(H_n)을 이용하여 참조프레임(C_n)을 갱신한다. 갱신된 프레임은 저주파 프레임(L_n)에 해당한다. (1,3) 필터에 의한 MCTF는 (5,3) 필터에 의한 MCTF에서 갱신 단계를 생략하고 참조 프레임을 L-frame으로 직접 사용한다. 각 단계들은 식 (1)과 (2)로 정의한다.

$$H_n = C_{n+1} - (MC(C_n) + MC(C_{n+2}))/2 \quad (1)$$

$$L_n = C_{n+1} + (MC(H_{n-1}) + MC(H_n))/4 \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에서 다른 프레임들에서 객체들을 정렬시키기 위해서 두 개의 리프팅 단계는 움직임 예측 모델이 사용된다. 움직임 예측 모델에서 주요한 동작은 ME와 MC이다. 현재 프레임의 모든 블록에서, ME는 최적의 MV, $MV_{P,L}$, 그리고 $MV_{P,R}$ 을 구하기 위해서 수행될 수 있다. 다음으로 MC는 C_l 프레임으로부터 움직임 보상된 프레임의 차를 구해서 고주파 프레임을 구하는 역할을 한다. $MV_{S,D}^f$ 에서 윗 첨자 f 는 프레임 번호이고, S와 D는 각각 리프팅 단계와 참조 프레임의 방향을 나타낸다. 첫 번째 고주파 프레임(H_{-1})을 구하기 위한 절차를 아래에 정리하였다.

- Step1 $MV_{P,L}^0, MV_{P,R}^0$
- Step2 $MC(C_{-2}), MC(C_0)$
- Step3 $H_{-1} = C_{-1} - (MC(C_{-2}) + MC(C_0))/2$

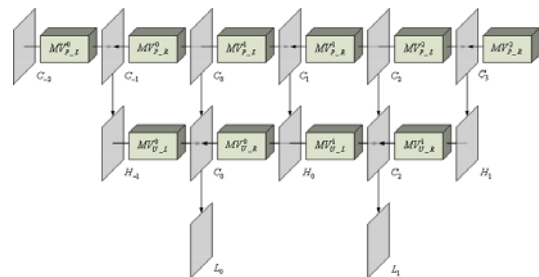


그림 1. (5,3) 필터를 이용한 MCTF
Fig. 1. MCTF based on (5,3) filter

갱신 단계의 $MV_{U,L}$ 과 $MV_{U,R}$ 은 $MV_{P,L}$ 과 $MV_{P,R}$ 로부터 유도된다. 즉, 갱신 단계는 역 MV 및 MC 로부터 얻어진다. 각각의 현재 블록에 대해서 참조 블록과 현재블록 사이에 가장 많이 겹쳐지는 영역을 갖는 $MV_{P,L}$ 혹은 $MV_{P,R}$ 가 선택되고, 그의 역 MV 는 현재블록의 MV 가 된다.

III. 제안한 알고리즘

이번 장에서는 디지털 홀로그래를 압축하는 기법에 대해서 설명한다. 먼저 전체적인 부호화 절차에 대해서 설명하고, 다음으로 세부적인 알고리즘들에 대해서 설명한다.

3.1 부호화 절차

본 절에서는 제안하는 디지털 홀로그래의 효율적인 부호화 기법에 대해 개략적으로 설명한다. 그림 2에 전체적인 절차를 나타내었다. 제안한 기술은 4 가지 과정(분할/변환, 시퀀스 생성, MCTF, 그리고 손실 비디오 부호화 과정)으로 구성된다. 각 과정은 아래와 같이 정의된다.

- 분할/변환 : 홀로그래를 다수 개의 부영역으로 나누고, 각각에 DCT를 적용
- 시퀀스 생성 : 분할되고 변환된 부영역을 상관도에 따라 스트림으로 형성
- MCTF : 시퀀스 간의 상관성을 이용하여 정보의 분할
- 손실 비디오 부호화 : 분할된 정보의 압축

요약하면, 한 장의 홀로그래를 다수의 블록으로 나누고 DCT를 수행 한 후에 상관성에 따라서 하나의 스트림으로 만든다. 다음으로 MCTF를 이용하여 압축 효율이 높은 정보로 변환한 후에 H.264를 이용하여 압축한다.

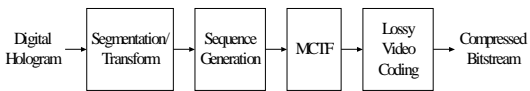


그림 2. 디지털 홀로그래의 부호화 절차
Fig. 2. Digital hologram coding procedure

3.2 분할과 변환

부호화 대상인 디지털 홀로그래는 CCD 카메라로 획득하였거나 컴퓨터로 생성된 홀로그래(Computer-Generated Hologram, CGH)이다. 디지털 홀로그래를 분할하고 2차원 DCT 변환을 수행한다. 그림 3

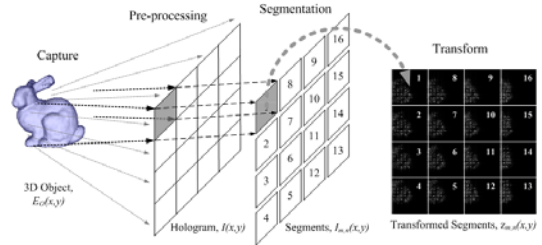


그림 3. Fringe pattern의 분할 및 변환
Fig.3. Segmentation and transform of fringe pattern

에 DCT를 하기위해 홀로그래를 분할하는 과정을 도식적으로 나타냈다. 특정 크기로 분할한 경우 우측이나 하단의 부분영상들은 그 크기를 갖지 못하는 경우가 있는데, 이때는 부족한 영상의 크기만큼을 우측 및 하단의 경계부분에서 '0'으로 확장(zero padding)하여 정해진 크기의 영상을 만든다.

분할한 각 부분영상은 2차원 DCT를 이용하여 주파수대역으로 변환한다. 변환한 주파수대역 영상을 2차원 영상으로 취급하면 객체영상의 2차원 영상과 유사한 형태의 영상이 나타나게 되며, 각 주파수 변환된 부분영상의 홀로그래에서의 위치적인 특성에 따라서 2차원 객체영상이 이동하는 것처럼 보인다¹⁵⁾. DCT를 거친 홀로그래를 스트림을 구성한 후에 비디오 플레이어를 이용하여 재생하면 객체영상이 제자리에서 회전하면서 위아래로 움직이는 것을 관찰할 수 있다. 즉, 분할한 프린지 패턴들의 위치적인 특성을 시간적인 변화로 사상할 경우 전체 홀로그래는 하나의 비디오 스트림으로 취급할 수 있다. 또한 분할한 홀로그래는 약간의 차이는 있지만 유사한 정보를 포함하고 그 차이가 크지 않으므로 2차원 동영상 압축 기술에서 시간적인 중복성으로 간주하여 효율적으로 압축할 수 있다¹⁵⁾.

3.3 시퀀스 형성

분할된 홀로그래의 부영역들은 시각적으로 확인할 수 있는 것과 같이 서로서로 상관성을 갖는다. 압축율을 높이기 위해서는 이러한 부영역들이 상관성이 높은 순서대로 열을 이루어야 한다. 일반적인 자연영상의 경우에도 시간축으로 프레임간의 상관성이 높을수록 압축효율이 높아지고, 움직임이 많은 영상의 경우에 프레임간의 유사도가 낮기 때문에 압축효율이 낮다. 이와 마찬가지로 개념을 홀로그래에서 이용하는 것이다. 본 논문에서는 두 가지 시퀀스 형성 방법에 대해서 고려되어¹⁶⁾. 제시한 시퀀스 형성 방법 외에도 몇 가지 다른 방법도 고려할

수 있으나 결과에 큰 영향을 주지 않았기 때문에 대표적인 방법들만 나타내었 방법 외에 몇 가지 방법에 큰 영향을 주지 않았 방법 그림 5(a)의 방법은 [15]와 [16]에서 논의되었던 방법이다. 홀로그래프의 부영역간의 상관성에 바탕을 해서 홀로그래프 비디오그램의 한 방법이다. 그림 5(b)는 홀로그래프 비디오에서 부영역 단편을 시간적향을 앞뒤에 위치한 부영역들간의 상관도가 가장 높은 것을 찾는 것이다. 그림 5(b)의 방법은 그림 5(a)의 방법에 비해서 많은 연산 시간이 소요된다.

그림 5는 그림 4의 방법들에 대한 효율성을 간단히 실험을 통하여 살펴본 것이다. 각 방법들을 이용하여 스트림을 형성한 후에 스트림 내의 앞뒤 부영역들간의 상관도를 측정하는 것이다. 측정 도구로는 움직임 추정과 탐색 개수이고, 단위는 8x8 크기의 블록이다. 부영역의 크기는 32x32에서 512x512까지

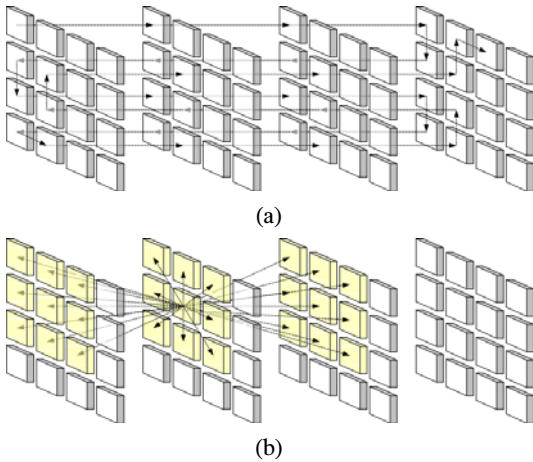


그림 4. 시퀀스 형성 방법 (a) 시점 방식 (b) 정합 방법
Fig. 4. Sequence generation (a) point of view (b) matching method

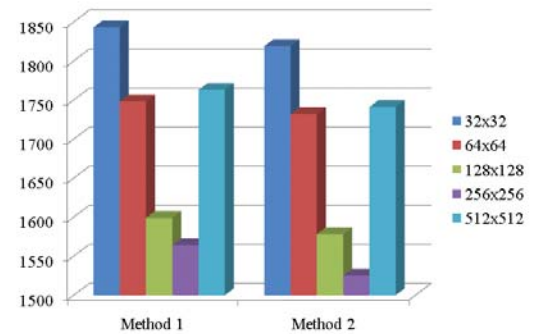


그림 5. 시퀀스 형성 방법의 결과 비교
Fig. 5. Result comparison between the sequence generation

지 실험하였다. 결과를 살펴보면 그림 5에서 SAD 값들이 크게 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있다. 즉, 그림 4(a)와 그림 4(b) 방법이 만들어진 스트림은 크게 차이 나지 않는다는 것이다. 연산량을 고려한다면 그림 4(a)의 방법으로 충분한 압축 성능을 얻을 수 있다.

3.4 MCTF

MCTF의 주요 동작은 예측과 갱신이고, 각 과정을 그림 6에 나타냈다. 예측 과정에 의해서 고주파 프레임이 생성되고, 갱신 과정에 의해서 저주파 프레임이 생성된다. 고주파 프레임과 저주파 프레임의 개수를 모두 합하면 원래 시퀀스의 개수와 동일하다. 만일, (5,3) 필터가 아닌 (9,7) 필터를 사용할 경우에는 그림 6의 연산을 반복하면 된다. 물론 이 경우에 1/2와 1/4의 가중치 성분은 달라진다.

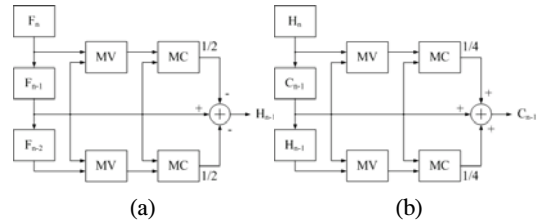


그림 6. MCTF의 구조 (a) 예측 (b) 갱신
Fig. 6. MCTF architecture (a) predict (b) update

3.5 손실비디오 압축

그림 7에 H.264/AVC의 영상 압축 및 복원 과정을 간단히 나타내었다. 기본적으로는 기존의 MPEG 계열의 구조와 비슷한 구조를 갖지만 세부 알고리즘의 내용은 상당히 다르다. 이들은 4x4 블록 기반의 정수 DCT(integer DCT), I 프레임의 인트라 예측(intra prediction), 디블록킹 필터(deblocking filter), 엔트로피 코더 등이다. 이들은 기존의 MPEG 영상보다 복잡도 및 계산량을 크게 증가시키지만, 더욱 개선된 화질과 압축성능을 제공한다.

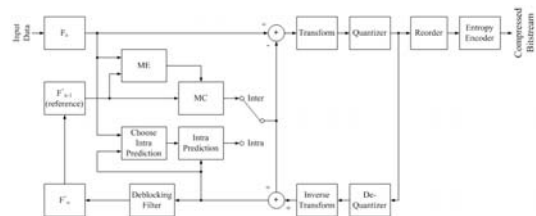


그림 7. H.264의 인코더 구조
Fig. 7. Encoding Architecture of H.264

IV. Experimental Results

제안한 알고리즘은 C++ 언어를 이용하여 실험하였다. 홀로그램의 부호화에는 H.264/AVC의 국제표준 동영상 압축 기술을 사용하였다. 모두 8-bit 입력 모드의 경우만을 사용하였고 양자화 강도의 조절을 통해서 압축율을 조정하였다. 압축 및 복원을 위한 H.264/AVC의 옵션은 아래와 같다.

- Profile : Baseline (High quality)
- Search range : 16
- Hadamard transform
- Reference frame : 5
- Variable macroblock (16×16~4×4)
- CAVLC
- Bit rate : fixed (10:1~120:1)

먼저, 압축이후에 디지털 홀로그램과 복원된 객체의 수치적인 값들을 분석하였다. 수치적인 값의 분석에는 PSNR을 이용하였다. 다음으로 결과들에 대해 시각적으로 분석하여 압축성능을 분석하였다.

앞서 설명한 것과 같이 홀로그램의 부호화에는 H.264/AVC의 국제표준 동영상 압축 기술을 사용하였다. 모두 8-bit 입력 모드의 경우만을 사용하였고 양자화 강도의 조절을 통해서 압축율을 조정하였다. 실험에 사용된 객체는 200×200 크기이었고, 생성된 디지털 홀로그램은 1024×1024 크기이다. 제안한 압축 기술은 64×64 크기로 분할된 부영역에 대해서 적용되었다. 압축율에 따른 복원 결과를 그림 8과 9에서 PSNR 나타냈다. 그림 8의 그림에서 압축율에 따른 PSNR은 20:1부터 60:1의 압축에서 급격히 감

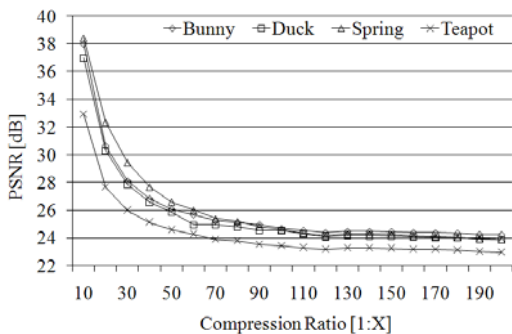
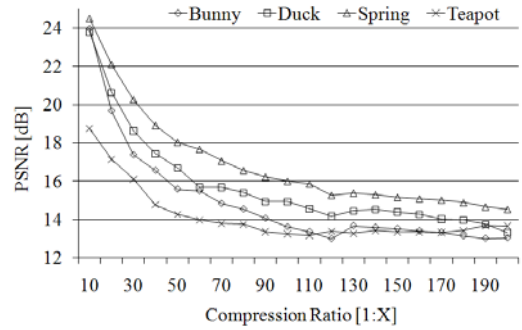


그림 8. 디지털 홀로그램의 PSNR 결과
Fig. 8. PSNR result of the compressed digital hologram



(b)
그림 9. 복원된 객체의 PSNR 결과
Fig. 9. PSNR result of the compressed digital hologram

소하는 것을 볼 수 있다.

그림 8과 9의 결과를 살펴보면 Yoshikawa^[6]와 Javi^{[7], [8]}의 연구에서 각각 최대 6:1과 13:1의 압축률을 보인 것에 비하면 매우 향상된 결과로 분석된다. 또한 본 연구팀에 의해서 수행된 이전 연구들^{[15]-[17]} 중에서 가장 좋은 결과와 비교할 때에도 약 11%의 압축율 향상을 가져왔다.

그림 10과 11에서는 MCTF와 H.264/AVC를 이

표 1. 이전 연구^[16]에 대한 PSNR 증가율(단위 : %)
Table 1. The increase rate of PSNR compared with^[16]

	Hologram	Object
Bunny	5.889	7.772
Duck	4.364	6.029
Spring	2.913	17.361
Teapot	2.843	12.210

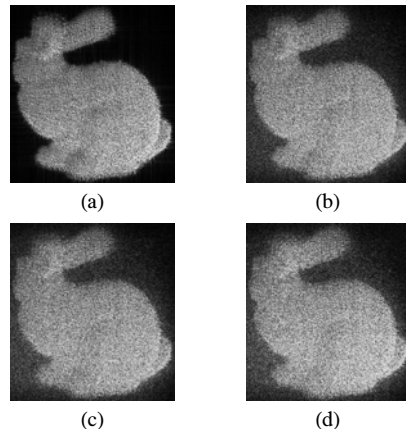


그림 10. 복원 영상(bunny), 압축율 (a) 10, (b) 50, (c) 100, (d) 200
Fig. 10. Example of the reconstructed Bunny object after compression with ratio of, (a) 10, (b) 50, (c) 100, (d) 200

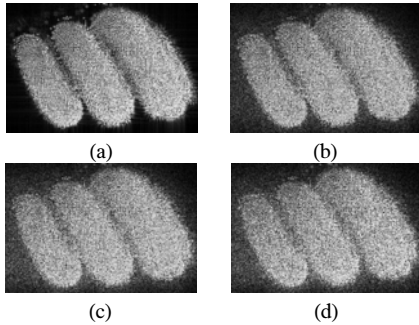


그림 11. 복원 영상(Spring), 압축율 (a) 10, (b) 50, (c) 100, (d) 200
 Fig. 11. Example of the reconstructed Spring object after compression with ratio of, (a) 10, (b) 50, (c) 100, (d) 200

용하여 압축하고 복원한 후 역 CGH를 거친 객체 영상의 결과를 나타냈다. 복원된 객체 영상의 경우에 200:1의 압축에서도 명확하게 확인할 수 있다.

V. Conclusion

본 연구에서는 디지털 홀로그램을 압축하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 부영역으로 나누고 변환하는 과정, 스트림을 구성하는 과정, MCTF를 수행하는 과정, 그리고 압축하는 과정으로 구성하였다. 부영역으로 나누어지고 변환된 디지털 홀로그램을 스트림화시키기 위한 방법을 제안하였고, 스트림화된 디지털 홀로그램의 상관성을 제거하기 위해 MCTF의 도입을 제안하였다. MCTF의 필터에 따른 효율을 비교함으로써 (5,3)필터 사용의 정당성을 보였다. 또한 디지털 홀로그램의 재생 특성을 분석하여 2차원 자연영상과는 다른 스케일러블 코딩 구조도 제안하였다.

본 논문에서는 10:1부터 200:1까지 압축을 수행하였고, 이를 복원한 후에 PSNR을 이용하여 수치적인 결과를 분석하였다. 또한 복원된 디지털 홀로그램을 역 Fresnel 변환을 거쳐서 3차원 객체로 복원한 후의 결과도 분석하였다. 각 결과들에 대해서 시각적인 분석도 수행하였다. 실험결과를 살펴보면 기존의 연구에 비해서 약 11%의 압축 효율이 증가한 것을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] H. Yoshikawa and K. Sasaki, "Information reduction by limited resolution for electro-holographic display," editor SPIE Proc. Vol.

1914 Practical Holography VII, pp.1914-1930, Feb., 1993.

[2] H. Yoshikawa and K. Sasaki, "Image Scaling for electro-holographic display," editor, SPIE Proc. vol 2176 Practical Holography VIII, paper #2176-02, pp.12-22, Feb., 1994.

[3] K. Sasaki, E. Tanji and H. Yoshikawa, "Data compression for holographic 3D image," The journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Vol.48, No.10, pp.1238-1244, Oct., 1994

[4] H. Yoshikawa, "Digital holographic signal processing," Proc. TAO First International Symposium on Three Dimensional Image Communication Technologies, pp. S-4-2, Dec., 1993.

[5] H. Yoshikawa and J. tamai, "Holographic image compression by motion picture coding," editor, SPIE Proc. Vol.2652 Practical Holography X, pp.2652-01, Jan, 1996.

[6] S.K. Yeom, A. Stern, and B. Javidi, "Compression of 3D color integral images," Optics Express, on-line Journal of the Optical Society of America, Vol.12, No.8, pp. 1632-1642, 19 April 2004.

[7] T. J. Naughton, Y. Frauel, B. Javidi and E. Tajahuerce, "Compression of digital holograms for three-dimensional object recognition," SPIE Proc. Vol4471, pp.280-289, 2001.

[8] T. J. Naughton, Y. Frauel, B. Javidi and E. Tajahuerce, "Compression of digital holograms for three-dimensional object reconstruction and recognition," Appl. Opt. 41, No.20, pp. 4124-4132. Jul., 2002.

[9] T. J. Naughton and B. Javidi, "Compression of Encrypted Three-dimensional Objects using Digital Holography," Optical Engineering, Vol. 43, No.10, pp.2233-2238, October, 2004.

[10] T. J. Naughton, Y. Frauel, E. Tajahuerce, and B. Javidi, "Compression of Digital Holograms for Three-Dimensional Object Reconstruction and Recognition," Applied Optics, Vol.41, No. 20, pp.4124-4132, July 10, 2002.

[11] L. Ding, Y. Yan, Q. Xue and G. Jin, "Wavelet packet compression for volume holographic

image recognition,” Opt. Commun. 216, pp. 105-113, 2003.

[12] M. Liebling, T. Blu and M. Unser, “Fresnelets : New multiresolution wavelet bases for digital holography,” IEEE Trans. Image Process. 12, pp.29-43, 2003.

[13] O. Matoba, T. J. Naughton, Y. Frauel, N. Bertaux and B. Javidi, “Real-time three-dimensional object reconstruction by use of a phase-encoded digital hologram,” Appl. Opt. 41, No.29, pp.6187-6192, Oct., 2002.

[14] T. J. Naughton, J. B. Mc Donald, and B. Javidi, “Efficient compression of Fresnel fields for Internet transmission of three-dimensional images,” Applied Optics-Information Processing, Vol. 42, No.23, pp.4758-4764, 10 August 2003.

[15] Young-Ho Seo, Hyun-Jun Choi, and Dong-Wook Kim, “Lossy Coding Technique for Digital Holographic Signal”, SPIE Optical Engineering, Vol.45, No.6, pp.065802-1~065802-10, Jun. 2006.

[16] Young-Ho Seo, Hyun-Jun Choi, and Dong-Wook Kim, “3D Scanning-based Compression Technique for Digital Hologram Video”, Elsevier Signal Processing - Image Communication, Vol.22, Issue 2, pp.144-156. Feb., 2007.du/stereo

[17] Young-Ho Seo, Hyun-Jun Choi, Jin-Woo Bae, Hoon-Chong Kang, Seung-Hyun Lee, Ji-Sang Yoo and Dong-Wook Kim, “A New Coding Technique for Digital Holographic Video using Multi-View Prediction”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E90-D, No.1, pp.118-125, Jan., 2007.

[18] Joint Video Team of ITU-T and ISO/IEC JTC 1. “Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification(ITU-T Rec. H.264 ISO/IEC 14496-10 AVC)”, Joint Video Team(JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, JVT-G050, March 2003.

서 영 호 (Young-Ho Seo)

중신회원



1999년 2월 광운대학교 전자재료공학과 공학사
 2001년 2월 광운대학교 공학석사
 2000년 3월~2001년 12월 인티스닷컴(주) 연구원.
 2004년 8월 광운대학교 공학박사
 2003년 6월~2004년 6월 한국전기연구원 연구원
 2004년 12월~2005년 8월 유한대학 연구교수
 2005년 9월~2008년 2월 한성대학교 조교수
 2008년 3월~현재 광운대학교 조교수
 <관심분야> 2D/3D 영상 및 비디오 처리, 디지털 홀로그램, SoC 설계, 워터마킹/암호화
 e-mail : yhseo@kw.ac.kr

최 현 준 (Hyun-Jun Choi)

정회원



2003년 2월 광운대학교 전자재료공학과(공학사)
 2005년 2월 광운대학교 전자재료공학과(공학석사)
 2009년 2월 광운대학교 전자재료공학과 박사
 2009년 3월~2009년 8월 광운대학교 실감미디어 연구소 박사후 연구원
 2009년 9월~현재 광운대 실감미디어 연구소 연구교수
 <관심분야> Image Processing, 디지털 홀로그램, 디지털 콘텐츠 보안, FPGA/ASIC 설계

김 동 옥 (Dong-Wook Kim)

중신회원



1983년 2월 한양대학교 전자공학과(공학사)
 1985년 2월 한양대학교 공학석사
 1991년 9월 Georgia공과대학 전기공학과 (공학박사).
 1992년 3월~현재 광운대학교 전자재료공학과 정교수 신기술 연구소 연구원.
 2000년 3월~2001년 12월 인티스닷컴(주) 연구원.
 2009년 3월~현재 광운대학교 실감미디어연구소 연구소장
 2006년 3월~(사)실감미디어산업협회 이사
 <관심분야> 디지털 VLSI Testability, VLSI CAD, DSP 설계, Wireless Communication