DBpia

영상집적 기반의 다시점 부호화 기술을 이용한 디지털 홀로그램의 압축 기술

정회원 최 현 준*, 종신회원 서 영 호**, 정회원 배 진 우***,
종신회원 유 지 상*, 김 화 성*, 김 동 욱*

Digital Hologram Compression Technique using Multi-View Prediction based on Image Accumulation

Hyun-Jun Choi* ***Regular Member***, Young-Ho Seo** ***Lifelong Member***,
Jin-Woo Bae*** ***Regular Member***,
Ji-sang Yoo*, Hwa-sung Kim*, Dong-Wook Kim* ***Lifelong Members***

요 약

본 논문에서는 다시점 예측기법과 MPEG 동영상 압축 표준 기법을 이용하여 CCD 카메라로부터 광학적으로 획득되거나 컴퓨터에 의해 생성된 디지털 홀로그램(프린지 패턴)을 효율적으로 압축하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 RGB의 각 색차신호를 분리하여 처리하고, 각 색차신호의 객체영상을 N×N 크기로 분할한 부분영상들을 기본단위로 하며, 이때의 각 부분영상은 객체 전체에 대한 정보를 보유하고 있다. 본 논문의 방법은 분할되고 주파수 변환된 한 열의 부분영상들을 다시점 예측기법을 이용하여 집적영상을 만들고, 이 영상을 기준으로 데이터압축을 수행한다. 즉, 이 집적영상에서 역으로 생성된 부분영상과 원 부분영상에 대해 MPEG의 움직임 예측/보상방법으로 데이터를 압축한다. 따라서 압축된 데이터는 집적영상을 만들기 위한 각 부분영상의 변위벡터, 집적영상, 각 부분영상에 대한 움직임벡터 및 보상영상이다. 이 방법을 구현하여 실험한 결과 기존의 방법에 비해 동일 압축율에서의 NC(Normal Correlation) 값이 약 4% 이상 높은 값을 보여 압축효율이 더 좋음을 알 수 있었다. 따라서 본 논문의 방법은 디지털 홀로그램 데이터를 전송하여야 하는 응용분야에서 보다 효율적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : Digital hologram, Compression, MPEG, DCT, Image accumulation

ABSTRACT

In this paper, we proposed an efficient coding method for digital hologram (fringe pattern) acquired by a CCD camera or by computer generation using multi-view prediction technique and MPEG video compression standard technique. It proceeds each R, G, or B color component separately. The basic processing unit is a partial image segmented into the size of N×N. Each partial image retains the information of the whole object. This method generates an assembled image for a row of the segmented and frequency-transformed partial images, which is the basis of the coding process. That is, a motion estimation and compensation technique of MPEG is

※ 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-10199-0)지원으로 수행되었음.
* 광운대학교({chj, jsyoo, hwkim, dwkim}@kw.ac.kr), **한성대학교 정보통신공학과(design@kw.ac.kr)
*** 연세대학교 컴퓨터과학과(bjw8751@image.gwu.ac.kr)
논문번호 : KCIS2006-03-152, 접수일자 : 2006년 3월 29일, 최종논문접수일자 : 2006년 10월 16일

www.dbpia.co.kr

applied to the reconstructed images from the assembled images with the disparities found during generation of assembled image and the original partial images. Therefore the compressed results are the disparity of eachpartial image to form the assembled image for the corresponding row, assembled image, and the motion vectors and the compensated image for each partial image. The experimental results with the implemented algorithm showed that the proposed method has NC (Normal Correlation) values about 4% higher than the previous method, by which ours has better compression efficiency. Consequently, the proposed method is expected to be used effectively in the application areas to transmit the digital hologram data. can be identified in comparison with the previous researches and commercial IPs.

Ⅰ. 서 론

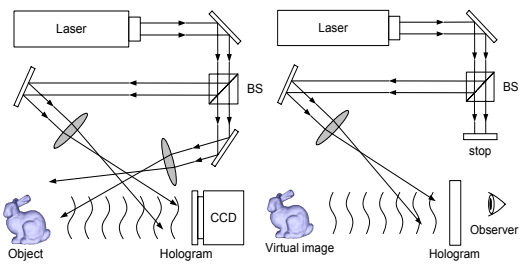
최근 세계 여러 연구기관에서 홀로그램 관련 연구를 진행 중이지만, 대부분의 연구는 광학 홀로그램 영상의 획득과 이를 효과적으로 복원하는 기술들에 국한되어 있다[1]. Yoshikawa는 홀로그램의 데이터량을 줄이는 방법으로 영상을 재구성 했을 때의 해상도가 HVS(Human Visual System)에 비해 너무 크다는 점에 착안하여 해상도를 제한하는 방법과 보간법으로 홀로그래픽 3차원 디스플레이의 정보량을 줄이는 방법을 제안하였다[2][3]. 또한 JPEG과 같은 정지영상의 압축 표준기술을 이용하여 프린지 패턴을 압축하였지만, 프린지 패턴이 일반적인 2차원 영상과는 다른 특성들 때문에 큰 효과를 얻지는 못하였다[4][5]. 이를 해결하기 위해 프린지 패턴을 몇 개의 부분(segment)으로 나누어 1차원 DCT(1 Dimensional Discrete Cosine Transform)를 수행하고, 동영상 압축표준인 MPEG-1으로 압축하였다[6]. Thomas는 광학적인 방법의 위상-이동(phase-shift) 방법을 통해 얻은 프린지 패턴을 무손실 부호화 방식인 LZ77, LZW, 그리고 허프만 부호화(huffman coding) 기법으로 압축하였다[7][8]. 이 밖에 Ding은 홀로그램 영상 인식을 위한 웨이블릿 패킷 압축기법과 인식 시스템을 제안하였다[9]. Liebling은 광학적으로 생성된 Fresnel 홀로그램의 다해상도(multi-resolution) 분해를 위한 웨이블릿 기반의 새로운 기저함수를 만들고 "Fresnelet"이라 하였다[10]. 그러나 이 방법들은 광학계를 이용한 접근방법으로 본 논문과는 연구방향이 다르고 프린지 패턴을 JPEG으로 압축하는 방식에 비해 큰 이득을 얻지는 못하였다. 또한 Osamu는 기존의 디지털 홀로그램이 위상과 진폭을 저장하였던 것을 위상 정보만을 저장하여 재생할 수 있는 시스템을 제안하였다[11].

다시점 부호화 기법은 다양한 각도와 거리에 설치된 두 대 이상의 카메라를 통해 획득한 영상들에 적용된다. 카메라를 설치할 때 일반적으로 폭주식(convergence) 카메라 모델이나 평행식(parallel) 카메라 모델이 사용된다. 본 논문에서는 디지털 홀로그램을 주파수 변환 하였을 경우의 특성을 고려하여 입력 영상을 2차원 평행식 카메라 모델로 제한하였다.

본 논문에서는 프린지 패턴을 3D 객체의 전체 정보를 보유한 부분영상(segment)들로 분할하여 각 분할영상의 주파수 특성을 이용한 데이터 압축방식을 제안한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 디지털 홀로그램에 대해 설명하고, 3장에서는 제안한 집적 영상 기반의 다시점 부호화 기법들에 대해 설명한다. 4장에서 제안한 기법을 적용한 실험결과를 보이고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 디지털 홀로그램

디지털 홀로그램은 과학 장비 대신 전자 장비를 이용하는 방식으로, 홀로그래피의 간섭무늬를 CCD 카메라에 기록하고 비디오 신호로 전송하여 수신단에서 SLM(Spatial Light Modulator)에 표시된 간섭무늬 데이터에 레이저광을 조사함으로써 영상을 재생하는 기법이다. 그림 1에서 디지털 홀로그램의 시스템 구성을 보이고 있다.



(a) (b)

그림 1. 디지털 홀로그림 (a) 기록, (b) 복원
Fig. 1. Digital hologram (a) recoding (b) reconstruction

www.dbpia.co.kr

디지털 홀로그램은 기존의 광학 홀로그램에 의한 기법과 동일하게 레이저광을 집광 렌즈로 평행광을 만들고, 빔 분리기(beam splitter, BS)로 참조파(reference wave)와 객체파(object wave)로 나눈다. 객체파는 객체에 조명된 다음 참조파와 직접 CCD에 조사되어 간섭무늬(interference pattern) 즉 프린지 패턴을 형성한다. 간섭무늬 정보는 SLM에 인가되고 여기에 평행광을 조사하면 1차 회절광이 발생하여 3차원 객체를 재생할 수 있다[12].

Ⅲ. 제안한 부호화 알고리즘

본 장에서는 제안하는 디지털 홀로그램의 효율적인 부호화 기법에 대해 설명한다. 본 연구팀은 이전 연구에서 기존의 비디오 및 영상압축 도구들을 이용하여 디지털 홀로그램을 효율적으로 압축 하는 기법 을 제안하였다. 이 기법은 프린지 패턴의 생성원리를 이용하여 비디오 데이터로 가공한 후에 압축하는 방식을 이용한다. 여기에는 생성된 프린지 패턴을 압축하기 위해 적절한 형태로 변형하는 전처리 과정, 객체 영상의 모든 정보를 포함하는 공간적인 분할, 디지털 홀로그램의 생성원리와 부합되는 주파수 변환기술, 비디오 데이터로 구성하기 위한 스캔방법, 부호화를 위한 주파수 계수의 분류, 그리고 하이브리드 형태의 압축 기술 등이 고려되어 하나의 알고리즘을 구성한다. 본 논문에서 프린지 패턴의 압축 방식에 다시점 예측기법(Multi-View Prediction, MVP)을 도입하여 새롭게 제안한 방식을 그림 2에서 보이고 있다.

제안한 기술은 객체 전체에 대한 정보를 포함하고 있는 디지털 홀로그램의 국부적 영역이 다시점 영상에서 하나의 시점과 유사하게 취급될 수 있다는 가정에 기초를 두고 있다[6]. 부분영상이라 명명되는 디지털 홀로그램의 국부적 영역들은 서로 간에 상관성을 보유하기 위해 전처리(pre-processing), 분할(segmentation), 변환(transform), 분류(classification), 및 정규화(normalization) 등의 과정을 거쳐 생성된다. 이 부분영상 단위의 데이터들은 예측과정을 통해 시·공간적 중복성이 제거된 후 손실 및 무손실 압축 기법을 이용하여 부호화된다.

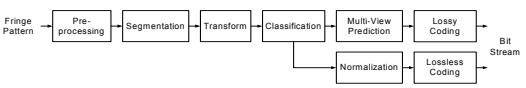


그림 2. MVP를 이용한 디지털 홀로그램 코딩 알고리즘
Fig. 2. Digital hologram compression algorithm using MVP

3.1 전처리, 분할 및 주파수 변환

본 논문에서 부호화 대상으로 하는 프린지 패턴은 CCD 카메라로 획득하였거나 컴퓨터로 생성된 홀로그램(Computer-Generated Hologram, CGH)이며, 칼라 영상이다. 본 논문에서는 이 칼라 영상의 각 색차신호(R, G, B)를 따로 처리하며, 이를 위하여 각 색차신호를 분리하는 전처리 과정을 거친다.

분리한 각 색차영상을 동영상 압축 알고리즘에 적용하기위해 이를 분할하고 2차원 DCT 변환을 수행한다. 그림 3에 DCT를 하기 위해 프린지 패턴을 분할하는 과정을 도식적으로 나타냈다. 분할한 영상의 크기는 8×8에서 512×512까지 선택할 수 있다. 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 프린지 패턴에서의 위치적인 특성에 따라서 2차원 객체영상이 이동하는 것처럼 보인다[13]. DCT를 거친 프린지 패턴을 비디오 플레이어를 이용하여 재생하면 객체영상이 제자리에서 회전하면서 위아래로 움직이는 것을 관찰할 수 있다. 즉, 분할한 프린지 패턴들의 위치적인 특성을 시간적인 변화로 사상할 경우 전체 프린지 패턴은 하나의 비디오 스트림으로 취급할 수 있다. 또한 분할한 프린지 패턴은 약간의 차이는 있지만 유사한 정보를 포함하고 그 차이가 크지 않으므로 2차원 동영상 압축 기술에서 시간적인 중복성으로 간주하여 효율적으로 압축할 수 있다.

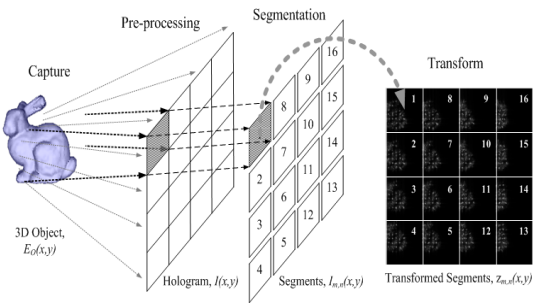


그림 3. Fringe pattern의 분할 및 변환
Fig. 3. Segmentation and transform of fringe pattern

www.dbpia.co.kr

3.2 계수의 재구성 및 정규화

DCT를 이용하여 변환한 계수는 그 값의 범위가 넓고 다양한 값을 가지기 때문에 이들을 직접적으로 MPEG-2와 같은 압축 도구에 입력 값으로 적용할 수 없고, 적용한다고 할지라도 좋은 압축효율을 기대하기는 어렵다. 따라서 본 논문에서는 계수들의 특성을 분석하여 이들을 분류 및 정규화한 후에 특성에 맞는 예측기법을 적용한다.

DCT된 계수 중에서 255 이상의 큰 값을 가지는 계수들은 예외 계수(exception coefficient, EC)로 분류하고, 나머지 -256에서 255의 사이의 값들은 일반 계수(normal coefficient, NC)로 분류한다. 예외계수로 구분된 계수들은 -256에서 255의 범위에 속하므로 음의 값을 가질 수 있다. 이러한 음의 값은 MPEG 계열의 영상압축 기술의 입력으로 적당하지 않다. 따라서 분류한 계수에 대해 DCT 계수의 음과 양을 구분하는 부호 비트평면(sign bit-plane)을 도입하여 DCT 계수를 부호화 절대값(signed magnitude)의 형식으로 나타내어 값을 평탄화하는 정규화 과정을 거친다. 이러한 과정을 그림 4에 유사코드 형태로 나타내었다.

```
Procedure{Classification}
begin
    for (all coefficient in segment) {
        if (-256<c(x,y)<255) then
            if (c(x,y)=DC) then
                c(x,y)=EC;
            else {
                c(x,y)=NC;
                fuction{Normalization)}
        else
            c(x,y)=EC;}
end{Classification}

Function{Normalization}
begin
    if (c(x,y)<0) then {
        c(x,y)=|c(x,y)|;
        SB(x,y)=1;}
end{Normailization}
```

그림 4. 계수의 분류 및 정규화 알고리즘
Fig. 4. Classification and normalization algorithm of coefficient

3.3 다시점 부호화를 이용한 예측

본 논문에서 제안하는 다시점 예측기법은 시점간의 공간적 중복성을 효율적으로 제거하여 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다. 적용 대상인 디지털 홀로그램의 특성을 고려하여 카메라의 구조(시점, view point)를 1×N으로 제한하였다. 제안하는 다시점 예측기법의 순서를 그림 5에서 보이고 있다.

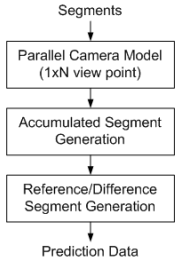


그림 5. 집적영상을 이용한 다시점 부호화 순서
Fig. 5. Multi-view coding process using accumulated image

3.3.1 집적영상의 생성

앞서 언급하였듯이 분할한 프린지 패턴들을 2차원 DCT한 결과는 평행식 카메라 구조를 이용하여 획득한 영상과 유사한 특성을 보인다[13]. 평행식 카메라 구조의 경우에는 일반적인 정합기법을 이용하여 전역시차를 계산하고, 여기에서 획득한 위치정보를 이용하여 영상 모자이크 기법과 유사하게 집적영상(assembled segment)을 생성한다. 식 (1)에서 정합기법에 사용되는 정합함수를 나타내었다.

$$GD_{v+1} = \left\{ X_r \mid \min \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} \left| P_v(i,j) - P_{v+1}^{T(r,X_r)}(i,j), r \in R \right| \right\} \quad (1)$$

여기서 R은 정합될 영상영역, r은 정합할 영상이 움직일 영역을 각각 나타낸다. 또한 Pv(i, j)는 영상 v의 (i, j)의 화소값이며, 위첨자 T(r, Xr)은 Xr 벡터만큼 영상을 변위한 결과를 나타낸다. 따라서 이 식은 영상 v를 기준으로 v+1 영상에 대해 v 영상과 가장 부합하도록 하는 변위값 Xr을 구하는 것이며, 이 값을 v+1 영상의 전역 시차(global disparity)라 한다. 정합할 모든 영상의 값을 계산하고 그 값만큼 영상을 변위하여 기준영상과 결합한 결과가 집적영상이 된다. 이 과정을 그림 6에 나타내었다. 여기서는 2차원 DCT된 프린지 패턴의 열방향 영상(1,024×1,024 크기의 프린지 패턴을 256×256으로 분리했을 경우 4장의 영상: View Point 1 ~ View Point 4)을 대상으로 집적 영상을 생성하는 방법을 보이고 있다. 이때 기준이 되는 영상은 다른 부분영상들과 가장 작은 시차를 갖는 세 번째 부분영상으로 정하였다. 그림 7은 실제 분할 및 2차원 DCT된 부분영상들을 대상으로 생성한 집적 영상의 예를 나타내었다. 직접 영상은 카메라 모델에 따라 원래의 해상도보다 더 커질 수 있으며, 기준 시점 영상(열의 세 번째 영상) 이외에 다른 시점의 영상에 대

www.dbpia.co.kr

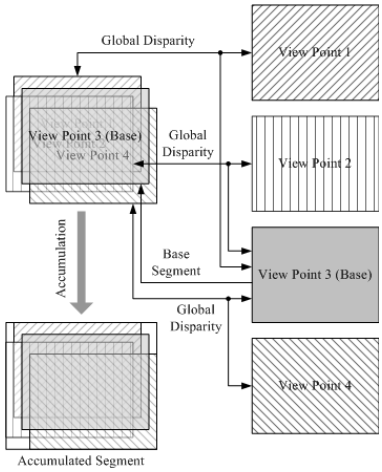


그림 6. 각 시점간의 전역 시차 예측 및 집적영상 생성
Fig. 6. Global disparity estimation of each view points and generation of an accumulated image

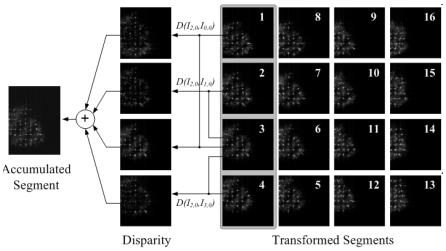


그림 7. 집적영상 생성 예
Fig. 7. Example to generate a accumulated segment

한 정보를 포함하고 있다. 평행식 카메라의 구조상 배경은 시차가 존재하지 않으며, 단지 카메라간의 거리만큼 새로운 배경이 나타나게 된다. 본 연구에서는 단일 객체에 대한 홀로그램을 다루고 있기 때문에 배경은 고려대상에서 제외한다.

3.3.2 집적영상을 이용한 시점간 예측

일반적인 동영상 부호화에서는 시간적으로 이웃해 있는 영상을 참조영상으로 사용하여 부호화할 영상간의 움직임 예측을 통해 부호화 효율을 향상시킨다. 다시점 부호화의 경우에는 각 시점간의 중복성을 제거하기 위해 시차예측 기법을 사용한다. 본 논문에서는 집적 영상서 각각의 전역 시차를 사용하여 분리한 참조영상들(reference segments)을 이용하여 각 시점의 부분영상을 부호화한다. 그림 8은 집적영상에서 참조영상들을 분리하고, 이를 이용하여 각 시점간의 시차를 예측하는 과정을 보이고 있다. 입력한 다시점 영상간의 전역 시차 예측을 통해 집적영상을 생성하는데, 이때 집적영상 내에서 원 영상들의 위치정보(position information)값들도 함께

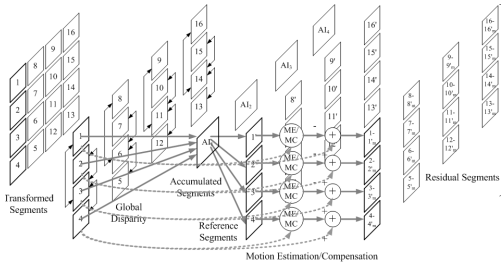


그림 8. AS를 이용한 시점간 예측기법
Fig. 8. View-point prediction technique using AS

구한다. 그리고 생성한 집적영상에서 위치정보를 기반으로 참조영상을 분리하여 원 영상과 움직임 예측(motion estimation)과 보상(motion compensation) 기법을 적용하여 차 영상(residual segments)과 움직임 벡터값을 생성하여 동영상 압축 코덱으로 부호화한다.

3.3.3 시간적 예측

앞 절에서 설명한 시점간 예측기법을 확장하여 다수의 프레임으로 구성된 디지털 홀로그램 비디오에 적용한다. 다시점 예측 기법에 의해 생성된 각 차 영상들은 시간적인 순서대로 시점(view-point)별 예측을 수행한다. 시점별 시간적 예측에는 움직임 예측과 보상기법을 이용한다. 비디오에 대한 예측 기법을 그림 9에 나타냈다.

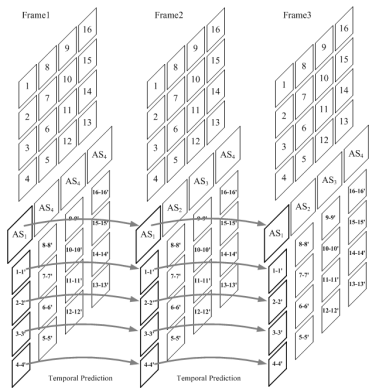


그림 9. 홀로그램 비디오의 시간적 예측 기술
Fig. 9. Temporal prediction technique of hologram video

3.4 디지털 홀로그램의 압축

전처리, 분할, 변환, 분류, 및 정규화 과정을 거친 부분영상은 앞서 설명한 알고리즘에 따라서 전역 시차 계산기(global disparity calculator, GDC), 집적영상 생성기(assembled segment generator, ASG), 그리고 참조 영상 생성기(reference segment generator,

www.dbpia.co.kr

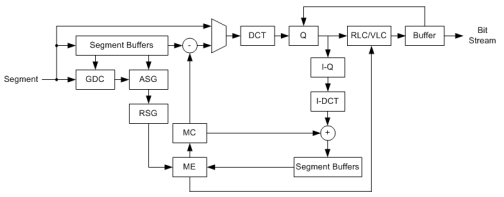


그림 10. 집적영상 기반의 다시점 부호화기
Fig. 10. Multi-view codec based accumulated segment

RSG) 과정을 거쳐 각 대상 부분영상과의 차 영상들을 생성한다. 이러한 과정들에서 생성된 집적 영상, 참조 영상들, 차 영상들, 그리고 기타 정보들(전역 시차, 움직임 벡터)은 MPEG-2에 입력되어 압축 과정을 거친다. 이 과정을 그림 10에 나타내었다.

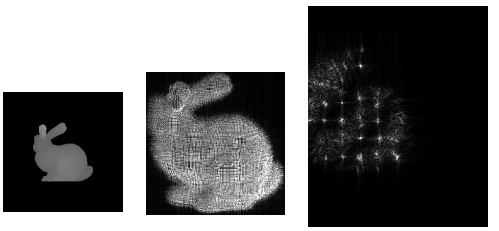
Ⅳ. 실험결과

본 논문에서 제안한 알고리즘을 검증하기 위해 컴퓨터 그래픽(computer graphic)을 통해 생성한 200×200 화소 크기의 3차원 객체를 대상으로 실험을 수행하였다. 3차원 객체는 컴퓨터 생성 홀로그램 기법을 이용하여 1,024×1,024 화소 크기의 프린지 패턴으로 제작하여 실험에 사용하였다. 디지털 홀로그램의 재생을 위해 NUST에서 제공하는 홀로그램 복원 시뮬레이션 툴인 HoloVision 2.2.1[14]을 사용하였다. 디지털 홀로그램의 제작 환경은 아래와 같다.

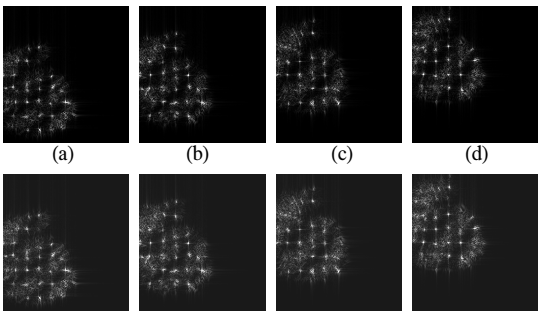
- SLM의 pixel-pitch - 10.4㎛×10.4㎛
- 전체 해상도 - 1,024×1,024
- 원본 객체(CG)의 point 수 - 26,300
- 재생될 홀로그램의 거리 - 1,000㎝
- 회절각(diffracted angle) - 0.544°

그림 11(a)는 컴퓨터 그래픽으로 생성한 원 영상, 그림 11(b)는 원 영상에 CGH 기법을 적용하여 생성한 프린지 패턴을 복원한 홀로그램, 그림 11(c)는 4장의 열 방향 영상(1,024×1,024의 프린지 패턴을 256×256으로 분할한 경우)으로 만들어낸 집적 영상을 각각 보이고 있다. 그림 12의 영상들과 비교해 보면 집적 영상은 약 1.5배 정도 크기가 증가하였음을 확인할 수 있다. 그림 12는 2차원 DCT를 수행한 프린지 패턴의 열 방향 부분영상((a)~(d))과 집적 영상으로부터 분리한 참조 영상들을 보이고 있다.

그림 13에서는 본 논문에서 제안한 집적 영상 기반의 다시점 부호화 기법을 적용한 결과를 보이고 있다. 제안한 방식은 MPEG-2를 기반으로 하고 있고, 본 연구팀의 이전연구[13]에서 제안한 압축 방식



(a) (b) (c)
그림 11. (a) 원영상, (b) 홀로그램 영상, (c) 집적영상
Fig. 11. (a) Original image, (b) hologram, (c) accumulated segment



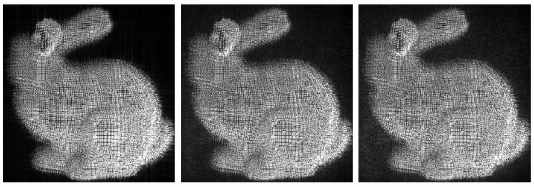
(a) (b) (c) (d)
(e) (f) (g) (h)
그림 12. 결과 영상; (a)~(d) 주파수 변환된 부분영상, (e)~(h) 각각의 참조영상
Fig. 12. One column of fringe pattern segments after frequency transform (a)~(d) and the corresponding reference segments (e)~(h)

에 비해 25:1의 압축율에서 NC값이 0.0349(약 3.6%) 향상된 결과를 보였다.

그림 14에서는 실제 객체로부터의 회절 패턴(프린지 패턴)을 CCD 카메라를 통해 획득한 후 본 논문에서 제안한 기법을 적용하여 복원한 Brahms 영상을 보이고 있다. 그림 14 (c)에서 보이듯이 25:1의 압축율에서도 복원한 홀로그래픽 영상이 시각적으로 확인 가능함을 확인할 수 있었다.

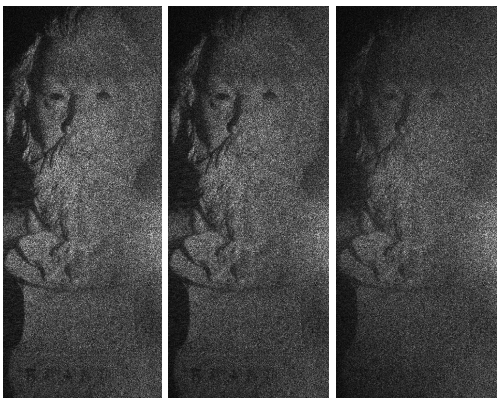
그림 15는 제안한 기법을 5 프레임의 홀로그래픽 비디오를 대상으로 실험한 결과를 나타냈다. 이들은 CG를 통해 생성한 5장의 영상을 CGH를 통해 프린지 패턴으로 만들고 이를 HoloVison을 통해 복원한 원본 영상들(그림 15(a)), 5 프레임의 홀로그래픽 비디오에 대해 본 연구팀의 이전연구에서 제안한 기법으로 압축한 후 복원한 영상들(그림 15(b)), 그리고 본 논문에서 제안한 집적영상 기반의 MVP 기법을 적용한 결과들(그림 15(c))이다. 본 연구팀의 이전연구에서 제안한 기법으로 부호화한 후 복원한 영상들은 NC값이 평균 0.9401이었으나 본 논문의 방법을 적용한 영상들은 0.9755로 측정되어, 본 논문에서 제안한 기법을 적용한 영상이 본 연구팀의

www.dbpia.co.kr



(a) (b) (c)

그림 13. 제안한 기법의 복원결과
(a) 원영상, (b) 15:1(NC:0.981842), (c) 25:1(NC:0.975114)
Fig. 13. Reconstruction result by the proposed technique
(a) original, (b) 15:1 (NC:0.981842), (c) 25:1(NC:0.975114)



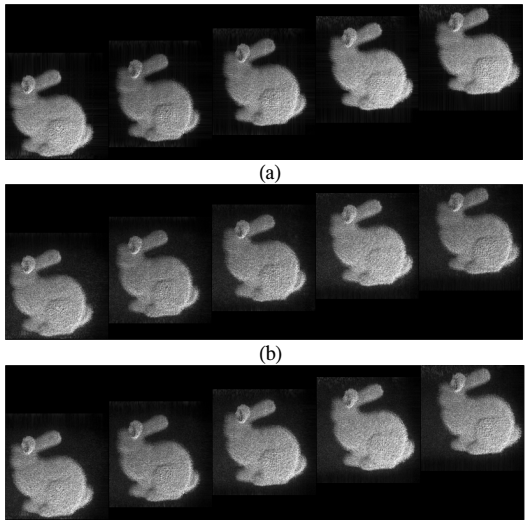
(a) (b) (c)

그림 14. 광학적으로 획득한 프린지 패턴을 압축한 후 복원한 결과 (a) 원영상, (b) 15:1(NC:0.980521), (c) 25:1(NC:0.973315)
Fig. 14. Compression and reconstruction results of an image optically captured (a) original, (b) 15:1 (NC:0.980521), (c) 25:1(NC:0.973315)

이전연구에서 제안한 기법을 적용한 결과보다 동일한 압축율에서 NC값이 평균 0.0354(약 3.6%) 향상된 결과를 보였다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 디지털 홀로그램인 프린지 패턴을 2차원 영상으로 가정한 후 이를 분석하여 다시점예측 기법과 표준 2차원 비디오 압축 기술을 이용하여 효율적으로 압축하는 방법을 제안하였다. 제안한 기법은 [14]에서 제안한 기법보다 동일한 압축율에서 향상된 화질을 보였다. 이와 같은 결과를 통해 본 논문에서 제안한 방법이 프린지 패턴의 부호화에 더 효율적임을 알 수 있다. 그러나 본 논문에서 제안한 기법은 MPEG-2를 기반으로 하고 있으므로 최적의 성능을 보이고 있다고 할 수는 없다. 추후 MPEG-2를 이용한 방식에서 H.264/AVC를 이용한 방식으로 수정한다면 더욱 향상된 결과를 보일 것으로 예상된다.



(a)

(b)

(c)

그림 15. 디지털 홀로그램 비디오의 부호화 결과; (a) 원래의 홀로그램 비디오, (b) 인트라 모드 방법, (c) 제안한 방법
Fig. 15. Coding result of digital hologram video by; (a) original video, (b) using intra mode method, (c) proposed method

참 고 문 헌

〔1〕 P. Hariharan, “Basics of Holography”, Cambridge University Press, May 2002.

〔2〕 H. Yoshikawa and K. Sasaki, “Information reduction by limited resolution for electro-holographic display”, SPIE Proc. Vol. 1914 Practical Holography Ⅶ, pp. 1914-1930, Feb. 1993.

〔3〕 H. Yoshikawa and K. Sasaki, “Image Scaling for electro-holographic display”, *SPIE Proc.* Vol. 2176 Practical Holography Ⅷ, pp. 12-22, Feb. 1994.

〔4〕 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.

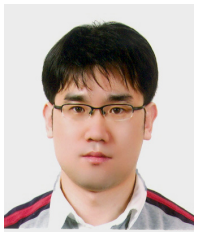
〔5〕 H. Yoshikawa, “Digital holographic signal processing”, Proc. TAO First International Symposium on Three Dimensional Image Communication Technologies, pp. S-4-2, Dec. 1993.

〔6〕 H. Yoshikawa and J. tamai, “Holographic image compression by motion picture coding”, SPIE Proc. Vol. 2652 Practical Holography X,

www.dbpia.co.kr

pp. 2652-01, Jan. 1996.
〔7〕 J. Thomas. Y. Naughton, B. Frauel, Javidi and E. Tajahuerce, "Compression of digital holograms for three-dimensional object recognition", SPIE Proc. Vol. 4471, pp. 280-289, 2001.
〔8〕 J. Thomas. Y. Naughton, B. Frauel, Javidi and E. Tajahuerce, "Compression of digital holograms for three-dimensional object reconstruction and recognition", Appl. Opt. 41, No. 20, pp. 4124-4132. July 2002.
〔9〕 L. Ding, Y. Yan, Q. Xue and G. Jin, "Wavelet packet compression for volume holographic image recognition", Opt. Comm. 216, pp. 105-113, 2003.
〔10〕 M. Liebling, T. Blu and M. Unser, "Fresnelets : New multiresolution wavelet bases for digital holography", IEEE Trans. Image Process. 12, pp. 29-43, 2003.
〔11〕 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.
〔12〕 손정영, "홀로그래피의 원리와 응용", 봉명, June 2004.
〔13〕 서영호, 최현준, 강훈종, 이승현, 김동욱, "하이브리드 비디오 코딩에 의한 디지털 홀로그램 압축 기술", 대한전자공학회 논문지, 제 42권 SP편 제 5호, pp. 29-40, Oct. 2005.
〔14〕 http://www2.edge.no/projects/index.php?expn=2&target=holovision/about.php

최 현 준 (Hyun-Jun Choi) 정회원

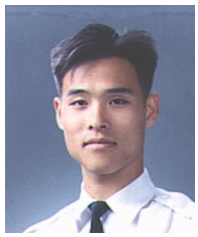


2003년 2월 광운대학교 전자재료공학과 졸업(공학사)
2005년 2월 광운대학교 대학원 졸업(공학석사)
2005년 3월~현재 광운대학교 전자재료공학과 박사과정
<관심분야> Image Processing, 암호학, FPGA/ASIC 설계

서 영 호 (Young-Ho Seo) 종신회원

1999년 2월 광운대학교 전자재료공학과 졸업(공학사)
2001년 2월 광운대학교 대학원 졸업(공학석사)
2000년 3월~2001년 12월 인터스닷컴(주) 연구원
2003년 6월~2004년 6월 한국전기연구원 연구원
2004년 8월 광운대학교 대학원졸업(공학박사)
2004년 9월~2004년 11월 유한대학 겸임교수
2004년 12월~2005년 8월 유한대학 연구교수
2005년 9월~현재 한성대학교 정보통신공학과 교수
<관심분야> Image Processing/Compression, 워터마킹, 암호학, FPGA/ASIC 설계

배 진 우 (Jin-Woo Bae) 정회원



1998년 2월 순천대학교 전자 공학과 졸업(공학사)
2003년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
2006년 8월 광운대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
2006년 9월~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사후 연구원
<관심분야> 3D 영상 신호처리, 동영상 코덱, 영상압축, 웨이블릿기반 영상처리

유 지 상 (Ji-sang Yoo) 종신회원

1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1993년 5월 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D.)
1993년 9월~1994년 8월 현대전자산업(주) 산전연구소 선임연구원
1994년 9월~1997년 8월 한림대학교 전자공학과 조교수
2004년 1월~2005년 8월 일리노이 주립대(어바나-샴페인) 연구교수
2005년 1월~현재 차세대디지털방송포럼 3DTV 분과 위원장
2006년 3월~현재 3차원영상협회 부회장
1997년 9월~현재 광운대학교 전자공학과 교수
<관심분야> 3D broadcasting, Multi-view video coding, Signal and image processing

www.dbpia.co.kr

김 화 성 (Hwa-sung Kim) 종신회원

1981년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1983년 2월 고려대학교 대학원 졸업(공학석사)
1996년 Lehigh Univ. 전산학 박사
1984년 3월~2000년 2월 ETRI 책임 연구원
2000년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 부교수
<관심분야> NGN 미들웨어 환경, QoS-aware 미들웨어

김 동 욱 (Dong-Wook Kim) 종신회원

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

www.dbpia.co.kr