

디지털 홀로그래프의 효과적인 광원 기반의 SNR 스케일러블 코딩 기법

*김윤주, *이윤혁, *서영호, *김동욱

*광운대학교

*dwkim@kw.ac.kr

Effective light source-based SNR scalable coding of Digital Hologram

*Younjoo Kim, *Yoon-Hyuk Lee, *Young-Ho Seo, *Dong-Wook Kim

*Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 광원 정보를 사용하여 다양한 재생환경에서 효과적인 홀로그래픽 비디오 서비스를 제공하기 위한 방법을 제안한다. 제안하는 기법에서 부호화 과정에서는 가우시안 블러를 적용한 영상의 개수를 조절, 분리 하고 다운 샘플링 한 하나의 영상 압축을 한 뒤 전송한다. 이 영상을 다운 샘플링, 업 샘플링, 보간법, 양방향 필터 (Bi-lateral filter) 등의 기법을 이용하여 획득한 영상과 나머지 영상을 다운 샘플링과 업 샘플링 하여 더한 영상의 차를 압축하여 수신측으로 전송한다. 복호화 과정에서는 압축된 광원 정보를 복원한 후 기본계층 정보를 가진 영상을 업 샘플링과 보간법, 양방향 필터 (Bi-lateral filter) 등의 기법을 적용하고 수신자의 환경과 고려에 따라 차영상을 더 한 후 CGH를 통해 홀로그래프를 획득하였다. 실험을 통해 제안하는 기법이 기존의 방법들 보다 우수한 홀로그래프를 복원 할 수 있다는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 3D 산업이 발달하고 3D가 보편화되어 감에 따라 일상생활에서 쉽게 접할 수 있게 되었다. 이러한 분위기와 함께 3D 영상에 대한 사람들의 관심이 늘어나면서 사람들은 더욱 실감있는 영상을 원하는 추세이다. 특히 안경을 착용하지 않고 입체영상을 볼 수 있는 홀로그래피 방식은 미래의 차세대 기술로 주목을 받고 있다[1].

홀로그래픽 기술은 의료, 광고, 교육 등의 다양한 응용분야에서 사용이 가능 할 것이며 홀로그래픽 서비스는 비디오 서비스와 같이 네트워크의 상태 및 수신기의 능력에 따라 다른 품질의 서비스를 제공해야 할 것이다. 하지만 각 응용분야에 따라 다른 네트워크 환경, 디스플레이 해상도를 가지기 때문에 서비스를 제공하기 위한 스케일러블 홀로그래피 비디오 코딩이 필요하다.[2]

홀로그래프 비디오 서비스를 제공하기 위해서는 홀로그래프 특성을 이용하는 스케일러블 홀로그래픽 비디오 코딩 기법(scalable holographic video coding, SHVC)을 적용해야 한다. 본 논문에서는 SHVC 방법 중 하나 인 광원 기반의 SNR 스케일러블 코딩(light source-based SNR scalable coding, LSS) 기법을 사용한다.

2. 기존의 기법

다양한 재생환경에 대해 적응적으로 홀로그래프 비디오를 서비스하기 위한 제안하는 기법은 홀로그래프의 생성 및 획득 방식에 따라서 해상도 스케일러블 코딩(hologram-based resolutional scalable coding, HRS) 방식과 광원 기반의 SNR 스케일러블 코딩(light source-based SNR scalable coding, LSS) 방식으로 구성된다.

2.1. 홀로그래프 기반의 공간 적응적 스케일러블 코딩 기법(HRS)

HRS코딩은 디지털 홀로그래프가 CCD와 광학적 시스템을 통해서 취득된 경우에 주로 사용한다. 획득된 홀로그래프는 분할과정을 거치면서 다양한 해상도의 정보가 분리되고, 분할/변환을 거친 후에 압축 과정을 거쳐 비트스트림이 된다. 이 과정의 역 과정을 통해 다양한 해상도의 디지털 홀로그래프가 복호화 된다. 복호화된 디지털 홀로그래프는 SLM(spacial light modulator)와 같은 홀로그래픽 디스플레이 장치를 통해서 서비스된다.

2.2 광원기반의 SNR 적응적 코딩

LSS 코딩은 광원의 조절을 통한 서비스가 가능하다. 이 코딩은 HRS와는 다르게 카메라 시스템으로부터 깊이 정보와 밝기 정보로 획득한 후에 CGH를 통해 홀로그래프를 생성한다. LSS의 부호화 과정에서는 획득된 광원의 개수를 조절하고 분리한 후에 정보를 압축한다. 이때 이 광원은 2D 정보와 유사한 특징을 가지고 있기 때문에 광원 정보의 일부가 손상이 되면 홀로그래프의 품질이 감소하게 된다. 따라서 무손실 압축이 필요하다. 또한 입력된 광원들은 네트워크의 대역 폭과 수신 단말기의 성능을 고려하여 전송되는 양을 결정한다. 복호화 과정에서는 압축된 광원 정보를 복원한 후에 결정된 서비스의 품질에 따라서 광원의 개수를 선택하거나 보간 과정을 통해서 화질을 선택한다. 최종 생성된 광원 정보는 CGH를 통해서 홀로그래프로 생성되고, 이는 SLM 등을 이용하여 공간상에 재현된다.

3. 제한하는 기법

그림 1은 본 논문에서 제안하는 LSS 코딩 기법의 흐름도이다. 그림 1(a)는 LSS 부호화 과정을 나타낸다. 광원들의 정보를 가우시안 필터를 통해 블러링(blurring)(가우시안 블러링)을 하고 개수를 조절, 분리한 후에 하나의 영상을 다운 샘플링하고 압축하여 기본계층(Base layer)로서 전송한다. 기본계층의 영상을 업 샘플링 보간법과 양방향 필터(Bilateral Filter)의 과정을 거쳐 얻어진 영상과 나머지 영상을 다운 샘플링 한 후 업 샘플링 한 영상들을 더한 것의 차이에 해당하는 차영상을 압축하여 고해상도를 제공하게 되는 상위계층(Enhanced layer)의 역할로 전송한다. 그림 1(b)는 복호화 방식으로 전송된 기본계층 정보를 업 샘플링과 보간, 필터링 과정을 통해 영상 생성하고 수신자의 환경에 따라 상위계층 정보를 더하여 CGH를 사용하여 홀로그램을 생성한다.

3.1. 가우시안 블러링(Gaussian Blurring)

가우시안 블러는 영상의 잡음과 세부 정보를 줄여주는 영상처리에 가장 흔히 쓰이는 함수이다. 그림 1.(a)의 부호화 과정에서 다운 샘플링 전에 가우시안 블러를 사용함으로써 영상 정보의 손실을 줄일 수 있었다.

3.2. 양방향 필터링(Bilateral Filtering)

양방향 필터는 노이즈를 감소시키면서 동시에 경계를 보존(edge preserving) 필터이다. 영상에 대하여 인접화소와의 거리 차, 색상의 차 각각 두 개의 가우시안 함수를 이용한다[3]. 양방향 필터는 다음의 식(1)과 같이 정의 된다.

$$BF[I]_p = \frac{1}{W_p} \sum_{q \in S} G_{\sigma_s}(\|p - q\|) G_{\sigma_r}(|I_p - I_q|) I_q \quad (1)$$

여기서 화소 p 는 중앙에 위치한 화소, q 는 인접한 화소를 각각 나타내며 p 와 q 간의 공간적 거리에 따라 가우시안 가중치를 준 값과 영상 I 의 화소 p 와 인접한 화소 q 간의 화소 값에 따른 가우시안 가중치를 준 값의 곱이 가중 평균으로 표현된다.

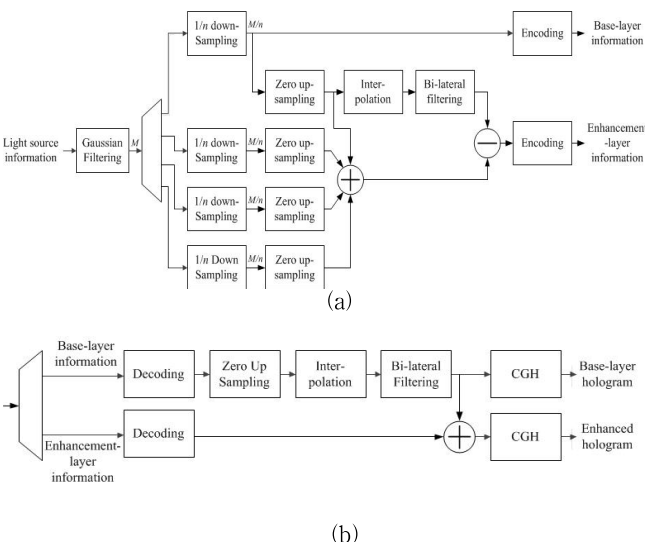


그림 1. LSS 코딩: (a) 부호화, (b) 복호화

4. 실험 결과

그림 2와 3은 LSS과정에 따른 결과를 보여주고 있다. 그림 2(a)와 3(a)는 기존의 기법에 최근접 이웃 보간법(nearest neighbor interpolation)을 사용한 객체 복원 결과이다. 그림 2.(c)와 3(c)는 제안하는 기법에 최근접 이웃 보간법과 양방향 필터를 사용한 결과이다. 그림 2(b)와 3(b)는 기존 기법에 양삼차 보간법(bi-cubic)을 적용하고 그림 2(d)와 3(d)는 제안한 기법에 bi-cubic 필터를 이용한 결과이다. 그림 밑에 PSNR의 값이 나타내듯이 기존의 기법의 사용보다는 제안하는 기법을 적용하였을 때 보다 좋은 품질의 홀로그램을 생성할 수 있다.

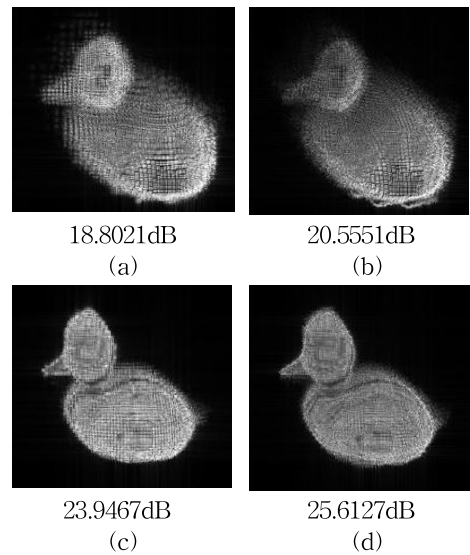


그림 2. Duck 영상에 대한 실험결과: (a) 기존 기법의 옆 화소 복사, (b) 기존 기법의 bi-cubic보간, (c) 제안하는 기법의 옆 화소 복사 및 bi-lateral 필터링, (d) 제안하는 기법의 bi-cubic 보간 및 bi-lateral 필터링.

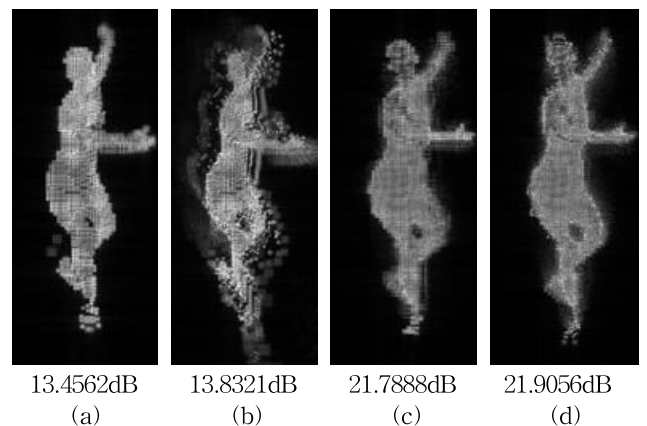


그림 3. Dancer 영상의 실험결과: (a) 기존 기법의 옆 화소 복사, (b) 기존 기법의 bi-cubic보간, (c) 제안하는 기법의 옆 화소 복사 및 bi-lateral 필터링, (d) 제안하는 기법의 bi-cubic보간 및 bi-lateral 필터링.

4. 결론

본 논문에서는 다양한 재생환경에 대해 적응적으로 홀로그래프 비디오를 서비스하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안된 기법은 광원 정보를 보간 기법을 이용하여 효과적인 홀로그래픽 비디오 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 LSS방식을 이용해서 광원정보를 보간하고 필터를 사용하여 효과적으로 홀로그래프를 획득하는 실험을 하였고 네트워크의 환경과 송신자와 수신자의 고려에 따라 정보의 양을 결정할 수 있는 기법을 제안하였다. 이전 영상에 비하여 복원 영상의 화질을 개선하였다. 제안하는 기법이 기존의 기법보다 성능이 우수하다는 것을 실험을 통해 확인 하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국 산업기술 평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002058, 대화형 디지털 홀로그래프 통합 서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리 요소 기술 및 하드웨어 IP 개발]

참고문헌

- [1] J. Kopf, M. Cohen, D. Lischinski and M. Uyttendaele, "Joint bilateral upsampling", *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH)*, vol. 26(3), pp. 2:1-9, 2007.
- [2] Telea A. "An Image Inpainting Technique Based on the Fast Marching Method," *Journal of Graphics Tools*, vol. 9, no. 1, pp. 25-36, 2003.
- [3] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color images", *Proc. IEEE International Conference on Computer Vision*, pp. 839-846, 1998.