

프레넬 변환을 이용한 홀로그램 압축 방법의 분석

*이윤혁 김동욱 서영호

광운대학교 전자재료공학과

*winner9100@kw.ac.kr

Analysis of Hologram Compression using Fresnel Transform

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

Dept. of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 프레넬 변환의 다양한 파라미터를 조절하여 홀로그램에 적용한 뒤 비디오 코딩을 이용한 압축을 수행하고 이에 대한 효율을 분석하였다. 공간상의 재생되는 객체의 실제 위치와 프레넬 변환에서의 전파된 거리의 관계, 참조된 파의 파장, 홀로그램 디스플레이 장치의 화소의 크기에 대한 분석을 수행하였다. 프레넬 변환 파라미터 중 참조파의 파장에 대한 영향은 미비하지만 변환 거리 및 화소의 크기에는 압축 효율에 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다.

1. 서론

디지털 홀로그램은 입체 영상시스템의 최종 목표로 평가되고 있지만 상용화를 위해 시야각 및 방대한 양의 데이터의 처리 등 해결해야 할 문제를 포함하고 있다. 그 중 좁은 시야각을 해결하기 위해 홀로그램의 화소의 크기는 nm단위로 작아져야 하며, 이로 인해 상대적으로 해상도는 커지게 되므로 홀로그램의 데이터양은 방대해진다. 방대한 데이터양은 콘텐츠의 서비스 측면에서 고려하면 전송할 양이 많아지므로 네트워크 자원을 많이 소비한다. 한정된 네트워크 자원에서 하나의 콘텐츠가 점유율이 높을 경우 효율적이지 못하고, 서비스의 형태에 따라 실시간으로 처리하지 못할 경우도 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 데이터의 압축 기술을 적용해야하지만 기존 영상과 홀로그램의 특성은 서로 다르기 때문에 홀로그램을 위한 전용 압축 기술이 필요하다. 본 논문에서는 기존의 홀로그램 압축기술중 프레넬 변환을 이용한 방법[1]을 이용하여 최적의 파라미터를 위한 분석을 수행하였다.

2. 프레넬 변환을 이용한 압축 기술

디지털 홀로그램은 디스플레이 장치에 참조파를 조사하여 빛의 회절에 의해 실제 공간상에 객체가 재현되는 영상시스템이다. 따라서 홀로그램에 회절 현상을 모델링한 프레넬 변환[2]을 적용하면 재생되는 객체 영상을 획득 할 수 있다. 객체영상은 홀로그램에 비하여 상대적으로 저주파 성분이 많고, 시·공간에서의 상관성도 높다. 이는 기존의 영상 시스템에서 압축을 위해 주로 사용하는 특성으로, 홀로그램의 재생 영상을 이용하여 압축하는 방법[1]을 그림 1에 나타냈다. 그림 1은 부분 홀로그램으로 나누고, 각 부분 홀로그램에 프레넬 변환을 수행하고

시간 축으로 프레임을 구성하여 시·공간에서의 상관성을 높인다. 이후 고성능의 비디오 코덱을 이용하여 압축을 수행한다.

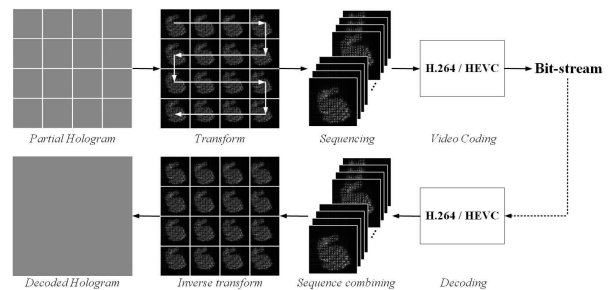


그림 1. 디지털 홀로그램 데이터 압축과정

Figure 1. Procedure to compress a digital hologram data

3. 프레넬 변환의 파라미터에 따른 압축 효율 분석

앞 장에서 설명한 압축 기술은 프레넬 변환의 파라미터를 고려하지 않고 변환 결과의 특성만 이용하여 압축을 수행하였다. 프레넬 변환은 z 만큼 떨어진 두 평면의 회절을 모델링하였기 때문에 홀로그램에 적용하였을 경우 공간상의 재생되는 객체에서 특정 단면에서 재생되는 객체를 복원한다. 그림 2는 프레넬 변환거리에 따른 재생영상을 나타낸 것으로 객체가 존재하는 위치인 100 cm 근처에서는 선명한 영상이 나타나지만 다른 위치에서는 초점이 일치하지 않는 것을 볼 수 있다. 이러한 파라미터는 부분 홀로그램을 시간 축으로 배치하였을 때 시·공간에서의 상관성에 영향을 주기 때문에 분석이 필요하다.

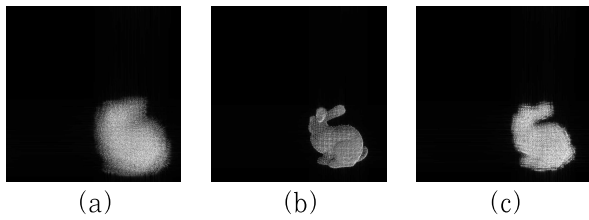


그림 2. 홀로그래프에 프레넬 변환 적용 결과 (a)70cm, (b)100cm, (c)150cm.

Figure 2. Result of Fresnel transform to hologram(a)70cm, (b)100cm, (c)150cm.

4. 분석 결과

표 1은 실험에 사용할 홀로그래프의 정보로 참조파의 파장은 633nm 이고, 홀로그래프 화소크기는 6.4μm이며 재생되는 객체는 100~110 cm 사이의 공간에 위치한다.

표 1. 실험에 사용하는 홀로그래프의 정보

Table 1. Hologram information for experiment.

| Item | Specification |
|------------------------|---------------|
| Reference Wavelength | 633nm |
| Hologram Pixel Pitches | 6.4μm |
| Object Depth Range | 100~110 cm |

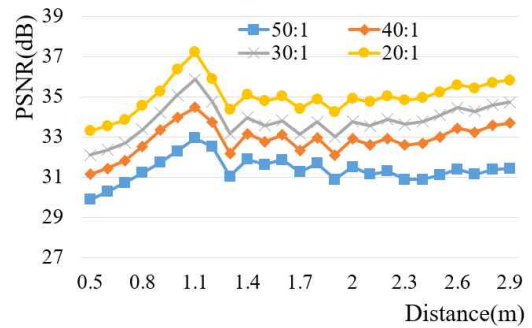
그림 3은 프레넬 변환의 파라미터에 따른 PSNR(Peak-to-Signal Noise Ratio)을 나타낸 결과이다. 그림 3(a)는 거리만 변화시켜가면서 측정한 결과로 객체의 상이 실제 맺히는 거리로 프레넬 변환 거리로 할 때 가장 압축효율이 좋은 것을 확인할 수 있다. 그림 3(b)는 참조파의 파장을 변화시켜 가면서 측정한 결과로 파장이 커지면서 미세하게 증가하지만 큰 영향이 없는 것을 확인 할 수 있다. 그림 3(c)는 홀로그래프의 화소의 크기를 변화시켜가며 측정한 결과로 화소의 크기가 커질수록 감소하는 것을 확인 할 수 있다.

5. 결론

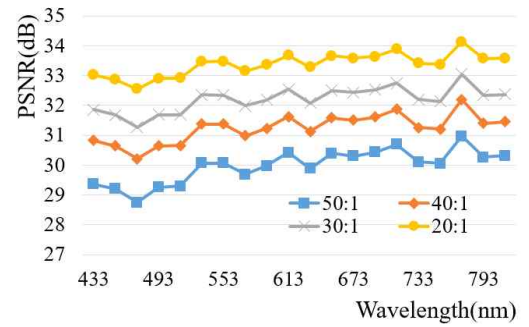
본 논문은 홀로그래프 데이터에서 상관성을 높이기 위해 프레넬 변환을 이용한 압축 기법에서 프레넬 변환의 파라미터에 따른 압축효율을 분석하였다. 분석결과 프레넬 변환의 파라미터 중 화소의 크기와 변환 거리에 따라 압축 효율이 많은 차이가 있는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 분석은 추후 홀로그래프 압축연구에 충분히 의미 있는 결과가 될 것이라 사료된다.

감사의 글

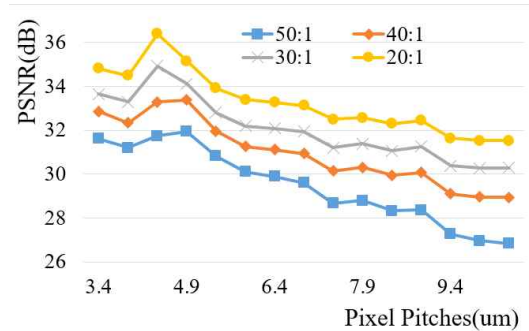
이 논문은 2018 년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07043220)



(a)



(b)



(c)

그림 3. 프레넬 변환의 파라미터에 따른 압축 효율 (a)변환거리, (b) 참조파의 파장, (c)홀로그래프의 화소크기.

Figure 3. Compression efficiency according to Fresnel transform parameters (a)distance, (b)wavelength, (c)pixel pitches.

참고문헌

- [1] 장수진, 서영호, 김동욱. (2016). 프레넬 변환을 이용한 디지털 홀로그래프 비디오 데이터의 압축. 한국통신학회 학술대회논문집, 201-203.
- [2] D.P. Kelly, "Numerical calculation of the Fresnel transform", Journal of the Optical Society of America A 31(4), 755-764(2014)