

홀로그램 스케일러블 코딩을 위한 프레넬릿 필터에 따른 서브밴드 특성 분석

*이윤혁 김동욱 서영호

광운대학교 전자재료공학과

*winner9100@kw.ac.kr

Analysis of Subband Characteristics according to Fresnellet Filter for Hologram Scalable Coding

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

Dept. of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

요약

다양한 분야에서 홀로그램을 서비스하기 위해 다양한 수신 환경을 반영한 전송기술이 필요하다. 따라서 프레넬릿 변환을 이용한 홀로그램을 위한 스케일러블 코딩 기법을 제안한다. 또한 프레넬릿 필터의 특성을 분석하여 각 서브밴드별 중요도 및 서비스된 서브밴드의 수에 따른 복원된 홀로그램을 분석하였다. 분석 결과, 주로 좋지 못한 수신환경에 서비스되는 응용분야에 서는 (3,1)이중직교 필터를 이용하는 것이 유리하며, 반대의 경우 (5,5)필터를 이용하는 것이 유리하다.

1. 서론

홀로그램은 입체정보를 공간상에 재현할 수 있는 가장 이상적인 입체 시각 시스템으로 최근 많은 연구가 진행되고 있으며, 입체 비디오 서비스 기술의 최종 목표로 하고 있다. 아직 명확한 홀로그램 서비스의 형태가 정해진 바가 없지만 다양한 응용분야에서 활용 가능 할 것으로 기대하고 있다. 응용분야로는 방송, 교육, 군사, 광고, 쇼핑 및 스포츠 등에서 실물을 공간상에 재현함으로써 서비스할 것으로 예측한다. 다양한 분야의 홀로그램 콘텐츠는 목적에 따라 다양한 품질로 제작되어 다양한 수신자에게 서비스 될 수 있다. 이 때, 콘텐츠 제작자가 모든 수신자의 네트워크 상태나 수신 단말의 해상도 및 성능 등을 고려하여 제작하기는 어렵기 때문에 수신 측에서 수신환경에 적응적으로 서비스를 받을 수 있는 방법이 필요하다. 수신환경에 적응적 서비스를 위해 [1]에서는 객체정보를 이용한 스케일러블 코딩방법과 홀로그램의 일부만 이용한 스케일러블 코딩한 방법을 제안하였다.

본 논문에서는 프레넬릿 변환을 이용한 홀로그램 스케일러블 코딩방법을 제안하고, 적절한 프레넬릿 필터를 선택하기 위한 서브밴드의 특성을 분석하였다.

2. 프레넬릿 변환

프레넬릿 변환은 회절 현상을 모델링하여 홀로그램을 재현할 수 있는 프레넬 변환과 국부 영역의 주파수 성분을 분해할 수 있는 웨이블릿 변환을 이용하여 필터를 재구성 한 변환이다[2].

그림 1은 홀로그램에 쿼드트리 방식의 프레넬릿 변환을 수행한 결과를 나타냈다. 그림 1(b), (c)는 각각 (3,1), (5,5)이중직교 웨이블릿 필

터를 이용하여 프레넬릿 필터를 재구성한 뒤 홀로그램에 변환을 수행한 결과로 복소 성분 중에서 크기성분만 나타내었다. 프레넬릿 변환의 필터의 종류에 따라 다른 결과를 보이는데, (3,1)의 이중직교 필터를 이용할 경우 LL영역으로 데이터가 집중되고 반대로 (5,5)의 이중직교 필터를 사용할 경우 상대적으로 HH영역으로 데이터가 집중되는 것을 확인할 수 있다.

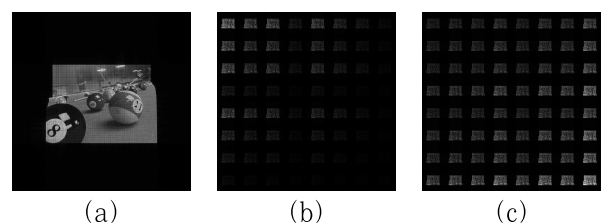


그림 1. (a)홀로그램 재생결과; 이중직교 웨이블릿 필터에 따른 프레넬릿 변환결과 (a)(3,1), (b)(3,1), (c)(5,5).

Figure 1. (a)Result of hologram playback; Results of Fresnellet transform according to bi-orthogonal wavelet filters (b)(3,1), (c)(5,5)

3. 스케일러블 코딩

그림 2는 프레넬릿 변환을 이용한 스케일러블 코딩방법을 도식화하였다. 홀로그램에 프레넬 변환을 수행하여 서브밴드로 구성하고 서브밴드별 중요도에 따라 순서를 정하여 재구성한 뒤 코딩한다. 수신 단말에서는 수신 환경에 적응적으로 서브밴드의 개수를 정하여 수신한

뒤 복호화를 수행한다. 수신된 서브밴드는 해당 위치에 데이터를 위치시킨 뒤 역 프레넬릿 변환을 통하여 홀로그램을 복원한다. 이때, 전송받지 못한 서브밴드는 '0'으로 채우고 역 프레넬릿 변환을 수행한다. 수신받는 서브밴드가 많을수록 해당 많은 주파수 성분을 포함하여 홀로그램을 복원하기 때문에 수신된 서브밴드의 수에 따라 질 좋은 홀로그램을 복원할 수 있다. 홀로그램의 질에 따라 제한된 영상의 열화정도가 달라지므로 제안한 기법은 화질 기반의 스케일러블 코딩이라 할 수 있다.

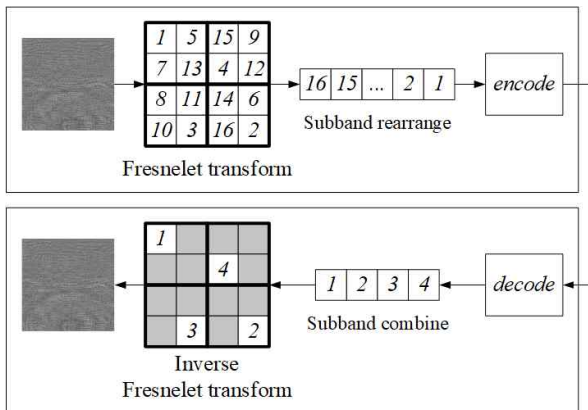


그림 2. 프레넬릿 변환을 이용한 스케일러블 코딩 방법.
Figure 2. Scalable coding method using Fresnelet transform.

4. 서브밴드의 특성 분석

스케일러블 코딩을 위한 프레넬릿 변환의 서브밴드 중요도를 확인하기 위해 다음 세 가지 기준을 이용하여 분석하였다.

- (1) 해당 서브밴드 제거 후 복원된 홀로그램의 재현영상 열화도.
- (2) 해당 서브밴드만 남긴 후 복원된 홀로그램의 재현영상 열화도.
- (3) 서브밴드의 에너지.

그림 3은 위 세 기준을 (3,1)필터와 (5,5)필터에 적용하여 분석한 중요도 맵을 나타냈다. 각 밴드의 위치의 숫자가 중요도 순서이고 (a), (b), (c)는 각각 기준1, 기준2, 기준3을 이용하여 측정된 중요도이다. (3,1)필터의 경우 기준(2)와 (3)에서 LL영역에 중요도가 대체적으로 높은 것을 확인할 수 있다. (5,5)필터는 기준(3)에서 HH영역에 중요도가 높다.

그림 4는 중요도 맵을 이용하여 스케일러블 코딩을 수행하고, 수신되는 서브밴드의 수에 따라 홀로그램 재현영상의 PSNR(Peak-to-Signal Noise Ratio)을 측정된 결과이다. 그림 4(a), (b), (c)는 각각 기준1, 기준2, 기준3을 이용하여 측정된 중요도 맵을 이용하여 실험한 결과이다. 중요도 맵을 결정하는 기준에 따라 다르지만 대체로 10개 이하의 서브밴드를 수신할 때는 (3,1)필터를 이용하여 프레넬릿 변환을 수행하는 것이 유리하지만 이후부터 (5,5)필터를 이용하는 것이 유리한 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 프레넬릿 변환을 이용한 스케일러블 코딩 기법을 제안하고, 스케일러블 코딩을 위한 프레넬릿 필터에 따른 서브밴드의 중요도를 분석하였다. 또한 중요도를 이용하여 수신된 서브밴드의 수에

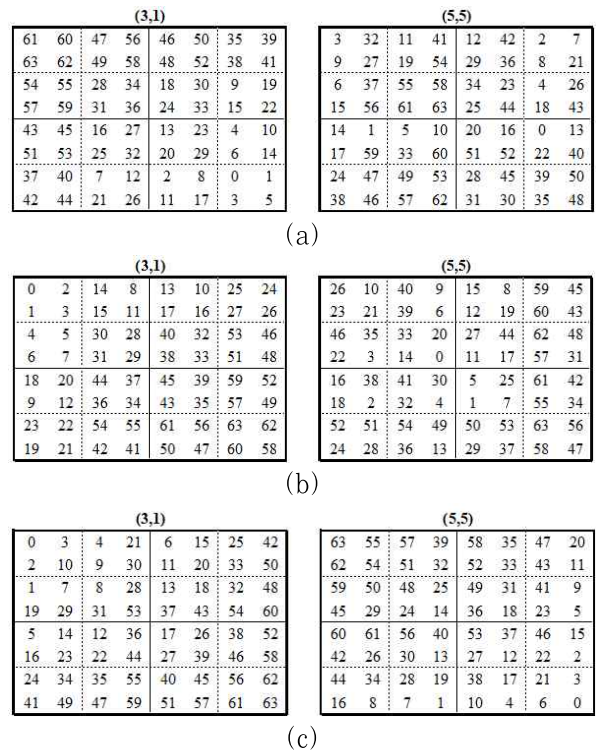


그림 3. 서브밴드 중요도; (a)기준1, (b)기준2, (c)기준3.
Figure 3. Priority of subband; (a)criterion1, (b)criterion2, (c)criterion3

다른 화질도 분석하였다. 분석한 필터는 가장 대비되는 (3,1)와 (5,5) 이중직교 필터를 비교하였다. 제안한 코딩기법과 분석방법은 향후 다양한 압축 기술과 연계하여 홀로그램의 압축 및 전송 기술의 기반이 될 것으로 사료된다.

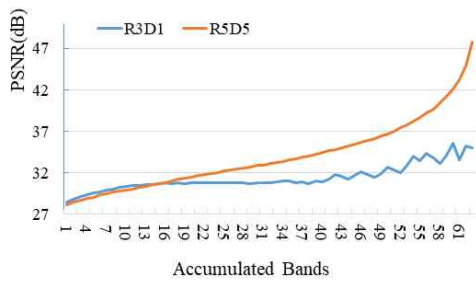
감사의 글

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

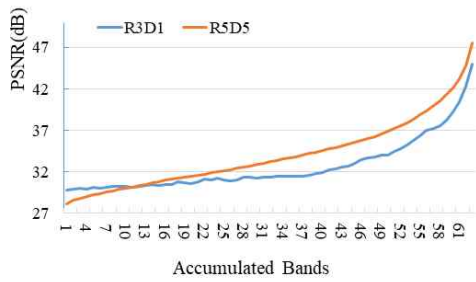
참고문헌

[1] Y.-H. Seo, Y.-H. Lee, J. Yoo, and D.-W. Kim, "Scalable Hologram Video Coding for Adaptive Transmitting Service", *Applied Optics*, 52(1), A254-A268(2013)

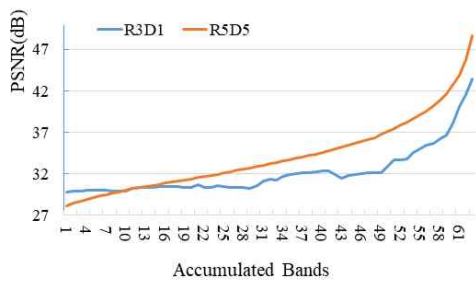
[2] M. Liebling, T. Blu, and M.unser, "Fresnelets: New Multi-resolution Wavelet bases for Digital Holography", *IEEE Trans. Image Process* 12, 29-43(2003)



(a)



(b)



(c)

그림 4. 수신된 서브밴드에 따른 홀로그램 재생영상의 PSNR. (a) 기준1, (b)기준2, (c)기준3

Figure 4. PSNR of hologram playback images according to received subband.(a)criterion1, (b)criterion2, (c)criterion3