

HEVC 기반 스케일러블 비디오 압축을 위한 보간 필터

김경혜*, 남정학**, 심동규***

광운대학교

{kimkhye428*, qejixfyza**, dgsim***}@kw.ac.kr

요 약

스케일러블 비디오 압축 기술 중 공간적 스케일러빌리티 기술에는 계층 간의 예측을 위해서 참조 계층의 영상을 항상 계층의 해상도와 동일하게 하는 영상 보간 과정이 필요하다. 본 논문에서는 HEVC (high efficiency video coding) 기반의 스케일러블 비디오 압축을 위하여 새로운 영상 보간 필터를 제안한다. 제안하는 보간 필터는 DCT (discrete cosine transform) 수식을 기반으로 설계되었으며, 하위 계층의 텍스처를 1.5 배로 보간할 때 사용된다. 제안하는 보간 필터를 적용하여 계층 간 예측을 수행할 결과, simulcast 로 부호화 한 것 대비 BD-bitrate 를 약 52.8% 감소시켰고, BD-PSNR 을 약 1.87dB 증가시켰다.

1. 서론

최근 표준화가 진행 중인 HEVC (high efficiency video coding)는 H.264/AVC 에 비해 약 40% 정도의 압축 성능을 향상시켰다. 현재 HEVC 표준화는 마무리 단계에 와 있으며, 2012년 10월부터는 HEVC 를 기반으로 하는 스케일러블 비디오 압축 표준화가 추가로 진행될 예정이다. 스케일러블 비디오 압축은 다양한 네트워크 환경에서 영상을 서비스하기 위해 개발된 비디오 코덱으로써, 시간적, 공간적, 그리고 화질에 대한 스케일러빌리티를 제공한다.

공간적 스케일러빌리티는 영상을 다양한 해상도의 계층으로 나누어 부호화함으로써 스케일러빌리티를 제공한다. 기본 계층 (base layer)은 HEVC 기술만을 이용하여 부호화되고, 향상 계층 (enhancement layer)은 압축 효율을 높이기 위해 하위 계층과의 상관관계를 이용한 계층간 예측 기술을 사용하여 부호화된다. 향상 계층에서는 참조 계층의 텍스처, 움직임 정보, 잔여 신호 값을 예측 신호로 사용한다. 텍스처 정보를 사용하는 경우에는, 참조 계층의 해상도를 향상 계층의 해상도에 맞게 보간하여 사용한다. HEVC 스케일러블 비디오 압축은 2 배와 1.5 배의 공간적 스케일러빌리티를 제공하며, 이에 따라 2 배와 1.5 배에 대한 보간 필터가 필요하다. 본 논문에서는 HEVC 기반 스케일러블 비디오 압축의 계층간 예측을 위한 1.5 배 보간 필터를 설계한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 절에서는 스케일러블 비디오 압축의 공간적 스케일러빌리티에 대해 간단히 알아보고, 3 절에서는 본 논문에서 제안하는 1.5 배 보간 필터를 설명한다. 4 절에서는 제안한 필터의 성능을 실험을 통해 확인한다. 마지막으로 5 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 스케일러블 영상 압축을 위한 계층 간 예측 기술

스케일러블 비디오 압축에서는 공간적 스케일러빌리티를 위해 각 계층에서 서로 다른 해상도의 영상을 부호화한다. 기본 계층은 계층 간 예측을 하지 않고 HEVC 와 동일한 방법으로 부호화된다. 향상 계층은 계층 간 중복성을 줄여 압축 효율을 높이기 위해 하위 계층의 정보를 참조해 계층 간 예측을 하여

부호화된다. 계층 간 예측은 하위 계층의 텍스처, 움직임 정보, 잔여 신호 값을 이용한다. 계층 간 예측은 예측 대상에 따라 화면 내 예측, 움직임 예측, 잔여 신호 예측으로 나누어진다.

계층 간 화면 내 예측은 참조 계층의 화면 내 블록을 향상 계층의 해상도로 업샘플링(up-sampling) 하여 이를 향상 계층의 예측 블록으로 사용한다. 예를 들어, 향상 계층의 해상도가 1920×1080 이고 참조 계층의 해상도가 960×540 일 때, 참조 계층의 블록은 2 배 보간 필터를 이용해 보간된 후에 향상 계층에서 사용된다. 참조 계층의 해상도가 1280×720 이라면 참조 계층의 블록은 1.5 배 보간 필터를 이용해 보간된 후에 향상 계층에서 사용된다.

계층 간 움직임 예측은 향상 계층의 움직임 정보가 하위 계층의 움직임 정보와 유사함을 이용해 부호화하는 방법이다. 하위 계층의 움직임 정보를 사용함으로써 향상 계층에서는 추가적인 움직임 정보를 부호화하지 않아도 된다. 움직임 정보는 움직임 벡터 (motion vector)와 블록 분할 정보를 말한다. 움직임 벡터와 블록 분할 모드는 향상 계층에 맞게 업샘플링하여 사용한다. 예를 들어, 2 배 공간적 스케일러빌리티가 있다고 할 때 움직임 벡터는 2 배 업샘플링 된 후 사용된다. 블록 분할 모드는 하위 계층의 8×8 블록이 두 개의 4×8 블록으로 분할되어 있다면, 이는 향상 계층에서 두 개의 8×16 블록으로 업샘플링 되어 사용된다.

계층 간 잔여 신호 예측은 향상 계층과 하위 계층간의 움직임이 비슷하기 때문에 움직임 예측 후의 잔여 신호 또한 상당히 비슷하다는 점을 이용한 예측 기술이다. 하위 계층의 잔여 신호는 향상 계층의 잔여 신호를 예측하는 데 사용한다. 이 때 하위 계층의 잔여신호는 향상 계층의 해상도에 맞게 보간되어 사용된다. 보간 필터는 양선형 (bi-linear) 필터를 이용한다.

3. 제안하는 보간 필터

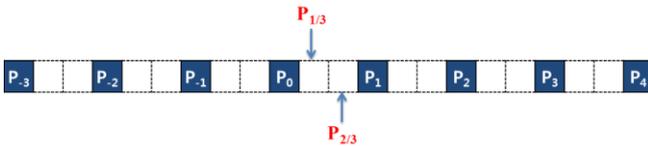
HEVC 스케일러블 비디오 압축 표준화에서 1.5 배 공간적 스케일러빌리티를 지원함에 따라 참조 계층을 보간하는 데 사용 할 1.5 배의 보간 필터가 필요하다. 본 논문에서는 DCT-IF (DCT-based interpolation filter) 기반의 필터를 사용하여 1.5 배 보간 필터 계수를 설계하였다. 표 1 은 휘도 영상에 대한

보간 필터 계수를 보여주며, 그림 1 은 각 필터 계수가 어느 위치의 화소에 적용되는 지를 보여준다.

표 1. 1.5 배 보간을 위한 휘도 영상 보간 필터 계수

위치	필터 계수
1/2	{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}/64
1/3	{-1, 5, -12, 53, 26, -9, 4, -1}/65
2/3	{-1, 4, -9, 26, 53, -12, 5, -1}/65

그림 1. 필터 계수가 적용되는 화소 위치



휘도 영상에 대해서는 8 탭 필터를 사용한다. 1.5 배 보간 필터의 계수는 HEVC 의 보간 필터 계수와 유사하게 DCT 기반으로 유도하였다. 2 배 보간과 달리, 1.5 배 보간은 참조 계층의 모든 정수 화소가 항상 계층에서 그대로 사용되지 않는다. 짝수 행과 짝수 열에 있는 정수 화소는 그대로 사용되지만, 홀수 열이나 홀수 행에 있는 정수 화소는 직접적으로 항상 계층에서 사용되지 않게 된다.

표 2 는 색차 보간 필터 계수를 보여준다. 색차 신호에 대해서는 4 탭 보간 필터를 사용하며, 필터링 방법은 휘도 영상에 대한 필터링과 동일하다.

표 2. 1.5 배 보간을 위한 색차 보간 필터 계수

위치	필터 계수
1/2	{-4, 36, 36, -4}/64
1/3	{-5, 25, 51, -7}/64
2/3	{-7, 51, 25, -5}/64

4. 실험 결과

실험은 HM 6.1.1 기반 스케일러블 비디오 압축 소프트웨어를 사용하였다. 성능 실험에 사용한 영상은 HEVC Class B 이며, 실험 환경은 표 3 과 같다.

표 3. 실험 환경

공간적 스케일러블리티		
	기본 계층	향상 계층
해상도	1280×720	1920×1080
QP	22, 26, 30, 34	Delta 2 (24, 28, 32, 36)

표 4 는 각 영상 별로 simulcast 로 부호화 한 결과와 비교를 한 실험 결과이다. 가장 성능이 좋은 Kimono 영상의 경우, BD-bitrate 는 72.1 % 감소하였고 BD-PSNR 은

3.51dB 증가하였다. 성능이 가장 낮은 BQTerrace 영상의 경우, BD-bitrate 는 24.5% 감소하였고 BD-PSNR 은 0.32dB 증가하였다. HEVC Class B 영상에 대하여 평균적으로 BD-bitrate 가 52.8% 감소되었고, BD-PSNR 은 1.87dB 증가하였다.

표 4. 실험 결과

영상	BD-bitrate (%)	BD-PSNR (dB)
Kimono	-72.1	3.51
ParkScene	-53.7	2.18
Cactus	-56.0	1.70
BasketballDrive	-57.6	1.63
BQTerrace	-24.5	0.32
평균	-52.8	1.87

5. 결론

스케일러블 비디오 압축은 계층 간 중복성 제거를 위하여 계층 간 예측을 사용한다. 이러한 계층 간 예측 기술 중, 계층 간 화면 내 예측은 항상 계층에서 하위 계층의 텍스처 정보를 예측 값으로 사용하기 위하여 하위 계층의 복호화된 텍스처를 항상 계층의 해상도에 맞게 보간한다. 본 논문에서는 하위 계층의 텍스처 블록을 보간하는 데 필요한 1.5 배 보간 필터 계수를 DCT 를 기반으로 설계하였다. 실험 결과, simulcast 로 부호화 한 것 대비 BD-bitrate 는 약 52.8% 감소하였고, BD-PSNR 은 약 1.87dB 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 사업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10039199, 인지품질 기반 스케일러블 3D 비디오 코덱 핵심 기술 연구]

본 연구는 방송통신위원회의 ETRI 연구개발지원사업의 연구결과로 수행되었음(KCA-2012-11921-02001)

참고 문헌

- [1] JCT-VC, "WD8: working draft 8 of high-efficiency video coding," JCTVC-J1003, JCT-VC Meeting, Stockholm, July 2012.
- [2] JCT-VC, "Sharp' s proposals for HEVC scalability extension," JCTVC-H0669, JCT-VC Meeting, San Jose, Feb. 2012.
- [3] JCT-VC, "Scalable structures and inter-layer predictions for HEVC scalable extension," JCTVC-F096, JCT-VC Meeting, Torino, July, 2011.
- [4] JCT-VC, "Scalability Support in HEVC," JCTVC-F290, JCT-VC Meeting, Torino, July, 2011.

- [5] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, “ Advanced video coding for generic audio–visual services,” ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496–10(MPEG–4 AVC), Version 8 (including SVC extension): Consented in July 2007.
- [6] H. Schwarz and D. Marpe, “ Overview of the scalable video coding extension of the H.264/AVC standard,” *IEEE Trans. Circuits Sys. Video Technol.*, vol. 17, no. 9, pp. 1103–1120, Sep. 2007.