

공간적 스케일러빌리티를 이용한 HEVC의 부호화 효율 예측

*장수진 **서영호 ***김동욱

Kwangwoon University

Coding efficiency prediction of HEVC using spatial scalability

*Jang, Sujin **Seo, Youngho ***Kim, Dongwook

Kwangwoon University

요약

최근 4K 이상의 초고해상도 동영상 콘텐츠가 제작되고 있고 그에 따라 많은 기업이 UHD TV 제품을 제작 판매 하고 있다. 따라서 이에 대응할 수 있는 새로운 코덱이 필요하고 그를 위해 HEVC가 개발되었다. 그러나 아직 HEVC의 부호화 효율을 위한 scalable 부호화 방식이 개발 중이다. 초고해상도 비디오 콘텐츠를 다양한 단말기에서 사용할 수 있도록 하기 위해서는 scalable 부호화 방식이 연구개발 되어야 한다.

본 논문에서는 HEVC 이전 버전 코덱인 H.264/AVC를 기반으로 한 scalable 부호화 방식 중 공간적 scalability에 대해 설명하고 여러 방법으로 간단하게 적용시켜 scalable 부호화 방식의 효율의 성능을 예측 평가해 본다. 이 방식은 down-sampling한 영상을 HEVC로 부호화하고 이를 up-sampling한 영상과 원영상의 차영상을 HEVC로 부호화하여 전송하는 방식이다. 여기서는 이 방식의 결과를 토대로 이 방식의 문제점을 지적하고 이를 토대로 한 향후의 연구방향을 제시한다.

1. 서론

현재 가장 널리 쓰이고 있는 동영상 압축은 H.264/AVC 코덱이다. 이 코덱은 Full HD 급 해상도에 대응하지만 4K이상의 초고해상도 동영상에서는 압축률이 충분치 않다. 따라서 많은 기업이 앞 다퉈서 UHD TV를 제작 판매하고 있는 시점에서 4K 이상의 초고해상도 동영상에 대응할 수 있는 새로운 코덱이 필요하다. 그래서 H.264/AVC 이후 ISO MPEG 와 ITU-T VCEG가 공동으로 구성된 JCT-VC 팀은 새로운 비디오 코딩 표준인 HEVC를 표준화하였다[1].

근래의 무선망 및 인터넷의 초고속화에 따라서 다양한 멀티미디어 서비스가 활성화되고 있으며 다양한 대역폭, 프로토콜 등을 갖는 전송망이 혼재되어있다. 또한 다양한 화면 크기, 해상도, 연산 능력을 가진 여러 종류의 비디오를 소비하는 제품들이 출시되었다. 따라서 멀티미디어 콘텐츠의 전송과 저장을 위해서는 다양한 환경에 대응해야 한다. 이를 위해 H.264/AVC 기반의 스케일러블 부호화 방식(SVC, Scalable Video Coding)을 개발하여 사용 중이다. SVC는 다양한 영상 크기, 프레임율, 비트율에 대한 공간적(spatial), 시간적(temporal), 화질적(SNR) 스케일러빌리티를 지원한다[2].

H.264/AVC 기반의 SVC는 이미 표준화 되어있지만 HEVC에 대해서는 아직 연구가 진행 중이다. 따라서 본 논문에서는 H.264/AVC 기반의 SVC 중 공간적 스케일러빌리티에 대해 알아보고 이를 HEVC에 적용했을 때의 효율을 알아보려고 한다.

본 논문의 2장에서는 H.264/AVC 기반의 공간적 스케일러빌리티에 대해 간단히 설명하고, 3장에서는 제안하는 알고리즘, 4장에서는

그에 따른 실험결과를 보이며, 이를 기반으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 공간적 스케일러빌리티 기술

공간적 스케일러빌리티는 다양한 크기의 시퀀스들을 각 공간적 계층(inter layer)에 입력하여 부호화하는 다 계층 부호화 기법이다. 이때, 하위 계층의 여러 정보(복원된 화소값, 움직임 벡터, 잔여 신호 정보 등)를 상위 공간적 계층에서 이용하면 부호화 효율을 높일 수 있다. 공간적 계층의 계층 간의 상관관계를 이용하여 부호화 효율을 높이기 위한 3가지의 계층 간 예측 기술이 있다.

(1) 계층 간 화면 내 텍스처 예측 (inter-layer intra texture prediction)

하위 공간적 계층의 영상을 복원하고 이를 현재 공간적 계층의 영상 크기에 맞게 보간한 후 이를 참조영상으로 이용하는 것이다. 영상의 복잡도가 낮은 경우 하위 공간적 계층 영상은 현재의 공간적 계층 영상과 공간적 중복성이 높기 때문에 이 방식은 부호화 효율을 극대화시킬 수 있다. SVC는 블록 단위로 복원된 화소를 참조하며 이때, 화면 내 부호화 된 블록에 대해서만 계층 간 화면 내 텍스처 예측을 가능하게 한다. 이를 Intra_BL 모드라 한다[2].

공간 계층의 영상의 크기가 다른 경우에는 Intra_BL 모드에서 하위 공간적 계층으로부터 예측신호를 얻기 위해서는 하위 계층의 같은 대응지점에 위치한 블록의 복원된 화소 값에 대해 상향 표본화(Up-sampling)을 하고 디블록킹 필터(deblocking)를 적용시킨다[3].

2) 계층 간 움직임 예측 (inter-layer motion prediction)

하위 공간 계층의 대응 블록의 위치가 화면 간 부호화 되었다면 상위계층의 블록은 하위계층의 움직임 정보와 모드 정보를 참조할 수 있다. 따라서 상위계층에서는 하위계층에서 참조할 수 있는 정보를 매크로블록 헤더에 부호화 하지 않을 수 있다. 이는 비트량을 줄이는데 큰 도움을 준다[3].

3) 계층 간 잔여 신호 참조 (inter-layer residual prediction)

공간적 하위계층의 양자화 계수 값이 큰 경우, 공간적 하위 계층의 잔여신호가 현재 공간적 계층의 잔여신호를 위한 예측으로 사용될 때 부호화 효율이 증대될 수 있다[3].

3. 공간 스케일러블 코딩

그림1은 2-layer만을 표시한 간단한 공간 스케일러블 코딩과정을 보이고 있다. 부호화 과정은 먼저 원영상을 down-sampling하여 HEVC로 코딩한다. 그 결과 정보는 base layer 정보로서, 저해상도 영상의 정보가 된다. 한편 down-sampling한 영상을 up-sampling하여 원영상과의 차영상을 구한다. 이 정보가 고해상도 영상에 대한 추가정보가 될 것인데, 본 논문에서는 기본적인 연구를 위해 이 정보를 down-sampling한 영상과는 독립적으로 HEVC로 coding하여, enhancement layer 정보로 하였다

복호화는 먼저 base layer 정보를 복호화하여 저해상도의 영상을 얻는다. 다음은 enhancement layer 정보를 복호화하여 고해상도의 추가정보를 얻어 저해상도 영상을 up-sampling한 결과와 합하여 고해상도 영상을 얻는다.

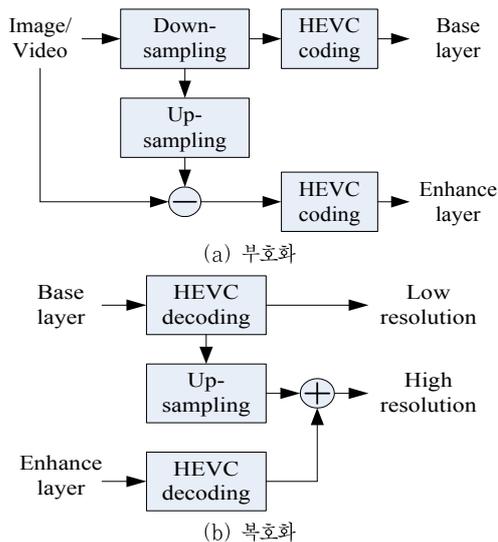


그림 1. 공간 스케일러블 코딩

그림 1의 가장 기본적인 scalable coding을 연구하는 목적은, ① HEVC의 scalable coding에 있어서 추가정보를 효율적으로 coding하는 방법을 찾는 것과, ② Scalable coding이 아니더라도 고해상도 영상/비디오를 효율적이고 저비용, 저시간으로 coding하는 방법을 찾는

것이다. 따라서 본 논문에서는 그림 1의 coding 방법에 대한 화질 검사를 하고, down-sampling 한 영상과 차영상의 예측결과를 비교하는 실험을 수행한다.

4. 실험 및 결과

그림 2는 원영상과 그림 1의 scalable coding한 결과를 복호화한 영상을 비교하고 있다. 이 복호화에서 QP는 25이었으며, 육안으로는 두 영상의 차이를 느끼지 못할 정도이다.



(a) 원영상 (b) 그림 1의 coding 결과

그림 2. 그림 1의 scalable coding 결과의 예

그림 3은 그림 1의 scalable coding 수행 결과의 통계를 보이고 있다. 이 실험에서 GOP는 10 프레임으로 수행하였다. (a)는 총 비트율은 프레임 당 동일하게 하고, down-sampling 한 영상의 비트율을 점차 증가하고, 반대로 차영상의 비트율은 점차 감소시켜 PSNR을 구한 그래프이다. 이 그래프에는 각 영상의 화질추이를 파악하기 위해 down-sampling한 영상, 차영상, 그리고 두 영상을 결합한 영상의 화질을 원영상을 그대로 압축 부호화하여 동일한 비트율을 갖도록 하고 이를 복원한 영상의 화질과 같이 보이고 있다.

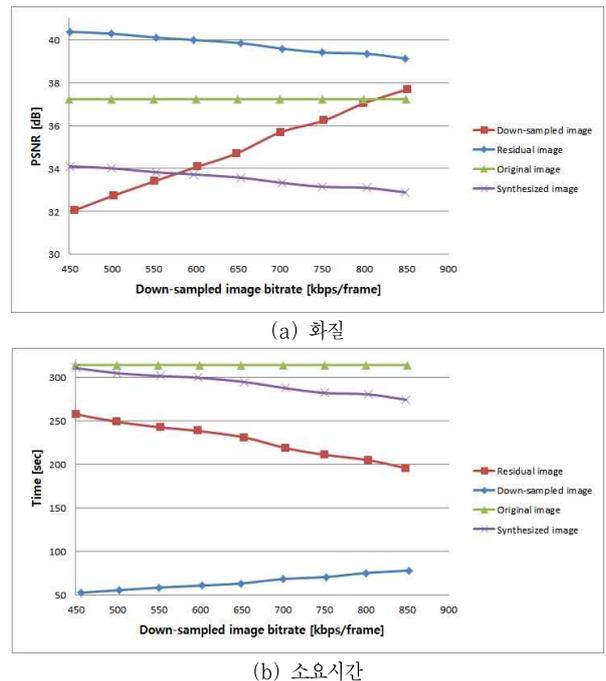


그림 3. 그림 1의 scalable coding의 성능

예상한 대로 down-sampling한 영상(down-sampled image)

은 비트율이 증가함에 따라 PSNR이 증가하고, 차영상(residual image)은 비트율이 감소함에 따라 PSNR이 감소하였다. 그러나 두 영상을 결합한 영상(synthesized image)은 down-sampling한 영상의 비트율이 증가함에 따라 감소하였고, 원영상 자체를 압축 부호화한 결과에 비해 3~4 정도 낮은 PSNR을 보였다. 이것은 원 영상 자체를 압축하는 것보다 scalable coding을 수행하는 것이 압축효율이 낮다는 것을 보여준다. 또한 down-sampling 한 영상보다 차영상의 크기가 크기 때문에 상대적인 비트율 감소에 따른 화질저하도 차영상이 더 큰 것으로 나타났다.

그림 3(b)은 부호화의 소요시간을 나타내고 있다. Down-sampling한 영상의 부호화 시간은 상대적인 크기보다 더 적은 시간이 소요되었으며, 차영상 또한 원영상과 크기가 동일하나 소요시간은 원영상보다 적었다. 두 영상의 소요시간을 합한 결과도 원영상의 압축에 소요되는 시간보다는 적게 걸렸다.

5. 결과

본 논문은 공간적 스케일러빌리티에 대해 간략히 소개하고 HEVC에 다음과 같은 알고리즘을 완벽하게 적용하기 전에 일부분 적용하여서 부호화 효율의 경향성에 대해서 알아보았다. 공간적 스케일러빌리티의 많은 부분 중 일부분만 적용하였지만 어느 정도 부호화 효율(시간)이 있음을 알 수 있었다. 다만 일부분만 간략하게 적용하였기 때문에 완벽하게 부호화 효율이 좋아짐을 파악할 수 없었지만 가능성을 보였다. 향후 4K 비디오 콘텐츠의 전송 및 저장에서 HEVC기반의 스케일러빌리티가 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2013R1A1A2057798).

참고 문헌

- [1] Hyomin Choi, Junghak Nam, Donggyu Sim, and Ivan V. Baji, "Scalable Video Coding Based on High Efficiency Video Coding (HEVC)", pp. 346-351, 2011 IEEE Pacific Rim Conference, Aug. 2011.
- [2] 최해철, 이결일, 강정원, 배성준, 유정주, "스케일러블 비디오 부호화의 개요 및 성능 분석", 방송공학회논문지, 12권 6호, pp 542-554, Nov. 2007.
- [3] 이진호, 강정원, 이하현, 최진수, "SHVC 표준 기술 동향", TTA Journal, vol. 152, pp 60-65, 2014.