

H.264/AVC SVC를 위한 효율적인 잔여신호 업샘플링 기법

고경은^o 강진미 김성민 정기동
부산대학교 컴퓨터공학과

{oyoubi^o, wolf, morethannow, kdchung}@melon.cs.pusan.ac.kr

Efficient Residual Upsampling Scheme for H.264/AVC SVC

Gyeongun Goh^o, Jinmi Kang, Sungmin Kim, Kidong Chung
Dept. of Computer Science and Engineering, Pusan National University

멀티미디어 통신 환경에 적합한 융통성 있는 비주얼 콘텐츠를 위해서 ISO/IEC MPEG 과 ITU-T VCEG는 Joint Video Team을 구성하여 기존 H.264/AVC 표준에 기반을 둔 SVC(Scalable Video Coding)을 확장 형식으로 표준화하고 있다.

SVC는 각양각색의 해상도(resolution), 화질(quality), 복잡도(complexity)를 가진 콘텐츠에 따라, 다양한 대역폭을 가진 네트워크에 따라 다양한 활용이 가능하도록 하는 압축 방식이다. 특히 시간적, 공간적, 화질의 확장성을 하나의 비트스트림(bitstream)으로 표현하며, 비트스트림을 조절하여 각 확장성(Scalability)을 제공할 수 있다. 이를 위해 SVC는 다중 공간적(Spatial) 계층, 다중 시간적(Temporal) 계층, 다중 SNR 계층 구조를 제공하며 이 구조들은 독립적으로 EH는 결합해서 다양한 방향으로 SNR 확장성(SNR Scalability), 시간적 확장성(Temporal Scalability), 공간적 확장성(Spatial Scalability), 결합된 확장성(Combined Scalability)을 제공한다.

SVC는 공간적 확장성의 압축 효율을 높이기 위해 기존 H.264/AVC에서 제공하는 인터 예측(inter prediction)과 인트라 예측(intra prediction) 뿐만 아니라 계층(layer) 간의 중복성(redundancy)을 제거 하는 계층 간 예측(inter-layer prediction)을 추가로 수행한다. 계층 간 예측 방법은 계층 간 인트라 텍스처 예측(Inter-layer intra texture prediction), 계층 간 움직임 예측(Inter-layer motion prediction), 계층 간 잔여신호 예측(Inter-layer residual prediction)이 있다.

계층 간 텍스처 예측은 부호화 하려는 매크로블록에 대응하는 하위 계층의 블록이 인트라 예측 모드로 부호화 된 경우 하위 계층의 해당 블록을 복원(Decoding)하고 복원된 블록을 현재 계층의 매크로블록의 해상도로 업샘플링하여 예측 신호로 사용한다.

계층 간 움직임 예측은 확장 계층의 움직임 정보를 효과적으로 코딩하기 위해 하위 계층의 움직임 정보를 재사용함으로써 확장 계층은 추가적인 움직임 벡터(Motion Vector)를 부호화 하지 않을 수 있다. 하위 계층에서 얻어진 움직임 벡터와 매크로블록 분할 모드를 이용하여 현재 계층의 참조 매크로블록을 구성하고 움직임 예측을 수행하는 방식을 base layer 모드라 한다. Base layer 모드에서 확장된 방식으로 하위 계층에서 업샘플링된 움직임 정보에 1/4 샘플 움직임 벡터 보상 (quarter-sample motion vector compensation) 정보를 추가로 부호화 하는 'quarter pel refinement' 모드가 있다. 이 모드는 보다 정확한 참조 매크로블록을 얻을 수 있으므로 계층 간 예측 과정에서 base layer 모드 보다 낮은 잔여신호를 발생시켜 보다 높은 코딩효율을 높일 수 있다.

계층 간 잔여신호 예측은 계층 간 인트라 움직임 예측이나 계층 간 인트라 텍스처 예측을 수행한 경우에 연속적인 공간적 계층은 움직임 정보가 같거나 텍스처 정보가 상당히 유사하기 때문에 각 계층에서 움직임 예측을 수행한 후의 잔여신호는 계층 간 상당한 유사성을 가짐을 이용한다.

계층 간 잔여신호 예측이 적용되면 기본 계층의 대응하는 매크로블록의 잔여신호는 1/2 샘플 마다

이 논문은 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

양선형(bi-linear) 필터($\frac{[1,1]}{2}$)를 이용하여 보간 되고 일정 경계 확장(constant border extension) 방법을 사용하여 업샘플링 된다. 결국, 이러한 과정을 통해 현재 계층의 움직임보상 과정에서 발생한 잔여 신호와 하위 계층에서 업샘플링 된 잔여신호의 차만 부호화 된다.

계층 간 예측 방법은 압축효율이 높아지는 장점이 있지만 계층 간 예측 방법을 추가로 수행함으로써 계산 복잡도가 높아지는 단점도 있다. 본 논문에서는 계층 간 예측 중 기본 계층의 잔여신호 값을 이용하는 예측 과정에서 계산 복잡도를 효율적으로 줄일 수 있는 잔여신호 업샘플링의 기법을 제안한다.

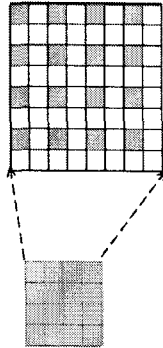


그림 1. 완전 샘플 위치와 1/2 샘플 위치

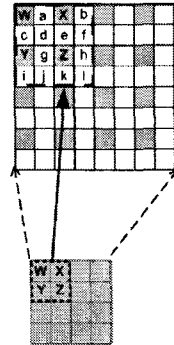


그림 2. 블록 단위 업샘플링

기존 방식은 현재 계층의 잔여신호 예측에 사용하기 위해 하위 계층의 잔여신호를 현재 해상도로 업샘플링하는 방법으로 양선형(bilinear) 필터($\frac{[1,1]}{2}$)를 사용하는 보간(interpolation)을 이용한다. 기존 방식은 그림 1. 의 초록색 블록이 의미하는 완전 샘플링(full sampling)을 수행 한 뒤, 그 외의 블록이 의미하는 1/2 샘플마다 양선형 필터를 수평, 수직방향으로 적용시켜 값을 정한다. 즉, 1/2 샘플마다 완전 샘플링으로 얻은 두 개 블록의 평균을 구하는 과정을 거친다.

하지만 잔여신호 정보는 참조 프레임과 부호화 하고자 하는 프레임 간의 차를 구한 것이므로, 움직임 벡터나 텍스처 데이터와 같이 매크로블록 내에 이웃한 값이 유사성을 가진다고 하기 어렵다. 단, 비디오 스트림의 부호화에 사용된 예측 방법의 효율에 따라 예측을 수행하는 단위인 블록 내에서는 잔여신호 값의 대략적인 크기가 유사할 것이다. 따라서 본 논문에서는 기존의 각 샘플에 양선형 필터를 적용하는 업샘플링 방법 대신 블록의 평균을 이용하여 블록 단위로 동일한 값을 보간 하는 업샘플링 방법을 제안한다.

매크로블록 내의 움직임 예측은 서브 매크로블록(sub-macroblock)으로 나누어 행해 질 수 있고 이로 인한 움직임 보상된 잔여신호는 서브 매크로블록마다 다를 수 있다. 따라서 1/2 샘플 지점의 보간은 서브 매크로블록의 최소 단위인 4x4 블록 단위로 수행한다. 곧, 4x4 블록의 1/2 샘플 지점이 가지는 잔여신호 값은 하위 계층의 2x2 블록의 잔여신호를 평균하여 얻는다. 예를 들어, 그림 2의 1/2 샘플인 a~l까지의 값은 완전 샘플링 된 기존 데이터 W~Z를 평균한 값($\frac{W+X+Y+Z}{4}$)으로 모두 동일한 값을 가진다. 즉, 붉은 점선 안의 4x4 블록에서 위와 같은 연산은 한번 일어나며 전체 과정에서 2x2 블록을 4x4 블록으로 업샘플링하는 과정을 반복한다.

제안하는 잔여신호 업샘플링 방법은 잔여신호 정보의 특징을 이용하여 블록단위의 평균을 이용하여 보간하기 때문에 기존 H.264/AVC SVC에 제공하는 샘플 단위의 평균을 이용하여 보간 하는 업샘플링 방식에 비해 전체 연산수가 줄어들어 계산 복잡도를 감소시키는 데 효율적으로 이용될 수 있다.