

# H.264 기반 스케일러블 비디오 부호화에서 부호화 효율을 고려한 잔여신호 예측에 관한 연구

## Adaptive Residual Prediction for coding efficiency on H.264 Based Scalable Video Coding

\*박 성 호, \*\*오 형 석, \*\*\*김 원 하,  
 \*Seong Ho Park, \*Hyung Suk Oh, \*Won Ha Kim  
 [pncc77, ogun5, wonha]@khu.ac.kr

**Abstract** - In the scalable extension of H.264/AVC, the codec is based on a layered approach to enable spatial scalability. In each layer, the basic concepts of motion compensated prediction and intra prediction are employed as in standard H.264/AVC. Additionally inter-layer prediction algorithm between successive spatial layers is applied to remove redundancy. In the inter-layer prediction, as the prediction we can use the signal that is the upsampled signal of the lower resolution layer. In this case, coding efficiency can be variable as the kinds of interpolation filter. In this paper, we investigate the approach to select the interpolation filter for residual signal in order to optimal prediction.

**Key Words** :scalable video coding, H.264, AVC, Video Coding, inter-layer residual prediction

### 1. 개 요

스케일러블 비디오 부호화(Scalable Video Coding, SVC)는 2004년 10월을 시작으로 표준화 진행 중이다. 현재 표준화는 H.264/AVC의 스케일러블 확장이 WD(Work Draft)로 선택 되면서 H.264/AVC의 수정안(amendment)으로 진행되고 있다.

H.264/AVC는 움직임 보상, 혹은 인트라 예측 모드로 결정된 매크로블록의 잔여 신호를 부호화 하는 혼합형 비디오 코덱이다. H.264/AVC의 스케일러블 확장은 계층화된 부호화 방법과 비트플레인(bitplane) 부호화와 같은 본래 갖추어진(intrinsic) 스케일러블 방법의 혼합(Hybrid) 형태로 완전한 스케일러빌리티(scalability)를 구현한다.[1]

계층화된 부호화 구조에서 각 계층은 H.264/AVC에 명시된 움직임 보상 예측과 인트라 예측방법을 사용하며, 추가적으로 계층 간 발생하는 잉여정보(redundancy)를 제거하기 위해 추가적으로 계층 간 예측을 사용한다. 현재 계층에서 이전 한 단계 낮은 공간 해상도를 갖는 계층의 정보를 사용하기 위해 복원 영상 신호를 업샘플링(up-sampling)하며, 업샘플링된 영상 신호는 현재 계층의 매크로 블록에 대한 예측값으로 사용된다. 본 논문에서는 한 단계 낮은 공간 해상도를 갖는 이전 계층에서 잔여 신호에 대해 다양한 필터를 사용 업샘플링(보간)한 후, 이 중 가장 알맞은 필터를 선택하여 부호화하는 방법에 대해 논한다.

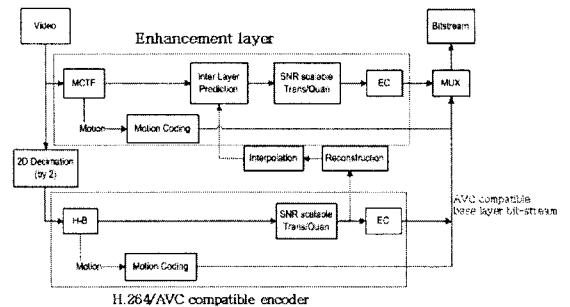


그림 1 공간 2 계층을 갖는 부호화기의 블록도

### 2. H.264/AVC의 스케일러블 확장

H.264/AVC의 스케일러블 확장은 계층적 코덱이다. 각 계층은 공간 계층 혹은 CGS(Coarse-Grain SNR) 계층이 되며, 계층별로 독립적인 움직임 보상 예측이 수행된다. 인접 계층 간 잉여정보는 움직임 정보와 인트라 텍스처, 잔여 신호에 대한 계층 간 예측을 통해 제거한다. 그림 1에 공간 2 계층을 갖는 부호화기의 블록도를 나타내었다.

#### 2.1 시간 스케일러빌리티

시간에 대한 분해(decomposition)는 시간적 스케일러빌리티를 위해 H.264/AVC와 호환 가능한 계층형(hierarchical) 예측과 움직임 보상 시간적 필터링(MCTF:Motion Compensated Temporal Filtering)을 통해 구현한다. 움직임 보상 예측과 인트라 예측은 GOP(Group of Picture)내에서 수행되

저자 소개

\*\*\*경희大學 전자공학學科 碩士課程

\*\*\*경희大學 전자공학學科 碩士課程 副教授 · 工博

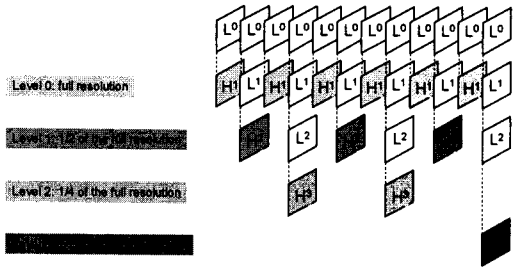


그림 2 시간적 스케일러빌리티를 위한 분해 예

며, 분해 레벨에 따라 발생하는 low pass 픽처와 high pass 픽처를 부호화 한다.[1] 그림 2는 한 GOP 단위로 12장의 픽처를 시간적으로 분해하였을 때 레벨에 따른 시간적 해상도를 나타낸다.

그림 2에서 시간 축으로 레벨 0의 분해를 완전한 시간적 해상도라고 하면 레벨 1에서는 반해상도 레벨 2에서는 1/4 해상도 레벨 3에서는 1/12의 시간적 해상도를 갖는다.

### 2.2 화질 스케일러빌리티

각 계층에서의 화질에 대한 스케일러빌리티는 최초 화질 기본계층을 양자화 한 후 원본 영상과의 차이를 다시 더 미세한 스텝크기로 양자화 하여 개선(enhancement) 계층을 만든다. 이러한 양자화는 CGS를 가능케 하며 미세 화질에 대한 스케일러빌리티(Fine Granular Scalability, FGS)를 위해 각 비트 플레인을 양자화 step size를 변화하며 반복적으로 양자화 하여 부호화하는 방법과 지그재그(zig-zag) 스캔을 블록별로 수행하는 (Cyclic coding) 기법으로 심플의 부호화 순서를 변화하여 가능케 한다.[3]

### 2.3 공간 스케일러빌리티

공간 스케일러빌리티는 공간 해상도별로 계층화된 구조로 구현할 수 있다. 각 계층은 H.264/AVC에 명시된 움직임 보상 예측과 인트라 예측방법을 사용하여 부호화 하는데 각 계층들은 공간 해상도만 다를 뿐 같은 입력영상 신호를 부호화하기 때문에 계층 간 잉여정보(redundancy) 발생한다. 이러한 잉여정보를 제거하기 위해 추가적으로 계층 간 예측을 사용한다. 서로 다른 공간 해상도를 갖는 계층 간 예측을 위해 하위 계층의 움직임 정보와 복원된 인트라 텍스처, 잔여 신호 등의 정보는 업샘플링되며 이 신호는 현재 계층의 매크로 블록에 대한 예측 값으로 사용된다. 움직임 정보는 공간 해상도의 비율로 업샘플링 되고, 인트라 텍스처는 H.264/AVC의 반화소 필터를 통해 업샘플링 되며, 잔여 신호는 단순 쌍일차(bi-linear) 필터로 업샘플링 된다.

그림 3에 인트라 블록에 대한 계층 간 예측의 예를 나타내었다.[2] 계층  $k$ 의 복원된 인트라 블록을 포함한 프레임은 업샘플링 후에 계층  $k+1$ 의 연관된(corresponding) 매크로블록에 대한 예측 값으로 사용된다.

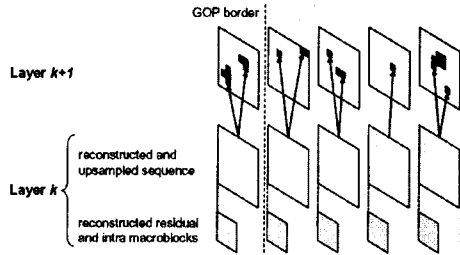


그림 3 인트라 블록에 대한 공간 계층 간 예측

### 3. 제안하는 잔여 신호에 대한 적응적 필터 선택

잔여 신호에 대한 계층 간 예측은 이전 계층 블록이 인트라 모드로 부호화 되었을 경우 수행되며, 현재 계층의 원본 영상에 업샘플링된 잔여 신호와 움직임 정보를 이용하여 부호화한다. 업샘플링된 잔여 신호는 원본 영상과 차감되며, 업샘플링된 움직임 정보는 현재 계층에서 움직임 정보로 사용된다.

업샘플링 필터의 사용에서 잔여 신호에 대해 단순 쌍일차(bi-linear) 필터를 사용하는 기존의 방법에 대해 본 논문에서는 잔여 신호 예측 방법은 잔여 신호를 업샘플링할 때, 서로 다른 업샘플링 필터를 사용하여 각각에 대한 비트율 왜곡비용을 계산하고 비용이 가장 낮은 필터를 선택적으로 사용하는 것을 제안 한다.

그림 4에 제안하는 잔여 신호 예측방법에 대한 블록도를 나타내었다.

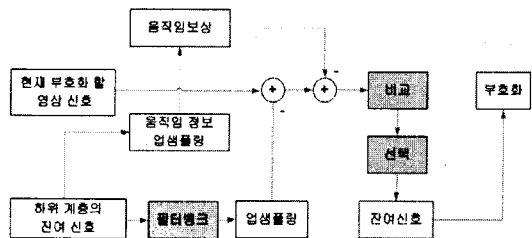


그림 4 제안하는 계층 간 예측 블록도

### 4. 실험 결과

실험은 JSVM(Joint Scalable Video Model) 2.0 참조프로그램을 사용하였다.[4] H.264/AVC 스케일러블 확장 알고리즘의 잔여 신호 예측 방법을 따르며 필터 뱅크와 비교부, 선택부를 -그림 4에서 음영이 들어간 블록- 추가하여 제안 방법을 구현 하였다.

실험에 사용된 업샘플링 필터는 H.264/AVC의 반화소 필터와 단순 쌍일차(bi-linear) 필터를 사용하였으며 공간 해상도비 2를 갖는 두 개의 계층에 대해 실험하였다. 테스트 영상은 MPEG 테스트 시퀀스 8가지에 대해 수행하였으며 다음

의 그림들은 'Foreman', 'Football', 'City'에 대한 실험 결과로

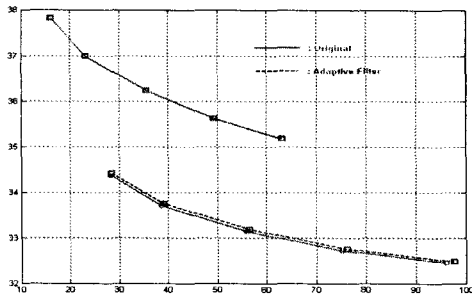


그림 5 'Foreman' 영상의 실험 결과

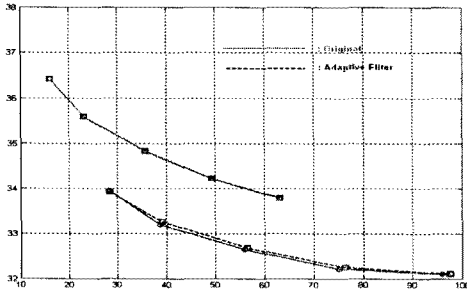


그림 6 'Football' 영상의 실험 결과

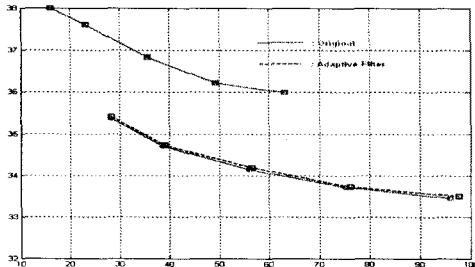


그림 7 'City' 영상의 실험 결과

비트율에 따른 PSNR 값의 변화를 나타낸다.

실험 결과 모든 테스트 영상에서 화질의 향상을 볼 수 있었으며 특히 움직임의 크기는 작으나 변화가 심한 'Foreman' 테스트 영상에서 높은 향상을 볼 수 있었다.

### 5. 결론

기존의 잔여 매크로블록에 대한 단일의 업샘플링 필터에서 서로 다른 업샘플링 필터를 적용하여 매크로블록마다 적합한 업샘플링 필터를 선택적으로 사용하는 기법으로 효율적인 부호화가 가능하다는 것을 복호 영상의 화질로 알 수 있었다. 이는 기존 잔여 신호에 대한 일반화된 패턴에 취약한 부분이 있다는 것을 단적으로 보여주는 것이며 차후 복잡도를 줄이면서 효과적인 업샘플링을 실시 할 수 있는 안정화된 패턴이 필요하리라 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 과학재단 특정기초 연구사업(R01-2005-000-11054-0) 지원으로 수행되었음.

### 참고 문헌

- [1] J. Reichel, H. Schwarz, M. Wien, "Joint Scalable Video Model JSVM-0", Joint Video Team of ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, Doc.JVT-N020, Hong Kong, CN, Jan. 2005.
- [2] H. Schwarz, T. Hinz, D Marpe, T Wiegand, "Constrained Inter-Layer Prediction for Single-Loop Decoding in Spatial Scalability", Fraunhofer Institute for Telecommunications-Heinrich Hertz Institute, Berlin, Germany.
- [3] Y.Bao, M.Karczewicz, J.Ridge, X.Wang, "FGS block enhancements for scalable video coding", ISO/IEC/JCT1/SC29/WG11, M11428, Palma, Spain, Oct. 2004.
- [4] "JSVM 2 software", Joint Video Team of ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, JVT-O055, Busan, KR, April 2005.