

논문 2008-45SP-6-12

MPEG-4 AVC|H.264 Scalable Extension을 위한 고속 모드 결정 방법

(Fast Coding Mode Decision for MPEG-4 AVC|H.264 Scalable Extension)

임 선 희*, 양 정 업*, 전 병 우**

(Sunhee Lim, Jungyoup Yang, and Byeungwoo Jeon)

요 약

본 논문에서는 MPEG-4 AVC|H.264 SE(Scalable Extension) 부호화 복잡도의 대부분을 차지하는 모드 결정과정을 간략화시키는 시간적 및 공간적 계층 부호화에 따른 고속 모드 결정 방법을 제안한다. 우선 시간적 계층 부호화를 위해 조기스킵(Early Skip) 알고리즘과 MHM(Mode History Map)을 이용한 고속 모드 결정법을 제안한다. 조기스킵 알고리즘은 시간적으로 이전 영상과 이후 영상에 속한 참조 매크로블록의 모드만을 후보 모드로 사용하고, GOP 내에 존재하는 참조 매크로블록의 모드들로 MHM을 구성하여, 여기에 포함된 매크로블록 모드만을 후보 모드로 사용한다. 또한, 공간적 계층 부호화를 위해서는 하위 공간 계층에 대한 MHM을 구성하고, 여기에 BL_mode 만을 추가하여 상위 공간 계층의 후보 모드로 사용하는 방법을 제안한다. 제안방법은 후보 모드의 개수를 감소시킴으로써 최적 모드를 선택하기 위한 모드 결정 과정의 복잡도를 감소시킨다. 실험 결과는 제안 방법이 기존 방법에 비해 유효-왜곡 성능의 큰 감소 없이 시간적 계층 부호화 방법에 대해 약 52%, 공간적 계층 부호화 방법에 대해 약 47%의 복잡도를 감소시킬 수 있음을 보여준다.

Abstract

In this paper, we propose a fast mode decision method for temporal and spatial scalability to reduce computational complexity of mode decision that used to be computationally one of the most intensive processes of the MPEG-4 AVC|H.264 SE(Scalable Extension) encoding. For temporal scalability, we propose an early skip method and MHM(mode history map) method. The early skip method confines macroblock modes of backward and forward frames within selected a few candidates. The MHM method utilizes stored information of frames inside a GOP of lower levels for the decision of MHM at higher level. For the spatial scalability, we propose the method that uses a candidate mode according to the MHM method and adds the BL_mode as candidates. The proposed scheme reduces the number of candidate modes to reduce computational complexity in mode decision. The proposed scheme reduces total encoding time by about 52% for temporal scalability and 47% for spatial scalability without significant loss of RD performance.

Keywords: Fast Mode Decision, Complexity Reduction, Scalable Coding, Early Skip, Mode History Map

I. 서 론

* 학생회원, ** 정회원, 성균관대학교 정보통신공학부 (Sungkyunkwan University, School of Information and Communication Engineering)

※ 이 논문은 과학기술부의 재원으로 한국과학재단 국가지정연구실 사업으로 수행된 연구임 (R0A-2006-10286-0(2008))

접수일자: 2008년8월28일, 수정완료일: 2008년10월10일

최근의 이동 통신 기술의 발달은 문자나 음성 등 제한된 데이터를 전송하던 기존의 네트워크 환경을 벗어나 동영상이나 3차원 영상 등의 대용량 데이터를 언제 어디서나 전송할 수 있는 새로운 환경으로 변화시켰다. 이러한 네트워크 환경의 발달로 인해 HDTV 방송, 인

터넷 방송 등의 대용량 멀티미디어 서비스가 보급되기 시작하였을 뿐만 아니라, 고품질의 멀티미디어 데이터가 휴대폰이나 PMP(Portable Media Player)와 같은 휴대형 모바일 기기를 통해 전송되는 이동 멀티미디어 서비스가 상용화되었다. 그러나 특정 응용을 위해 고정된 영상 크기 또는 화질로 부호화하는 기존의 비디오 부호화 기술은 다양한 네트워크 환경이나 단말에 적용적으로 서비스하지 못하는 한계를 지니고 있었다. 예를 들어, 하나의 비디오를 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)와 HDTV에서 모두 시청하기를 원할 경우, 기존의 비디오 부호화 기술은 이를 위해 각각의 응용에 적합한 영상 크기와 화질로 동일한 비디오를 다시 부호화 하여 전송해야만 했다. 따라서 이러한 환경적 요구를 충족시키기 위해 한 번의 부호화로 다양한 영상 크기 및 화질의 비디오로 복호화가 가능한 새로운 부호화 기술이 요구되었다.

이러한 가변적 전송 환경에 따라 선택적인 영상크기 및 화질로 비디오 부호화를 가능하게 하는 기술 중 하나로 계층 부호화(Scalable Coding) 기술이 개발되었으며, 이에 따라 기존의 MPEG-4 AVC|H.264 표준을 기반으로 다양한 영상 크기와 화질을 지원할 수 있는 새로운 비디오 부호화 표준인 MPEG-4 AVC|H.264 SE(Scalable Extension)의 표준화가 진행되었다^[1]. 이 표준은 기본적으로 시간적(Temporal), 공간적(Spatial), 화질적(Quality) 계층 부호화를 지원한다. 시간적 계층 부호화는 GOP(Group Of Picture) 내의 hierarchical B-picture 구조를 통해 지원된다. Hierarchical B-picture는 GOP 내의 B-picture 참조를 허용하는 방식이다. 공간적 계층 부호화는 GOP 내의 영상들을 공간 해상도에 따라 여러 계층으로 나누고 이를 상위 계층과 하위 계층으로 구분한다. 상위 계층은 일반적으로 하위 계층보다 더 큰 크기의 영상으로 부호화되고, 하위 계층에서 생성된 움직임 정보나 텍스트 정보, 잔여 정보 등은 상위 계층의 부호화를 위한 예측값으로 사용한다. 화질적 계층 부호화는 각 계층의 입력 영상 크기가 동일하다는 차이점 외에는 기본적으로 공간적 계층 부호화와 동일한 방식을 지원하면서, 상위 계층에서는 큰 값의 양자화 계수를 사용하고 하위 계층에서는 작은 양자화 계수를 사용하여 잔여 정보를 줄이는 방법이다. 즉, 상위 계층으로 올라갈수록 양자화 간격을 줄임으로써 보다 좋은 화질을 얻을 수 있다.

MPEG-4 AVC|H.264 SE 표준의 참조 모델(JSVM : Join Scalable Video Model)은 이러한 부호화 방법을

통해 다양한 영상 크기 및 화질로 계층 부호화를 가능하게 함과 동시에 높은 부호화 효율을 유지하기 위해 MPEG-4 AVC|H.264 표준의 참조 모델(JM : Joint Model)에 기반을 둔 다양한 부호화 기술을 선택적으로 사용한다^[2]. 그 중에서 모드 결정 과정은 율-왜곡(Rate-Distortion) 측면에서 최적의 모드를 선택하기 위한 방법으로서 매크로블록 내의 모든 후보 모드(SKIP, P16x16, P16x8, P8x16, P8x8, I4x4, I16x16, BL)에 대한 율-왜곡 비용을 계산하고, 이 중에서 율-왜곡 측면에서 최적의 모드를 결정한다^[2]. JSVM 참조 모델의 모드 결정 과정은 해당 계층 내에서 참조되는 모든 매크로블록에 대한 율-왜곡 비용을 계산할 뿐만 아니라, 해당 계층이 참조하는 하위 계층의 매크로블록에 대해서도 역시 율-왜곡 비용을 계산해야 하기 때문에 높은 복잡도를 갖는다. 따라서 JSVM 참조 모델의 복잡도를 감소시키기 위해서는 이러한 모드 결정 과정의 연산량을 감소시키는 방법이 매우 효과적일 것이다.

전술한 바와 같이, JSVM 참조 모델의 구조적 기반인 MPEG-4 AVC|H.264 참조 모델 JM도 동일한 모드 결정 과정을 사용하기 때문에 JM 참조 모델의 복잡도를 감소시키기 위해 이미 제안된 다양한 고속 모드 결정 방법을 고려할 수 있다^[3-5]. 그러나 JSVM 참조 모델은 계층 부호화라는 특성을 지니고 있으므로 기존의 MPEG-4 AVC|H.264 를 위한 JM참조 모델과는 달리 계층 부호화에 적합한 고속 모드 결정 방법의 필요성이 제기되었다.

우선, MPEG-4 AVC|H.264 SE의 시간적 계층 부호화에서는 기존 MPEG-4 AVC|H.264와는 다른 hierarchical B-picture 구조를 사용하므로 이러한 구조에 적합한 고속 모드 결정 방법이 필요하다. 이를 위해, 현재 영상 내에서 해당 블록과 인접한 매크로블록(좌측, 상단)의 모드와 SKIP 모드만을 후보 모드로 사용하거나, 두 참조 영상의 매크로블록 모드와 SKIP 모드만을 후보 모드로 사용하는 고속 모드 결정 방법이 제안되었다^[6]. 이러한 방법은 모든 후보 모드에 대해 율-왜곡 비용을 계산하는 JSVM의 모드 결정 방법에 비해 후보 모드의 개수를 감소시킴으로써 연산량 감소 효과를 얻을 수 있었지만, 지나치게 제한적인 후보 모드를 사용하기 때문에 부호화 효율이 크게 저하되는 문제점을 지니고 있다. 또한, MPEG-4 AVC|H.264 SE의 공간적 계층 부호화를 위해서는 공간 계층이 증가할수록 율-왜곡 비용을 계산해야 하는 매크로블록의 개수가 증가하게 되므로 공간 계층의 수에 따라 복잡도가 증가하는 문제

가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 하위 계층의 매크로블록의 모드가 P16x16 모드인 경우에만 해당 계층의 후보 모드를 감소시키고, 그 외의 모드에 대해서는 해당 계층의 모든 모드에 대해 울-왜곡 비용을 계산하는 방법이 제안되었다^[7]. 그러나 이러한 방법은 영상에 특성에 따라 복잡도의 감소 성능이 크게 달라지는 문제점을 지니고 있다. 즉, 단순하고 움직임이 느린 영상에서는 좋은 성능을 보이지만, 복잡하거나 움직임이 빠른 영상에서는 복잡도가 크게 감소하지 않는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 시간적, 공간적 계층 부호화를 위한 고속 모드 결정 방법을 제안한다. 시간적 계층 부호화를 위하여 본 논문이 제시하는 고속 모드 결정 방법 중 첫 번째는 GOP 내에서 서로 다른 레벨에 속해 있는 픽처들 간의 유사성을 이용한 조기스킵(Early Skip) 방법이고, 두 번째는 GOP 내에서 이미 선택된 모드들의 MHM(Mode History Map)을 구성한 후 이 중에서 후보 모드를 결정하는 방법이다. 공간적 계층 부호화에서의 고속 모드 결정 방법은 시간적 계층 부호화에서 제안한 MHM 방법을 이용하여 각각의 공간 계층별로 MHM을 만들어 상위 공간 계층에서 모드 결정 시에 사용되는 후보 모드로 사용한다. 제안 방법은 영상의 특성에 따라 다양하게 발생하는 참조 모드를 적응적으로 선택할 수 있기 때문에 부호화 효율의 큰 감소 없이 효과적으로 부호화기의 연산량을 감소시킬 수 있다.

II. 계층 부호화 기술 및 모드 결정 방법

1. 시간적(Temporal) 계층 부호화 기술

MPEG-4 AVC(H.264) SE 표준에서는 시간적 계층 부호화를 지원하기 위해 hierarchical B-picture 기술을 표준으로 정의하고 있다. Hierarchical B-picture 구조는 일반적으로 B-picture를 참조 픽처로 사용하지 않는 기존 MPEG-4 AVC(H.264) 표준과는 달리 B-picture로 부호화 된 픽처를 다른 픽처에서 참조 할 수 있도록, general B-picture를 정의한다. 이 경우, 각 GOP 내의 픽처들을 부호화하는데 기본이 되는 픽처를 키픽처(Key Picture)라고 하며, 이전 GOP 내에 포함되어 있는 키픽처를 참조하여 해당 GOP 내에서 가장 먼저 부호화 및 복호화된다.

그림 1은 8장의 픽처를 하나의 GOP로 구성하여 hierarchical B-picture 구조를 사용해 시간적으로 분해

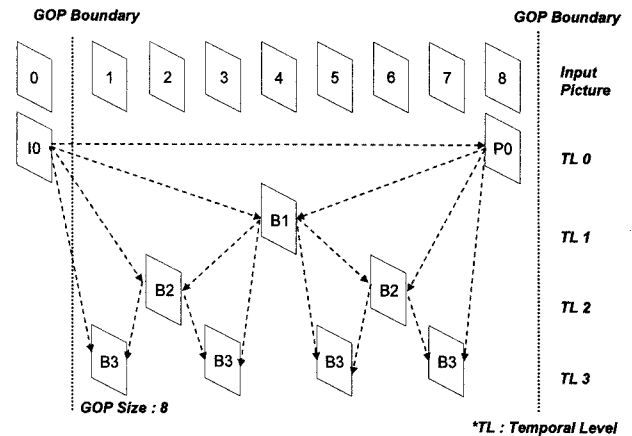


그림 1. Hierarchical B-Picture의 구조
Fig. 1. Hierarchical B-picture structure.

하였을 경우에 나타나는 시간적 레벨에 따른 픽처 간의 참조 구조를 보여준다. 부호화 과정의 대상이 되는 현재 픽처보다 상위 레벨에 속한 픽처들은 현재 픽처를 위한 참조 픽처가 되고, 현재 레벨에 포함된 픽처들은 움직임 예측 및 보상을 수행하여 생성되는 예측 픽처가 된다. 그림 1에서 나타나듯이 hierarchical B-picture 구조는 예측 픽처를 생성할 경우, 레벨 별로 참조 인덱스가 달라진다. 레벨 0에서는 이전 GOP의 키픽처를 참조하여 해당 GOP의 키픽처를 부호화하고 레벨 1에서는 이미 복원된 이전 및 이후 픽처를 사용해 하나의 B-picture를 생성한다. 동일한 방법으로 레벨에 따라 가장 가까운 위치의 복원 픽처를 통해 각각의 시간적 레벨에 해당하는 B-picture를 생성한다. 예를 들어, 레벨 2에 속한 픽처 2는 이전 레벨에 속해있는 픽처 중 시간적으로 가장 가까운 픽처 0와 4를 참조 픽처로 사용한다. 레벨 3에 속한 픽처 3은 이전 레벨에 속해있는 픽처 중 시간적으로 가장 근접한 픽처 2와 4를 참조 픽처로 사용한다.

MPEG-4 AVC(H.264) SE 표준은 hierarchical B-picture 구조를 사용하므로 비슷한 움직임 분포를 보이는 하나의 GOP 내에 있는 I-picture, P-picture, 그리고 B-picture 사이에서 움직임 예측을 한다. 따라서 단지 이전 시점의 I-picture 나 P-picture 만을 참조 픽처로 사용하는 기존의 MPEG-4 AVC(H.264) 표준에 제안된 고속 모드 결정 방법과는 다른 고속 모드 결정 방법이 필요하다.

2. 공간적(Spatial) 계층 부호화 기술

MPEG-4 AVC(H.264) SE 표준에서 하나의 비디오는 각각의 영상 크기를 가지는 공간 계층들의 집합으로 구

성되어 있다. 공간적 계층 부호화는 기본적으로 하위 계층을 부호화하고, 부호화 된 하위 계층의 정보를 이용하여 상위 계층 부호화 시에 중복되는 부호화 정보의 양을 줄이는 계층간 예측(Inter Layer Prediction) 방법을 사용한다. 이러한 계층간 예측 방식은 계층이 증가할수록 율-왜곡 비용을 계산하는 매크로블록의 개수가 증가하게 되므로 높은 복잡도를 요구하게 된다. 계층간 예측 방법은 예측의 대상이 되는 하위 계층의 매크로블록 모드에 따라 다음과 같이 구분된다.

가. 계층간 인트라 예측

현재 부호화하려는 계층의 매크로블록에 해당하는 하위 계층의 매크로블록이 인트라 모드인 경우, 부호화하려는 매크로블록 모드를 인트라 BL 모드라 하고 복원된 영상이 상위 계층의 인트라 모드 예측값으로 사용된다. 그림 2와 같이, 인트라 BL 모드는 현재 계층에서 부호화하려는 매크로블록에 해당하는 하위 계층의 매크로블록을 복호화하고, 복호화 된 매크로블록을 현재 계층의 공간해상도로 업-샘플링(Up-sampling)하여 예측에 사용한다. 생성된 매크로블록은 기존의 MPEG-4 AVC|H.264 표준과 동일한 방법으로 부호화된다.

하위 계층의 복원 픽처가 키픽처인 경우, 기존에는 single-loop 복호화 방법과 multi-loop 복호화 방법을 모두 사용하였다. Single-loop 복호화는 하위 계층의 동일 위치 매크로블록이 인트라 모드인 경우에만 인트라 BL 모드를 사용할 수 있으므로 인트라 모드를 갖는 하위 계층의 매크로블록을 복원하기 위한 움직임 보상이 불필요하다. 반면에, multiple-loop 복호화는 하위 계층의 동일 위치 매크로블록의 모드에 관계없이 인트라 BL 모드를 사용할 수 있다. 즉, multiple-loop 복호화 방법은 부호화하고자 하는 하위 계층의 매크로블록 모드에 관계없이 움직임 보상을 통해 하위 계층을 완전히 복원해야 함을 의미한다. 따라서 부호화기 및 복호화기의 복잡도를 증가시키는 multi-loop 복호화 방법은 현

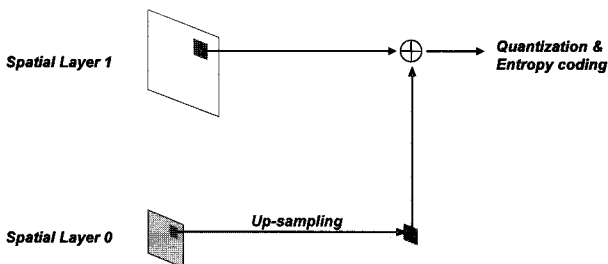


그림 2. 공간 계층간 인트라 예측
Fig. 2. Inter-layer intra prediction in spatial scalability.

재 표준에서 사용되지 않고, 복호화기의 복잡도를 감소시키기 위해 single-loop 복호화 방법만을 사용하는 것으로 최종 표준화되었다. 이러한 계층간 인트라 예측 방법은 비교적 부호화 효율이 낮은 인트라 모드에 대한 정보량을 보다 효과적으로 감소시킴으로써 부호화 효율을 향상시키는 MPEG-4 AVC|H.264 SE 표준의 주요 부호화 기술 중 하나이다.

나. 계층간 움직임 정보 예측

현재 계층의 매크로블록에 대응하는 하위 계층의 매크로블록이 인트라 모드인 경우, 공간 해상도의 비율을 고려하여 하위 계층의 움직임 정보를 상위 계층에서 사용할 수 있다. 이를 위해 MPEG-4 AVC|H.264 SE 표준에서는 BL(Base Layer) 모드를 정의한다. BL 모드는 현재 계층에서 움직임 정보를 예측하지 않고 하위 계층의 움직임 정보를 업-샘플링하여 그대로 사용하는 방법으로, 상위 계층은 움직임 정보를 별도로 부호화하지 않아도 된다는 장점을 지닌다. BL 모드는 하위 계층의 정보에 따라 선택적으로 사용된다. 만약 하위 계층에 움직임 정보가 존재하지 않으면 MPEG-4 AVC|H.264 표준의 인트라 모드를 사용하고, 하위 계층의 움직임 정보가 존재하면 MPEG-4 AVC|H.264 표준의 인트라 모드, BL 모드 중 하나를 선택적으로 사용한다.

다. 계층간 잔여신호 예측

현재 매크로블록에서 하위 계층의 매크로블록 움직임 정보를 사용하는 경우, 현재 매크로블록의 움직임 정보가 하위 계층 매크로블록의 움직임 정보와 같거나 유사하다면 부호화 된 하위 계층 매크로블록의 잔여신호를 업-샘플링 한 잔여신호 역시 현재 매크로블록의 잔여신호와 매우 유사할 것이라 예측할 수 있다. 따라서 이러한 경우에 계층간 중복된 잔여신호를 제거함으로써 부호화 효율을 증가시킬 수 있다. 이러한 방법을

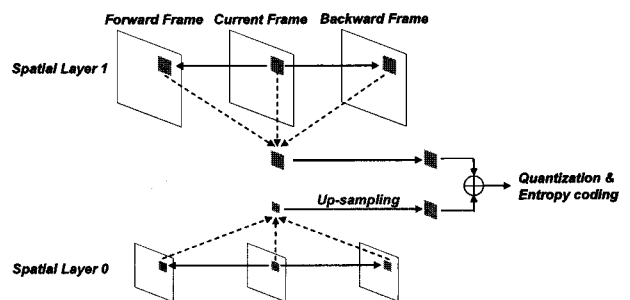


그림 3. 공간 계층간 잔여 신호 예측
Fig. 3. Inter-layer residual prediction in spatial scalability.

계층간 잔여신호 예측이라 한다. 하지만 계층간의 움직임 정보 차이가 크다면 계층간 잔여신호의 특성이 서로 다른 경우이므로 이 경우에는 계층간 잔여신호 예측을 사용하지 않는다.

그림 3은 잔여신호를 이용한 예측 부호화 과정을 보여준다. 먼저 하위 계층의 매크로블록이 갖는 잔여신호와 움직임 정보를 현재 계층의 공간해상도로 업-샘플링한다. 현재 계층에서는 하위 계층으로부터 업-샘플링된 움직임 정보를 이용하여 움직임 예측을 수행하고 잔여신호를 생성한다. 최종적으로 현재 계층에서 생성된 잔여신호와 하위 계층을 업-샘플링해서 얻은 잔여신호의 차분값을 부호화함으로써 부호화 효율을 향상시킨다.

3. 부호화 모드 결정 방법

MPEG-4 AVC/H.264 SE 표준에서 사용되는 매크로블록 부호화 모드는 일반적인 MPEG-4 AVC/H.264 표준에 기반을 두고 있다. 따라서 MPEG-4 AVC/H.264 SE 표준은 5개의 인터 모드와 3개의 인트라 모드, 그리고 1개의 BL 모드를 가진다. 인터 모드는 그림 4에서와 같이 SKIP, P16x16, P16x8, P8x16, P8x8로 구성된다. P8x8인 경우, 4x4, 4x8, 8x4, 8x8 크기의 서브 블록으로 구성될 수 있다. 이러한 인터 모드는 움직임 예측 및 보상에 사용되어 부호화를 수행한다. 인트라 모드의 경우는 I4x4, I8x8, I16x16 모드를 가진다. 인트라 모드는 인트라 예측에 사용되는데 예측을 위하여 I4x4과 I8x8은 9가지 방향으로, I16x16은 4가지 방향으로 주변 매크로블록의 화소 정보를 이용하여 예측한다. BL 모드는 하위 계층의 해당 매크로블록의 모드에 따라 구분할 수 있지만, 복호화기가 이를 알 수 있으므로 BL 모드로 통합하여 사용한다. 만약 현재 계층이 BL 모드이고 하위 계층의 해당 매크로블록이 인터 모드이면, 현재 계층에서 움직임 정보를 예측하지 않고 하위 계층의 움직임 정보를 공간 해상도의 비율을 고려하여 업-샘플링한 후

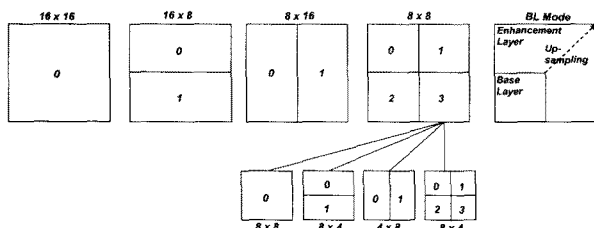


그림 4. MPEG-4 AVC/H.264 SE의 매크로블록 모드
Fig. 4. Macroblock mode of MPEG-4 AVC/H.264 SE.

그대로 사용한다.

JSVM 참조 모델에서는 모드를 결정하기 위해서 전술한 인터 모드에 대해서 움직임 예측을, 인트라 모드에 대해서 인트라 예측을, BL 모드에 대해서 계층간 예측을 수행하고, 각각의 모드에 해당하는 울-왜곡 비용을 계산하여 가장 작은 울-왜곡 비용을 가지는 매크로블록 모드를 최적 부호화모드로 결정한다. 울-왜곡 비용은 식 (1)과 같이 계산된다.

$$J(\text{mode}|QP) = D(\text{mode}|QP) + \lambda_{\text{mode}} \cdot R(\text{mode}|QP) \quad (1)$$

이러한 울-왜곡 비용의 계산은 복잡하고 많은 연산량을 요구하기 때문에 이를 이용하는 JSVM 참조 모델은 높은 복잡도를 지니게 되었다. 따라서 본 논문에서는 이러한 복잡도를 감소시키기 위한 고속 모드 결정 방법을 제안한다.

III. 제안한 고속 모드 결정 방법

1. 시간적 계층 부호화를 위한 고속 모드 결정 방법

제안된 시간적 계층 부호화의 고속 모드 결정 방법은 다음의 2가지 방법으로 구성된다. 첫 번째는 조기스킵 방법으로, 모드를 선택하기 전 참조 매크로블록 모드가 SKIP 일 경우 후보모드를 초기에 제한하는 방법이다. 두 번째는 MHM 방법으로 하나의 GOP 내에서 참조되는 매크로블록 모드를 모두 MHM에 저장하여 MHM에 포함된 모드만을 후보모드로 사용하는 방법이다.

가. 조기스킵(Early Skip) 방법

일반적인 영상들은 이전 픽처와 현재 픽처, 그리고 이후 픽처간에 매우 유사한 움직임 특성을 지닌다. 만약 이전 픽처와 이후 픽처간의 움직임이 작은 경우 이러한 두 픽처와 비슷한 움직임 특성을 보이는 현재 픽처 역시 주변 픽처들과 움직임 차이가 크지 않은 영상 분포를 보이게 된다. 따라서 현재 픽처의 매크로블록에 대응하는 이전 픽처 매크로블록의 모드가 SKIP 모드이고, 역시 대응되는 이후 픽처의 매크로블록 모드도 SKIP 모드인 경우, 현재 픽처의 매크로블록 모드 역시 SKIP 모드일 확률이 매우 높을 것이라 예측할 수 있다. 특히 SKIP 모드는 전체적으로 큰 움직임이 없는 배경에서 많이 나타나는 특성을 가지고 있기 때문에 영상의 배경에서는 SKIP 모드만을 후보 모드로 사용하여도 최적 모드의 선택이 가능하게 된다. 본 논문에서는 이러한 영상의 특성에 근거한 조기스킵 방법을 제안한다.

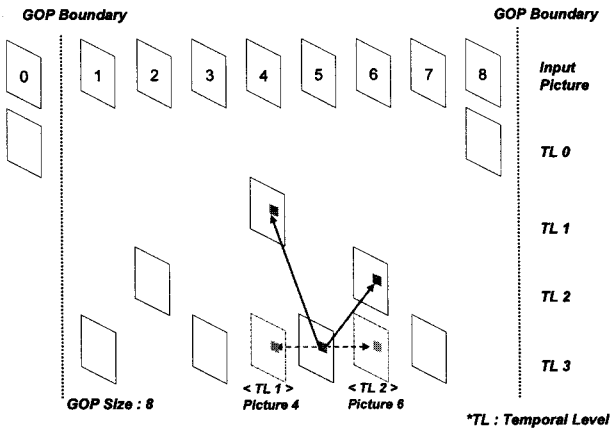


그림 5. 조기스킵 방법
Fig. 5. Early skip method.

조기스킵 방법은 그림 5와 같이 현재 픽처의 매크로블록에 대응하는 이전 픽처 (참조 픽처 0)의 매크로블록 모드와 이후 픽처 (참조 픽처 1)의 매크로블록 모드가 모두 SKIP 모드일 경우, 모드 결정 과정의 후보 모드를 SKIP 모드와 P16x16 모드로만 한정한다.

MPEG-4 AVC|H.264 SE에서는 해당 매크로블록이 SKIP 모드로 결정되기 위해 매우 제한적인 조건을 가지는데 이 중 하나의 조건이라도 만족시키지 못할 경우에 해당 매크로블록은 P16x16 모드로 결정된다. 예를 들어, 모드 결정시 이전과 이후 영상이 모두 SKIP 모드임에도 불구하고 현재 매크로블록의 움직임 벡터가 조금이라도 변화하면 SKIP 모드 조건 중의 하나를 만족시키지 못한 것이므로 P16x16 모드로 결정된다. 이러한 경우 후보 모드를 SKIP 모드로만 한정하게 되면 모드 결정의 복잡도를 조금 감소시키기 위해 부호화 효율을 크게 저하시키는 결과를 가져오게 된다. 따라서 제안 방법은 위와 같은 문제를 보상하기 위해 부호화 효율 대비 복잡도 측면에서 P16x16 모드를 조기스킵 방법의 후보 모드에 추가하였다. 또한 참조하는 두 개의 매크로블록 모드 중 하나의 모드만 SKIP 모드인 경우, 후보 모드를 SKIP, P16x16, 그리고 참조 픽처의 매크로블록이 가지는 모드로만 제한한다. 제안한 조기스킵 방법은 대부분 움직임이 크지 않은 매크로블록에 적용이 되어 후보 모드의 개수를 극단적으로 제한하여도 심각한 부호화 효율의 감소 없이 복잡도를 감소시킬 수 있다.

나. Mode History Map(MHM) 방법

전술한 바와 같이, 일반적으로 현재 픽처와 이전, 이후 픽처 간에는 밝기나 색상, 움직임 정보 등에서 매우 큰 상관도가 존재한다. 따라서 이러한 연관성을 이용하

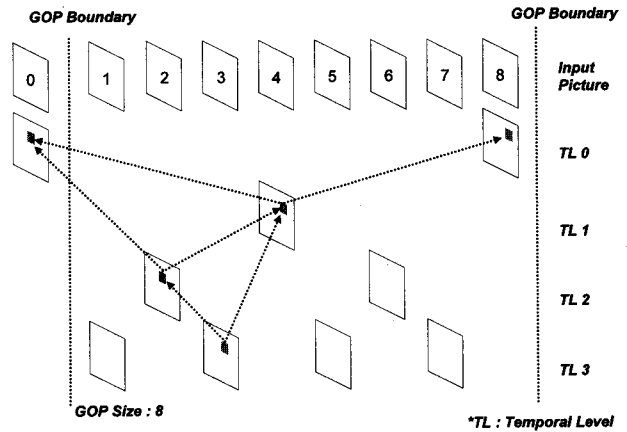


그림 6. Mode History Map(MHM) 방법
Fig. 6. Mode History Map(MHM) Method.

여 MHM 방법을 제안한다. MHM 방법은 현재 픽처와 참조 픽처간의 유사성에 따라 매크로블록 모드 역시 유사한 분포를 가질 것이라는 일반적 사실에 근거한다.

MHM은 정의된 용어 그대로 매크로블록 모드의 히스토리 맵을 구성하는 방식이다. MHM을 구성하기 위해서 현재 픽처의 해당 매크로블록이 가지는 움직임 정보를 이용하여 참조 픽처 내에서 대응되는 위치의 모든 매크로블록 모드들을 선택하고 이를 MHM에 저장한다. 만약 상위 레벨이 추가적으로 존재할 경우, 앞서 기술된 방식과 동일하게 참조된 픽처에서 선택된 매크로블록이 가진 움직임 정보를 이용하여, 참조된 픽처가 이전에 참조하였던 픽처들 내에서 대응하는 모든 매크로블록 모드를 MHM에 추가한다.

그림 6은 이러한 MHM 방법의 구조를 보여준다. 그림 6에서 인덱스 5번을 가진 현재 픽처는 픽처 4와 6을 참조 픽처로 사용한다. 현재 픽처 5에서 해당하는 매크로블록에 대해 이전 픽처 4와 이후 픽처 6에서 각각 움직임 정보를 구하고, 대응하는 매크로블록 위치를 예측한다. 이렇게 예측된 매크로블록의 모드를 MHM에 저장한다. 현재 픽처 5가 참조 픽처로 사용한 픽처 4와 6에 대해서도 픽처 5와 동일한 과정을 거쳐 MHM에 모드들을 추가한다. 이렇게 저장된 MHM은 GOP내의 모든 참조 매크로블록이 서로 다른 모드를 가진다 하더라도 시간적 레벨 인덱스의 2배에 해당하는 후보 모드를 가지며, 대부분의 경우 시간적 레벨 인덱스만큼의 후보 모드를 가진다. MHM 방법은 이러한 방식으로 후보 모드의 개수를 감소시켜 부호화 효율을 유지하면서도 연산 복잡도를 줄일 수 있다.

반면, 일반적으로 시간적 유사도가 낮은 픽처들은 이전이나 이후 픽처보다 자기 자신의 픽처 내부에서 공간

적 유사도가 비교적 높다. 따라서 시간적 유사도가 낮은 픽취에 속한 매크로블록은 자기 주변의 매크로블록을 참조함으로써 보다 정확한 예측이 가능해진다. 이렇게 픽취간 시간적 유사도가 낮은 경우에 MHM을 사용한 제안 방법의 부호화 효율이 감소되는 것을 방지하기 위하여, 현재 매크로블록의 주변(좌측, 상단)에 위치한 매크로블록의 모드를 참조 모드를 사용하고 두 참조 모드가 모두 작은 블록(P8x8, I4x4)인 경우와 그렇지 않은 경우로 구분을 한다. 그리고 두 참조 모드가 모두 작은 블록인 경우에는 후보 모드를 P16x16과 P8x8로 한정하고, 그렇지 않은 경우에는 SKIP과 P16x16 모드로 한정하여 MHM을 구성한다.

위에서 제안한 참조 매크로블록 모드의 SKIP 여부를 이용하여 현재 매크로블록 모드를 결정하는 조지스킵 방법과 GOP 내의 참조 매크로블록 모드들을 MHM에 저장하여 후보 모드로 사용하는 MHM 방법은 MPEG-4 AVC/H.264 SE 부호화 효율의 큰 저하 없이 고속 모드 결정을 가능하게 한다.

2. 공간적 계층 부호화의 고속 모드 결정 방법

공간적 계층 부호화에서는 서로 다른 영상 크기를 가진 다수의 공간 계층이 존재한다. 그림 7은 공간적 계층 부호화에서 상위 공간 계층과 하위 공간 계층의 매크로블록 모드간의 관계를 보여준다. 그림 7에서 보는 바와 같이, 상위 공간 계층의 영상과 하위 공간 계층의 영상은 크기만 다를 뿐 시간적으로 동일한 영상이므로

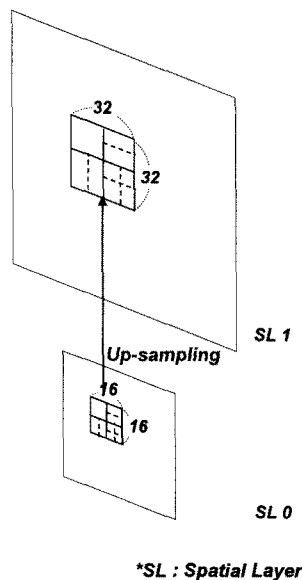


그림 7. 상위 공간 계층과 하위 공간 계층의 관계
Fig. 7. Relation of enhancement layer and base layer.

두 공간 계층 영상 사이의 특성이 매우 유사할 것이라 예측할 수 있다. 따라서 MPEG-4 AVC/H.264 SE 표준에서는 하위 공간 계층의 영상 특성이 상위 공간 계층에서도 유사하게 나타날 것이라는 가정을 이용하여 공간적 계층 부호화 시에 하위 계층의 모드 또는 움직임 벡터 정보 등을 상위 계층에서 그대로 사용하는 BL 모드를 추가하여 사용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 시간적 계층 부호화에서 제안한 MHM 방법을 기반으로 공간적 계층 부호화에 적합한 고속 모드 결정 방법을 제안한다. 제안 방법은 하위 공간 계층의 움직임 정보를 이용하여 해당 매크로블록 모드를 MHM에 저장하고, 저장된 매크로블록 모드를 상위 공간 계층에서 후보 모드로 사용한다. 먼저 상위 계층 공간의 현재 픽취내의 매크로블록에 대응하는 하위 공간 계층의 현재 픽취내의 매크로블록 모드를 MHM에 저장한다. 그리고 이 하위 공간 계층 매크로블록의 움직임 정보를 이용하여 참조 픽취로부터 매크로블록을 예측하고 그 모드를 MHM에 저장한다. 이렇게 하위 공간 계층에서 저장된 MHM에 BL 모드를 추가하고 상위 공간 계층에서 모드를 결정할 때 후보 모드로 사용한다.

그림 8은 MHM 방법을 공간적 계층 부호화에 적용시킨 예를 보여준다. 하위 공간 계층의 프레임 0번에 속한 매크로블록이 그림 8에서와 같이 프레임 2, 3, 4, 그리고 8번까지 움직였다고 가정할 경우, 동일한 시간 위치의 상위 공간 계층에 속한 매크로블록 역시 프레임

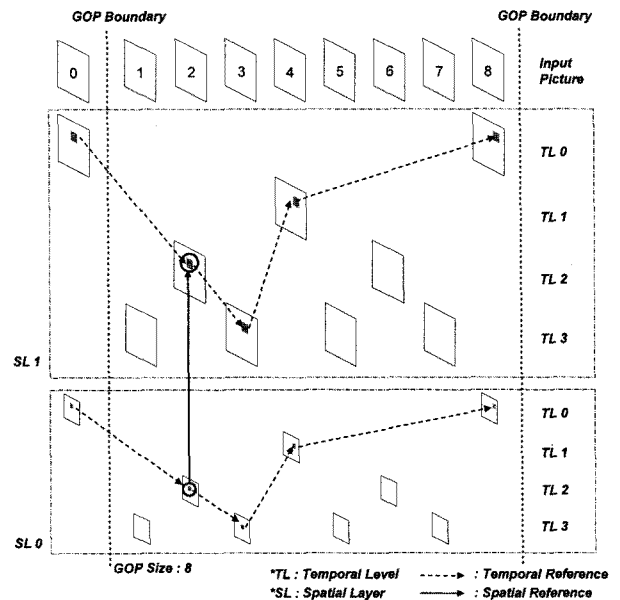


그림 8. 공간적 계층 부호화를 위한 MHM 방법
Fig. 8. Example of MHM method for spatial scalability.

0번에서 2, 3, 4, 8번까지 하위 계층과 동일한 또는 매우 유사한 경로로 움직이고 있음을 알 수 있다. 따라서 상위 계층의 프레임 3번 매크로블록을 위한 모드 결정 과정에서 가능한 모든 후보 모드를 사용하는 대신, 하위 공간 계층의 프레임 0, 2, 3, 4, 8번의 해당 매크로블록이 가지는 모드만을 MHM에 저장하여 사용함으로써 복잡도를 감소시킬 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이, 제안 방법은 하위 공간 계층에서 움직임 정보를 이용하여 결정된 모드를 저장하여 MHM을 초기에 결정하고, 여기에 BL 모드만을 추가하여 후보 모드를 결정한다. 이러한 제안 방법은 GOP 내에서 발생하는 대부분의 최적 모드를 MHM에 적응적으로 포함시킬 수 있으므로, 매크로블록 모드의 발생 확률에 기반하고 있는 일반적인 고속 모드 결정 방법에서 발생할 수 있는 영상의 특성에 따른 부호화 효율의 저하 없이 고속 모드 결정이 가능하게 한다^[6].

3. 매크로블록 모드에 대한 통계적 분석

본 장에서는 제안 방법의 유용성 여부를 판단하기 위해 모드 결정 과정에서 선택된 최적 매크로블록 모드에 대한 통계적 특성을 분석한다. 통계적 특성을 분석하기 위한 실험은 IV장에서 명시한 부호화 조건과 동일한 조건에서 수행되었다. 표 1은 시간적 계층에서 현재 픽처의 매크로블록에 대응하는 참조 픽처의 매크로블록 모드에 따른 최적 모드의 확률 분포이다. 표 1에 따르면, 참조 픽처 0과 1의 매크로블록 모드가 모두 SKIP 모드일 경우, 최적 모드가 SKIP이나 P16x16 모드로 결정될 확률이 97%에 달한다. 또한, 참조하는 두 개의 매크로

표 1. 참조 매크로블록 모드에 따른 최적 모드의 확률분포

Table 1. Probability of the best mode by temporal reference MB mode.

참조 매크로블록 모드	현재 매크로블록 모드					
	SKIP	P16x16	P16x8 / P8x16	P8x8	I4x4	
SKIP	SKIP	0.85	0.12	0.02	0.01	0
SKIP	P16x16	0.78	0.18	0.04	0.00	0
SKIP	P16x8 / P8x16	0.74	0.17	0.07	0.02	0
SKIP	P8x8	0.67	0.18	0.10	0.05	0
SKIP	I4x4	0.74	0.17	0.06	0.03	0

블록 모드 중 하나만 SKIP 모드인 경우에도 SKIP, P16x16 그리고 SKIP이 아닌 참조 모드가 최적 모드로 결정될 확률이 94%를 차지한다. 따라서 참조 모드에 SKIP 모드가 포함된 경우, 후보 모드를 제안한 조기스킵 방법에 따라 제한하여도 큰 부호화 효율의 감소가 없음을 확인할 수 있다. 표 2는 모든 영상에 대하여 조기스킵 방법의 적용이 가능한 확률분포이다. 표 2에 따르면, 조기스킵 방법이 적용 가능한 확률은 평균 41%이다. 이러한 결과가 발생하는 이유는 시간적 계층 부호화 구조에서 레벨이 낮아질 경우, 참조하는 픽처 간의 시간적 거리가 멀어지게 되므로 참조 픽처의 매크로블록 간 유사성이 감소한다는 특징이 존재하기 때문이다. 즉, 움직임이 느린 영상에서는 조기스킵 방법이 매우 효과적이지만, 빠른 움직임을 가지는 영상에서는 이를 적용할 수 있는 확률이 감소함을 의미한다. 따라서 조기스킵 방법이 적용되지 못하는 59%의 확률을 갖는 매크로블록에 대해서는 후보 모드를 감소시키지 못하고 여전히 복잡한 연산을 수행해야 하는 문제점이 있다.

표 3은 전술한 문제점을 해결하기 위해 제안한 MHM 방법을 적용하였을 경우, 조기스킵 방법에 속하지 않는 매크로블록 중에서 MHM에 의해 최적 모드가 결정될 확률이다. 표 3에서와 같이, MHM 방법을 적용함으로써 대부분의 매크로블록에 대해 고속 모드 결정이 가능하지만 여전히 약 21%는 잘못된 모드를 선택할 확률을 지닌다. 표 4는 표 3에서 보여지는 최적 모드가 MHM에 포함되지 않을 21%의 확률을 보완하기 위해, 현재 영상 내 매크로블록의 주변(좌측, 상단)에 위치한 매크로블록 모드를 후보 모드로 사용할 경우 최적 모드가 선택될 확률분포이다. 이러한 두 참조모드가 모두 작은 블록 (P8x8, I4x4)인 경우 P16x16, P16x8, P8x16, P8x8가 많이 발생하고, 그렇지 않은 경우에는

표 2. 최적 모드가 조기스킵 방법에 포함될 확률분포
Table 2. Probability of the best mode in early skip method.

	참조 모드 ∈ ES	참조 모드 ∉ ES
확률분포	0.41	0.59

*ES : Early Skip Method

표 3. 최적 모드가 시간 MHM에 포함될 확률분포
Table 3. Probability of the best mode in temporal MHM.

	참조 모드 ∈ MHM	참조 모드 ∉ MHM
확률분포	0.79	0.21

표 4. 최적 모드가 MHM에 포함되지 않을 경우, 주변 매크로블록 모드에 따른 최적 모드의 확률분포
Table 4. Probability of the best mode by spatial MB mode, when the best mode is not included in MHM.

*참조 모드	최적 모드				
	SKIP	P16x16	P16x8/P8x16	P8x8	I4x4
**SMALL	0.09	0.14	0.55	0.21	0.03
***OTHER	0.50	0.15	0.26	0.08	0

* : 주변 (좌측, 상단) 매크로블록 모드
** : 참조 모드가 P8x8이나 I4x4인 경우
*** : 참조 모드가 SMALL에 포함되지 않을 경우

표 6. 최적 모드가 공간 MHM에 포함될 확률분포
Table 6. Probability of the best mode in spatial MHM.

	참조 모드 ∈ MHM+BL 모드	참조 모드 ∉ MHM+BL 모드
확률분포	0.87	0.13

표 5. MHM에 참조 모드 추가 후, 최적 모드가 MHM에 포함될 확률분포

Table 5. Probability of best mode in MHM, when added reference mode to MHM.

	참조 모드 ∈ MHM	참조 모드 ∉ MHM
확률분포	0.87	0.13

SKIP, P16x16, P16x8, P8x16이 많이 발생함을 알 수 있다. 따라서 두 참조 모드가 모두 작은 블록인 경우 후보 모드를 P16x16과 P8x8로 한정하고, 그렇지 않은 경우 SKIP과 P16x16 모드로 한정하여 MHM에 추가한다. 이러한 모드를 추가 한 결과는 표 4에서 영상 내 모드 추가 후 조건에서 알 수 있다. 그 결과 최적 모드가 MHM에 포함될 확률은 표 5에서와 같이 79%에서 87%로 증가하고, 이는 MHM 방법이 early skip이 적용되지 않는 상당량의 매크로블록에 대해서도 후보모드를 제한하여 복잡도를 낮출 수 있음을 보여준다.

표 6은 공간적 계층 부호화를 위해 제안한 모드 결정 방법에서 사용하는 BL 모드가 추가된 MHM에 최적 모드가 포함되어 있을 확률을 나타낸다. 표 6에서와 같이, 제안한 방법에서 사용하는 MHM에 대부분의 최적 모드가 속해있으므로 공간 계층 부호화에서도 심각한 부호화 효율의 저하 없이 고속 모드 결정이 가능하다.

IV. 실험 방법 및 결과

1. 실험 방법

가. 부호화 조건

본 연구에서는 제안한 고속 모드 결정 방법의 성능을 평가하기 위해 MPEG-4 AVC/H.264 SE를 표준화한 JVT(Joint Video Team)에서 제공하는 JSVM 8.4 참조 소프트웨어를 수정하여 사용하였다.

표 7은 시간적 계층 부호화와 공간적 계층 부호화를 위해 제안된 방법의 성능 평가를 위한 자세한 부호화 환경을 나타내고 있다. 표 7에서 보는 바와 같이, 시간적 계층 부호화에서는 GOP 크기는 16이며, 5개의 시간적 분해 레벨을 가진 영상들에 대하여 QP를 28~40까지 변경시키면서 부호화하였다. 공간적 계층 부호화에서는 GOP 크기와 엔트로피 부호화 방법 등은 시간적 계층 부호화와 동일하며, QCIF와 CIF 크기를 가진 2개의 공간 계층에 대해 QP 28~40까지 실험하였다.

실험 영상으로는 시간적, 공간적 계층 부호화 모두 QCIF 및 CIF 영상에 대하여, 많은 움직임을 포함한 영상군(Foreman, Mobile)과 카메라 패닝 현상을 가진 영상군(Stefan) 그리고 정지되거나 느린 배경이나 움직임을 포함한 영상군(Container, Coastguard)으로 나누어 최초 100 프레임을 부호화하였다.

표 7. 부호화 조건

Table 7. Coding conditions.

	시간적 계층 부호화	공간적 계층 부호화
Codec	JSVM 8.4 Encoder	JSVM 8.4 Encoder
Resolution	QCIF / CIF	QCIF → CIF
Entropy Coding	CABAC	CABAC
QP	28, 32, 36, 40	28, 32, 36, 40
GOP Size	16	16

나. 성능 비교 조건

본 실험에서는 제안한 고속 모드 방법과 기존의 고속 모드 방법을 표준 소프트웨어 JSVM 8.4에 대하여 비트율, PSNR 그리고 복잡도(TS : Time Saving) 측면에서 성능을 비교하였다.

제안 방법은 비트율과 PSNR 측면의 성능을 측정하기 위해 BDBR(Bjontegaard Delta BitRate)과 BDPSNR(Bjontegaard Delta PSNR)^[10]을 각각 사용하였다. BDBR과 BDPSNR은 JSVM 8.4에 비해 기존 방법과 제안 방법의 평균 비트율과 PSNR의 차이를 보여준다. BDBR은 비트율의 차이를 백분율로 표현한 값이므로 값이 작을수록, 그리고 음수일수록 더 좋은 성능을 나타내고, BDPSNR은 PSNR의 차이를 백분율로 표현한

표 8. 성능 비교 조건

Table 8. Performance comparison conditions.

BDBR [%]	▽Bitrate @ Same PSNR (-) value : better performance
BDPSNR [dB]	▽PSNR @ Same Bitrate (+) value : better performance
AVTS [%]	▽Average Time Saving in encoding (+) value : better performance

값이므로 값이 클수록, 그리고 양수일수록 보다 나은 성능을 의미한다.

제안 방법의 복잡도 감소량을 측정하기 위한 TS는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$TS(\%) = \frac{Time_{Reference} - Time_{Proposed}}{Time_{Reference}} \times 100 \quad (2)$$

식 (2)에서 $Time_{Reference}$ 는 JSVM에서 사용되는 모드 결정 방법을 이용한 부호화 과정의 전체 시간을 나타내고 $Time_{Proposed}$ 는 본 연구에서 제안한 고속 모드 결정 방법을 이용한 부호화 과정의 전체 시간을 나타낸다. TS는 그 변화량을 백분율로 표현한 것이므로 결과적으로 JSVM 8.4의 연산 시간 대비 기존 방법 또는 제안 방법의 연산 시간의 감소량을 보여준다. TS는 전체 부호화 시간의 감소율을 나타내므로 값이 클수록 더 나은 성능을 나타낸다.

2. 실험 결과

가. 시간적 계층 부호화에 대한 실험 결과

표 9와 표 10은 QCIF 및 CIF 영상에 대하여 제안 방법에 대한 BDBR과 BDPSNR, TS의 성능을 각각 보여준다. 표 9에서 보는 바와 같이, QCIF 영상에서는 1.94%의 비트율 증가와 -0.09dB의 PSNR 감소만으로 52%의 시간 감소 효과를 얻을 수 있으며, CIF 영상에

표 9. 시간적 계층, QCIF 영상에서 제안 방법에 대한 실험 결과

Table 9. Simulation results of the proposed scheme in temporal scalability, QCIF.

Sequences	BDBR[%]	BDPSNR[dB]	AVTS[%]
Container	0.46	-0.02	75.89
Foreman	2.50	-0.14	39.40
Stefan	1.44	-0.08	33.62
Coastguard	3.66	-0.14	75.82
Mobile	1.64	-0.08	38.63
Total	1.94	-0.09	52.67

표 10. 시간적 계층, CIF 영상에서 제안 방법에 대한 실험 결과

Table 10. Simulation results of the proposed scheme in temporal scalability, CIF.

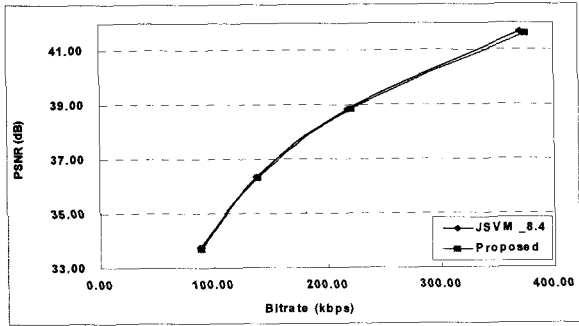
Sequences	BDBR[%]	BDPSNR[dB]	AVTS[%]
Container	0.85	-0.03	76.42
Foreman	5.71	-0.25	51.93
Stefan	3.00	-0.14	31.03
Coastguard	3.23	-0.11	58.49
Mobile	3.79	-0.14	47.18
Total	3.32	-0.13	53.01

대해서는 표 10에서처럼 3.32%의 비트율 증가와 -0.13dB의 PSNR 감소만으로 53%의 시간 감소 효과를 얻을 수 있다. 특히, 배경이나 물체의 움직임이 거의 없거나 느린 영상들은 다른 영상보다 큰 값의 TS가 발생함을 알 수 있다. 그 중 *Container* 영상은 정지된 배경과 느린 움직임을 보이므로 많은 SKIP 모드가 발생하게 된다. 따라서 제안한 조기스킵 방법을 사용하여 효과적으로 복잡도를 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 조기스킵 방법은 후보 모드로써 SKIP과 P16x16, 그리고 참조 모드만 사용하기 때문에 최적 모드 결정과정에서 후보 모드의 개수가 극단적으로 감소하게 되므로 윌-왜곡 비용 계산을 위한 연산량이 크게 감소하기 때문이다. 반면에 TS의 성능이 다른 영상에 비해 우수한 *Coastguard* 영상은 배경의 움직임은 작지만 화면내 물체의 움직임이 많이 발생한다. 따라서 조기스킵 방법이 적용될 경우, 최적 모드가 선택될 확률이 감소하게 되어 RD 성능이 저하되는 원인이 된다. CIF 영상에서 특히 *Foreman* 영상의 성능이 저하됨을 볼 수 있는데 이는 주변 매크로 블록을 이용하여 후보 모드를 결정할 때 P8x8 대신 P16x16 매크로블록이 선택되는 경우가 발생하기 때문이다. 이러한 경우를 방지하기 위해 추후 영상에 적응적으로 후보 모드를 업데이트 하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

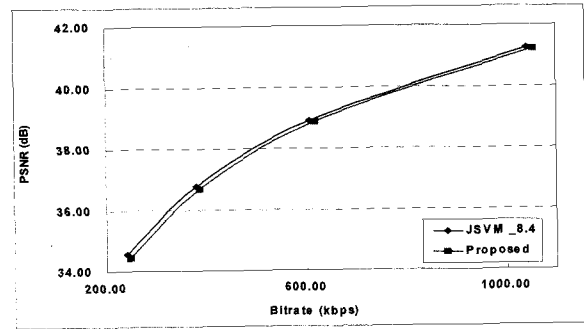
그림 9는 QCIF/CIF 크기의 실험 영상에 대한 RD 성능을 QP 따라 그래프로 표현한 것이다. 표 9, 10 및 그림 9에서 보는 바와 같이, 제안 방법은 심각한 RD 성능의 감소 없이 QCIF 영상에 대하여 약 52%, 그리고 CIF 영상에 대하여 53%의 연산량 감소 효과를 얻을 수 있다.

나. 공간적 계층 부호화에 대한 실험 결과

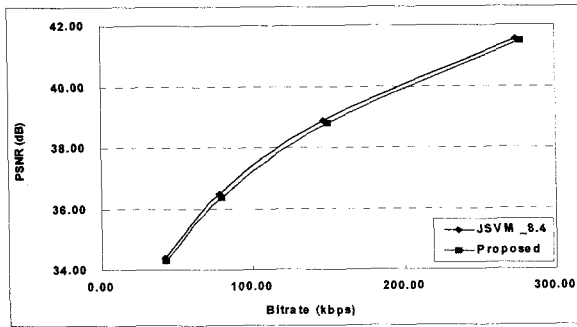
표 11은 시간적 계층 부호화와 동일한 방법으로 공간



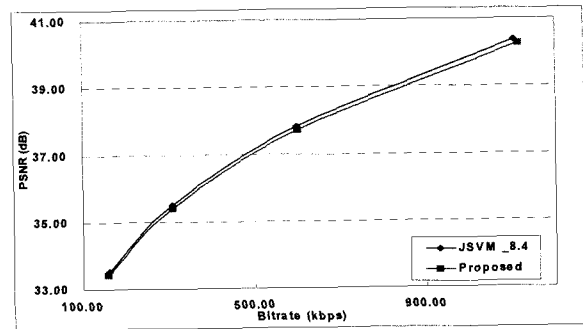
(a) Stefan, QCIF



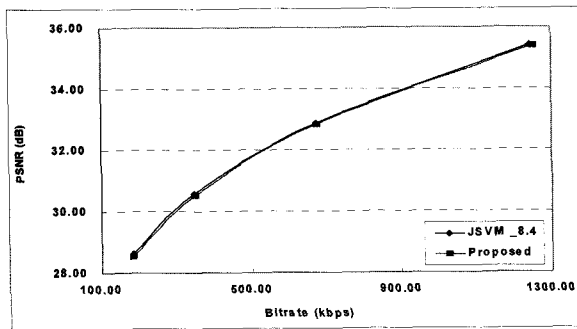
(a) Stefan, CIF



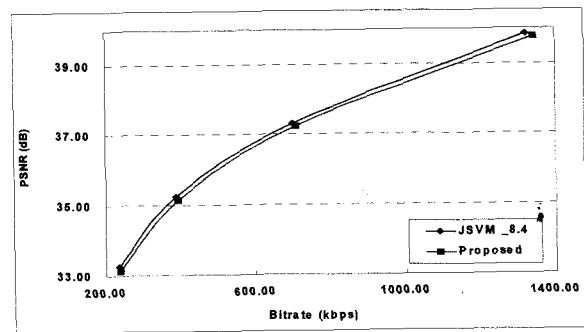
(b) Coastguard, QCIF



(b) Coastguard, CIF



(c) Coastguard, QCIF



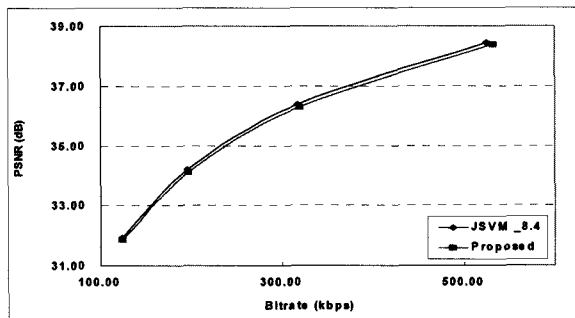
(c) Mobile, CIF

그림 9. 시간적 계층 부호화(QCIF & CIF)에 대한 제안 방법의 RD 성능
 Fig. 9. RD performances of the proposed method in temporal scalability (QCIF & CIF).

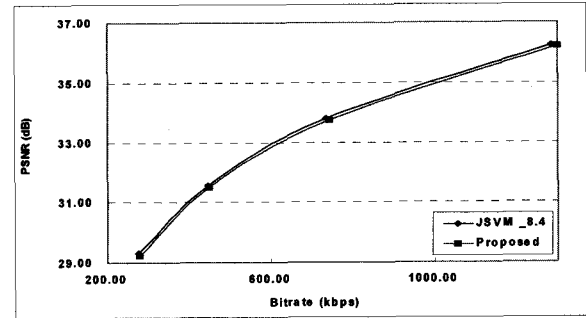
적 계층 부호화에서의 제안 방법과 JSVM 8.4 참조 소프트웨어와의 BDBR, BDPSNR 및 TS의 성능을 보여준다. 제안 방법은 표 11에서처럼 평균 1.76%의 비트율 증가와 평균 -0.07dB 의 PSNR 감소만으로 47%의 복잡도 감소 효과를 얻을 수 있음을 보여준다. 공간적 계층 부호화에서 제안한 방법을 사용하는 경우, 하위 공간 계층에서 MHM에 저장한 모드들의 특성이 상위 공간 계층에서도 비슷하게 나타나므로 부호화 효율의 감소없이 복잡도를 효과적으로 감소시킬 수 있다. 그림 10은 각각의 영상에 대해 QP에 따른 RD 성능을 그래프로 표현한 것이다.

표 11. 공간적 계층에서 제안 방법에 대한 실험 결과
 Table 11. Simulation results of the proposed scheme in spatial scalability.

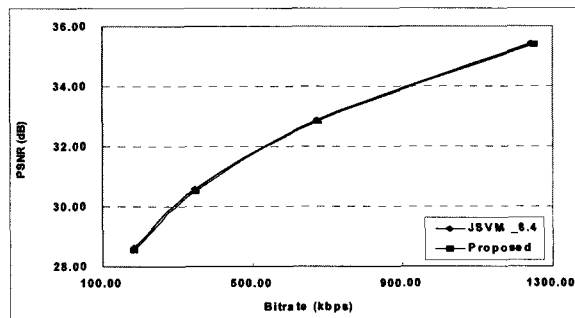
Sequences	BDBR[%]	BDPSNR[dB]	AVTS[%]
Container	0.80	-0.03	57.54
Foreman	2.07	-0.09	44.13
Stefan	2.26	-0.10	42.55
Coastguard	1.88	-0.07	51.90
Mobile	1.77	-0.07	38.87
Total	1.76	-0.07	47.00



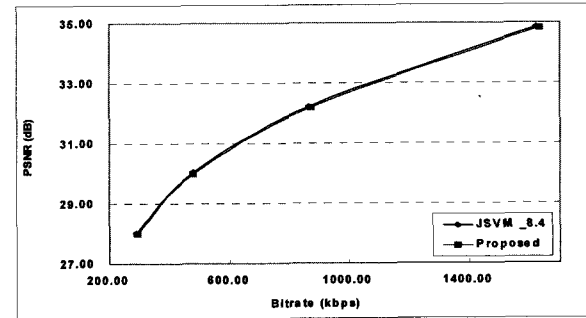
(a) Foreaman, QCIF



(b) Stefan, QCIF



(c) Coastguard, QCIF



(d) Mobile, QCIF

그림 10. 공간적 계층 부호화에 대한 제안 방법의 RD 성능

Fig. 10. RD performances of the proposed method in spatial scalability.

V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-4 AVC/H.264 SE 부호화에 필요한 복잡한 부호화 연산 중 상당 부분을 차지하는 모드 결정 방법을 살펴보고, 이를 효과적으로 감소시키기 위한 고속 모드 결정 방법을 제안하였다.

시간적 계층 부호화를 위해 제안한 고속 모드 결정 방법은 조기스킵 방법과 MHM 방법으로 구성되는데, 조기스킵 방법은 참조 모드의 SKIP 모드 여부를 판별하여 후보 모드를 SKIP 모드와 참조 모드들로 한정하는 방법이고, MHM 방법은 GOP 내의 모든 참조 모드들을 MHM에 저장하여 후보 모드로 사용하는 방법이다. 제안된 방법은 MPEG-4 AVC/H.264 SE 표준에 따른 부호화 모드 결정 과정의 연산량을 감소시키기 위해 후보 모드의 개수를 제한하는 방법을 사용하였고, 이로 인하여 심각한 화질의 열화 없이 큰 연산량 감소 효과를 얻을 수 있다.

공간적 계층 부호화를 위해 제안한 고속 모드 결정 방법은 시간적 계층 부호화에서 제안한 MHM에 공간적 부호화 계층에서 지원하는 BL 모드를 추가하여 후보 모드로 사용함으로써 효과적으로 복잡도를 감소시키

고 있다. 또한 제안 방법은 적응적으로 후보 모드를 제한함으로써 영상의 특성에 크게 영향을 받지 않고 안정적으로 부호화 효율을 유지하면서 복잡도를 감소시킬 수 있음을 보여준다.

참고 문헌

- [1] J. Reichel, H. Schwarz, and M. Wien, "Scalable Video Coding-Join Draft 4," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Doc.JVT-Q201, Nice, France, Oct. 2005.
- [2] J. Reichel, H. Schwarz, and M. Wien, "Joint Scalable Video Model 8 Reference Encoding Algorithm Description," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. Hangzhou, China, Oct, 2006.
- [3] B. Jeon and J. Lee, "Fast Mode Decision for H.264," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q6/J033, Hawaii, Dec. 2003.
- [4] 이제운, 전병우, "H.264 동영상 압축을 위한 고속 부호화 모드 결정 방법," 전자공학회논문지 제41권 SP편 제6호, 2004년 11월.
- [5] I. Choi, J. Lee, and B. Jeon, "Fast Coding Mode Selection With Rate-Distortion Optimization for MPEG-4 Part-10 AVC/H.264," IEEE Trans.

- Circuits Syst. Video Technol., vol.16, no.12, Dec. 2006.
- [6] He Li, Z. G. Li, and Changyun Wen, "Fast Mode Decision Algorithm for Inter-Frame Coding in Fully Scalable Video Coding," IEEE Trans. On Circuit and System for Video Tech., Vol. 16, No. 7, Jul, 2006.
- [7] He Li, Z. G. Li, Changyun Wen and lap-Pui Chau, "Fast Mode Decision for Spatial Scalable Video Coding," in Proc. ISCAS, May 2006, pp. 3005-3008.
- [8] 명진수, 박성재, 오승준, 심동규, 김병규, "공간 향상 계층에서 효율적인 화면 내 예측 모드", 방송공학회논문지 제 12권 5호, 2007년.
- [9] 이범식, 김문철, 함상진, 박창섭, 박근수, "스케일러블 비디오 부호화에서 선택적 계층간 차분 신호 부호화 및 공간적 향상 계층에서의 모드 결정", 방송공학회논문지 제 12권 6호, 2007년.
- [10] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," presented at the 13th VCEG-M33 Meeting, Austin, TX, Apr. 2001.
- [11] S. Lim, J. Yang and B. Jeon, "Fast Coding Mode Decision for Scalable Video Coding", International Conference on Advanced Communication Technology., pp1897-1900, Feb. 2008.

저 자 소 개



임 선 희(학생회원)
 2003년 강원대학교 전기전자 공학부 졸업(학사).
 2008년 성균관대학교 이동통신 공학과 졸업(석사).
 <주관심분야 : 스케일러블 영상압축, 멀티미디어 영상압축>



양 정 엽(학생회원)
 2004년 성균관대학교 정보통신 공학부 졸업(학사).
 2006년 성균관대학교 전자전기 공학과 졸업(석사).
 2006년~현재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정.

<주관심분야 : 에러강인 영상압축, 스케일러블 영상압축, 멀티미디어 통신>



전 병 우(정회원)
 1985년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사).
 1987년 서울대학교 전자공학과 졸업(석사).
 1992년 Purdue Univ, School of Elec. 졸업(공학박사).

1993년~1997년 삼성전자 신호처리연구소 선임/수석연구원
 1997년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 부교수
 <주관심분야 : 멀티미디어 영상압축, 영상인식, 신호처리>