

특집논문-11-16-3-03

# MPM을 병합하여 인트라 예측 모드를 시그널링하는 방법

김기백<sup>a)</sup>, 이원진<sup>a)</sup>, 정제창<sup>a)‡</sup>

## Method for signaling intra prediction mode with merging MPM

Kibaek Kim<sup>a)</sup>, WonJin Lee<sup>a)</sup>, and Jechang Jeong<sup>a)‡</sup>

### 요약

본 논문은 H.264/AVC의 인트라(Intra) 부호화에서 인트라 예측 모드를 병합하여 부호화 성능을 높일 수 있는 기술에 관한 것이다. 제안하는 기술은 기존의 인트라 부호화에서 예측 모드를 시그널링(Signaling) 하는 방법과 다르게 여러 블록의 예측 모드를 병합하는 방법을 사용하여 예측 모드를 시그널링 한다. 기설정된 경계값 이상의 블록이 주변 블록으로부터 예측된 모드와 같을 경우에는 제안된 방법을, 그렇지 않을 경우에는 기존의 방법을 사용하여 시그널링 하여 인트라 예측 모드 비트량을 줄임으로써 부호화 효율을 높이는 방법을 제안하였다. 실험 결과, 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여 약 0.05dB의 PSNR(Peak signal to-noise ratio) 증가, 약 1%의 비트율이 감소하였다. 특히 low bit-rate일 경우, 약 0.1dB의 PSNR 증가, 약 1.7%의 비트율이 감소시킴으로써 low bit-rate에서 효과적임을 알 수 있다.

### Abstract

In this paper, we proposed an intra coding method with merging intra prediction mode to achieve intra coding gain. The proposed method uses signaling of prediction mode with merging prediction modes, which is different from the conventional method. If the number of blocks that has the same prediction mode compared to that to be predicted from neighboring blocks exceeds the predefined threshold, then the proposed method is used in order to reduce bits of intra prediction mode for coding efficiency. Otherwise the conventional method is used. Experimental results show the proposed method achieves the PSNR gain of about 0.05 dB in RD curve and reduces the bit rates about 1 % compared with H.264/AVC. In particular, the PSNR gain of about 0.1 dB in RD curve and reduces the bit rates about 1.7 % compared with H.264/AVC at low bit-rates. we can know that the proposed method is efficient tool at low bit-rates.

Keyword : H.264/AVC, MPEG-4 Part 10, Intra prediction

## 1. 서론

H.264/AVC는 ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG의

두 그룹이 공동 연구 기관 JVT(Joint Video Team)를 창설하여 새롭게 제안한 동영상 압축에 관한 국제 표준이다 [1-3]. H.264/AVC는 IP 기반의 비디오 압축, 스트리밍 서비스, 디지털 시네마 등에 넓게 사용되고 있다. H.264/AVC는 이전의 비디오 코덱들에 비해 같은 bit-rate에서 더 좋은 부호화 효율과 시각 효과를 얻는다. H.264/AVC에서는 기존의 비디오 코덱들과 비교하여 방향성을 갖는 공간상의 예측, 1/4 단위의 다양한 블록 크기의 움직임 추정(Motion es-

a) 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 ICSP 연구실  
ICSP Lab. Dep of Electronics Computer Engineering, Hanyang University  
‡ 교신저자 : 정제창(jjeong@ece.hanyang.ac.kr)  
※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 로봇특성화 대학원 사업단 지원 사업의 연구결과로 수행되었음(C7000-1001-1009).  
· 접수일(2011년3월17일), 수정일(2011년5월16일), 게재확정일(2011년5월16일)

timing)/ 움직임 보상(Motion compensation)<sup>[4]</sup>, 여러 장의 참조 픽처, CABAC(Context-based Adaptive Variable Length Coding)[5]와 CAVLC(Context-based Adaptive Variable Length Coding)와 같은 엔트로피 부호화 그리고 디블록킹 필터(De-blocking filter)<sup>[6]</sup> 등의 기술들로 인해 약 2배의 압축효율을 실현하였다<sup>[7]</sup>.

특히 방향성을 갖는 공간상의 예측 방법은 H.264/AVC의 인트라 예측의 부호화 효율을 많이 향상시켜주는 도구들 중의 하나이다. 현재 블록을 부호화할 때 이미 부호화가 끝난 주변 블록의 인접 화소를 이용하여 현재 블록을 예측하여 부호화를 수행한다. 이는 공간상으로 인접한 화소들 간의 높은 상관성을 갖는 특징을 이용하기 때문에 예측의 정확도를 높여주는 효과를 나타낸다. H.264/AVC에서 휘도 성분들은 다양한 블록의 크기 단위로 예측을 수행한다. 이 중 인트라 4x4로 예측을 할 때 DC와 8가지의 방향성을 가진 모드, 총 9가지의 모드를 사용하여 이 중에 최적의 모드를 선택하여 예측 모드로 사용한다. 이에 반해 인트라 16x16으로 예측할 경우 4가지의 예측 모드가 존재하며 이 가운데 최적의 모드를 선택하여 예측을 수행한다. Intra 4x4, Intra 8x8(FRExt-only<sup>[8]</sup>), Intra 16x16 모드에서 찾은 최적의 예측 모드로 예측을 한 후 원래의 화소값과 예측한 화소값의 차이인 예측오차(prediction error)의 절대치 합을 구하여 작은 값을 가지는 인트라 모드를 선택하여 예측오차를 변환(transform), 양자화(quantization)<sup>[9]</sup>, 엔트로피 부호화(entropy coding)하여 비트스트림을 부호화기에 전송한다.

다양한 비디오 서비스를 제공하기 위하여 H.264/AVC에서는 여러 종류의 프로파일(profile)을 제공하고 있다. 이 중 low bit-rate 기반의 서비스를 위하여 H.264/AVC 표준에서는 baseline 프로파일을 제공하고 있으며, low bit-rate 서비스를 위해 높은 QP값을 사용하여 부호화를 수행한다. 일반적으로 low bit-rate, 즉 높은 QP값을 사용하여 부호화를 할 경우에 전체 비트스트림에서 잔차 성분(residual)을 위한 비트량뿐 아니라 예측에 사용되는 움직임 벡터 또는 인트라 예측 모드 등에 사용되는 비트량이 높은 비중을 차지하게 된다. 특히 low bit-rate에서 인트라 예측 모드에 대한 비트량이 전체 비트스트림에서 차지하는 비중이 높기 때문에

이를 효율적으로 감소시킬 수 있는 방법을 제시한다면 low bit-rate 기반의 서비스에서 매우 유용하게 활용하게 될 것이다. 이와 관련해 최근에 인트라 예측 모드를 효율적으로 부호화하려는 여러 연구들이 수행되었다. 주로 인접한 화소를 사용하여 현재 블록의 모드 비트를 생략하여 복호화기에서도 모드 정보를 얻어낼 수 있는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되었다<sup>[10][11]</sup>. 본 논문에서는 인트라 예측 방법에서 예측 모드의 효율적인 부호화를 위해서 MPM(most probable mode)을 합병하는 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 H.264/AVC의 인트라 예측 방법과 MPM을 시그널링 하는 방법에 대해서 설명한다. 3장에서는 제안하는 인트라 예측 모드 부호화 방법에 대해서 다루고 있다. 4장에서는 제안된 방법의 실험 결과를 근거로 성능을 비교하고, 5장에서는 결론에 대해서 기술한다.

## II. 본 문

### 1. H.264/AVC의 인트라 예측 방법

H.264/AVC에서 인트라 예측은 이미 부호화가 끝난 주변 블록의 인접 화소를 사용하여 현재 블록의 예측을 수행한다. 인트라 예측을 위해 다양한 블록 크기를 지원하고 있다. 휘도 성분들은 16x16, 8x8, 4x4 그리고 색차 성분들에 대해서는 8x8 단위로 예측을 수행한다. 이 중에 인트라 8x8, 4x4로 예측을 할 때 DC 모드와 8가지의 방향성을 가진 모드, 총 9가지의 예측 모드를, 인트라 16x16으로 예측할 경우 4가지의 예측 모드를 사용할 수 있고, 이 가운데 최적의 모드를 선택하여 예측을 수행한다. 이 때 최적의 모드는 위의 모드들을 후보군으로 두어 RDO(Rate-Distortion Optimization)<sup>[12]</sup> 과정을 이용하여 제일 적은 부호화 비용을 갖는 모드로 결정한다.

그림 1에서 4x4 블록안의 화소들은 소문자로, 주변 블록에 이웃 화소들은 대문자로 표현되어 있다. 블록 안의 화소들은 부호화 과정에 있는 현재 블록의 화소를 의미하고, 이웃 화소들은 현재 블록의 예측에 사용되는 화소를 의미한다.

다. 인트라 예측은 주변 블록의 이웃 화소를 그림 2에 있는 방향에 따라 또는 화소들의 평균을 이용하여 예측 블록을 생성한다. 예를 들어 수직 모드(Vertical) 일 경우에는 화소 a, e, i, m는 윗 블록의 화소 A로부터 예측된다. b, c, d도 a와 같은 방법으로 예측된다. 다른 모드들에 대해서도 유사한 방법을 사용하여 예측을 수행한다.

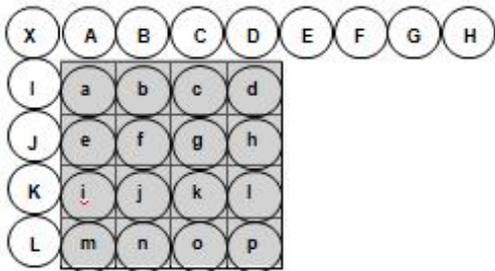


그림 1 . 현재 블록의 화소들과 예측에 사용되는 이웃 화소들  
Fig. 1. Pixels of current block and neighboring pixels used by prediction

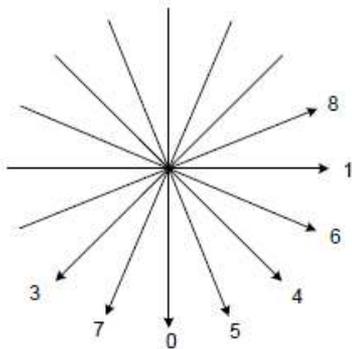


그림 2 . 인트라 4x4 예측 방향  
Fig. 2. Intra 4x4 prediction direction

## 2. H.264/AVC에서 인트라 예측 모드의 시그널링 (signaling)

공간적인 상관성은 인트라 예측을 통해서 효과적으로 줄일 수 있다. 그러나 각 블록의 예측 모드를 표현하기 위해서 많은 비트가 필요하다. 특히 높은 QP값을 사용하는 low bit-rate에서는 인트라 예측 모드가 부호화 효율에 큰 영향을 줄 수 있다. 인트라 예측 모드의 비트를 효율적으로 압축하기 위해서 H.264/AVC에서는 MPM이 정의되어 있다. 예

측 모드를 부호화하기 위해 주변 블록의 모드로부터 현재 블록의 모드를 예측하는데, 이는 현재 블록이 갖는 방향성이 주변 블록의 것과 유사한 경향을 갖기 때문이다. MPM은 주변 블록(왼쪽 블록과 위쪽 블록)의 예측 모드 중에 작은 모드 번호를 갖고 있는 블록의 모드를 현재 블록의 예측 모드로 사용한다. H.264/AVC에서 통계적으로 가장 많이 발생하는 방향의 모드에 적은 숫자를 할당한다. 예를 들어 수직(vertical) 모드는 가장 많이 발생하는 방향이므로 '0', 수평 위쪽(horizontal up) 모드는 가장 적게 발생하는 방향이므로 '8'에 해당하는 번호를 갖고 있다. 만약 왼쪽 블록 또는 위쪽 블록 중에 하나가 존재하지 않을 경우, DC 모드가 MPM으로 선택된다. 그렇지 않을 경우에는 왼쪽과 위쪽 블록의 모드 중에 작은 숫자를 갖는 모드를 MPM으로 선택한다. 엔트로피 부호화 단계에서 첫 비트는 MPM이 현재 블록의 모드와 일치하는지를 나타내는 비트로 사용되어 복호화기에 전송된다. 만약 전송되는 비트가 1일 경우에는 MPM이 현재 블록의 모드와 같음을 의미한다. 만약 전송되는 비트가 0일 경우에는 MPM이 현재 블록의 모드와 일치하지 않음을 의미하기 때문에, MPM을 제외한 나머지 8가지의 모드를 표현한 고정된 3 비트 길이의 코드워드를 복호화기에 전송한다. 그러므로 현재 블록의 모드가 MPM과 일치하는 경우에는 1 비트를, 일치하지 않을 경우에는 4 비트를 전송한다. 그림 3은 H.264/AVC에서 인트라 예측 모드의 시그널링 순서도이다.

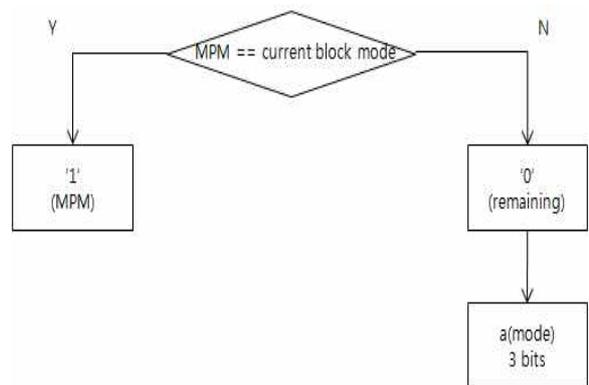


그림 3 . H.264/AVC에서 인트라 예측 모드의 시그널링  
Fig. 3. Signaling of intra prediction mode in H.264/AVC

### III. 제안하는 방법

#### 1. 제안하는 방법의 동기

인트라 예측 모드와 QP간의 상관관계를 알기 위해 QP별로 인트라 프레임에서 생성되는 전체 비트스트림에서 인트라 예측 모드가 차지하는 비중을 조사하였다. 일반적으로 low bit-rate에서 생성되는 전체 비트스트림에서 잔차 신호에 대한 비중이 high bit-rate에서 보다 적은 비중을 차지하게 된다. 이는 low bit-rate에서 높은 QP값으로 인해 양자화 단계에서 많은 잔차 신호의 데이터를 손실하기 때문에 QP값에 영향을 받지 않는 다른 요소들(움직임 벡터, 인트라 예측 모드 등)의 비중이 상대적으로 증가하기 때문이다. 데

이터의 객관성을 위해 다양한 영상을 대상으로 실험하였다. JM 16.0<sup>[13]</sup>의 baseline 프로파일에서 실험을 수행하였고, 모든 프레임을 I 프레임으로 설정하였다. 그림 4는 영상에 따라 전체 비트스트림에서 인트라 예측 모드가 차지하는 비율을 QP별로 도시하였다. HD급 crew 영상에서 인트라 예측 모드가 전체 비트스트림에서 차지하는 비율은 약 2 ~ 16% 정도이며, 특히 QP가 32이상인 low bit-rate에서는 9 ~ 16% 정도를 차지한다. SD급 nut5 영상에서 인트라 예측 모드가 약 5 ~ 25%를 차지하며, low bit-rate에서는 약 17 ~ 25%의 정도를 차지한다. 그림 4를 통해 QP가 높아짐에 따라 인트라 예측 모드가 전체 비트스트림에서 차지하는 비율을 높아짐을 확인할 수 있다. 이를 통해 low bit-rate 기반의 영상 서비스에 사용되기 위해서는 인트라 예측 모

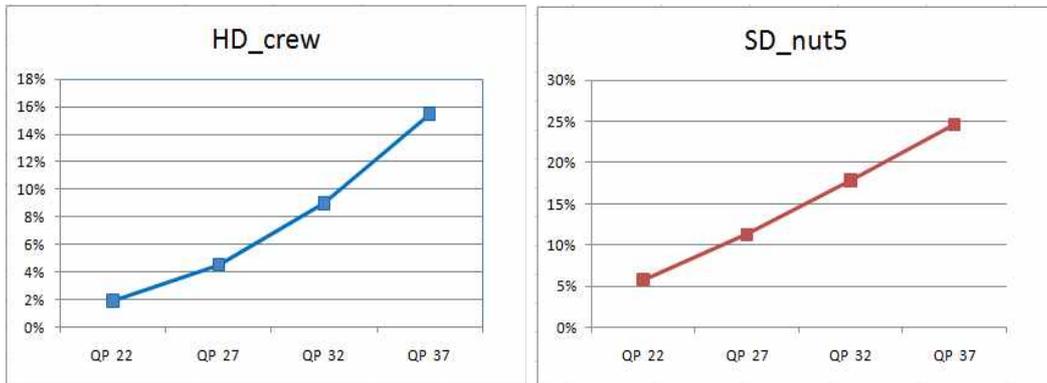


그림 4 . QP에 따른 전체 비트스트림에서 인트라 예측 모드의 비율  
 Fig. 4. Percentage of intra prediction mode in total bitstream according to QP

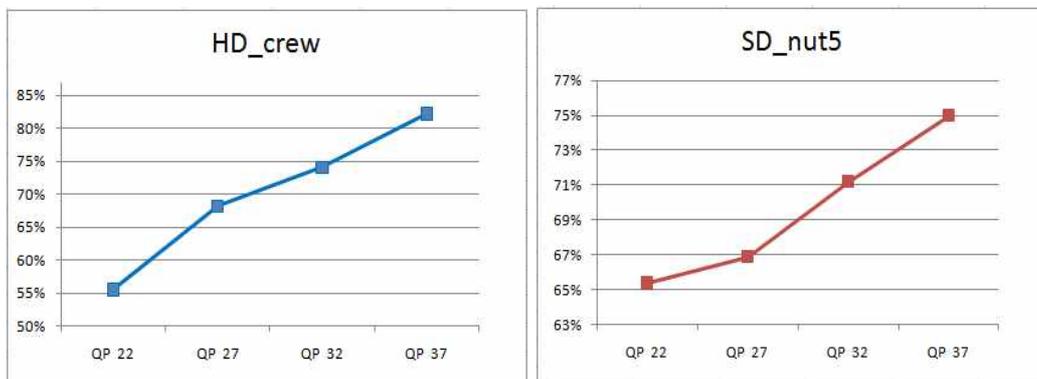


그림 5 . QP에 따른 MPM(most probable mode)의 적중률  
 Fig. 5. Hit ratio of MPM(most probable mode) according to QP

드를 효율적으로 부호화해야하는 필요가 있음을 보여준다.

Low bit-rate에서의 인트라 예측 모드에 대한 특성을 조사하기 위해 다른 통계를 알아보았다. QP별로 인트라 예측 모드가 주변 블록으로부터 얼마나 잘 예측이 되는지, 즉 MPM이 얼마나 잘 들어맞는지를 조사하기 위해 다양한 시퀀스를 대상으로 MPM의 적중률을 조사하였다. 그림 5는 영상에 따라 MPM의 적중률을 QP별로 도시하였다. HD급 crew 영상에서 QP에 따라 MPM은 약 55 ~ 85% 정도의 적중률을 보이며, 특히 QP가 32이상인 low bit-rate에서는 약 75 ~ 85% 사이의 높은 적중률을 보인다. SD급 nut5 영상에서 QP에 따라 MPM은 약 65 ~ 75% 정도의 적중률을 보이며, low bit-rate에서는 약 71 ~ 75%의 적중률을 보인다. 영상에 따라 QP가 증가에 따라 MPM의 적중률의 증가분의 차이는 다를 수 있지만, 전체적으로 QP의 증가에 따라 MPM의 적중률이 선형적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 low bit-rate에서 높은 확률을 갖고 있는 MPM의 적중률을 이용할 필요가 있음을 보여주고 있다.

그림 4, 5를 통해서 QP가 높아지는 것과 비례하여 전체 비트스트림에서 인트라 예측 모드가 차지하는 비율과 MPM의 적중률이 높아지는 것을 확인할 수 있다. MPM의 적중률이 높아진다는 것은 확률이 한 쪽으로 집중된다는 것을 의미한다. 이는 중복성이 많이 포함되어 있다는 것을, 중복성을 포함하는 불필요한 정보를 생성하여 부호화 효율에 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다. 인트라 예측 모드

가 전체 비트스트림에서 차지하는 비율이 높다는 것은 MPM의 확률이 한 쪽으로 쏠리는 것에서 낭비되는 불필요한 정보가 부호화의 효율에 큰 영향을 미치고 있음을 또한 확인할 수 있다.

## 2. 제안하는 방법의 동기

하나의 매크로블록(MB)에는 16개의 4x4 서브블록이 존재한다. 하나의 매크로블록에서 사용되는 인트라 예측 모드의 비트는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$Mode\ bits = \alpha \times \gamma + \beta \times (16 - \gamma) \tag{1}$$

식 (1)에서  $\alpha$ 는 MPM이 일치하는 경우에 사용되는 비트수,  $\beta$ 는 MPM이 아닌 경우에 사용되는 비트수,  $\gamma$ 는 하나의 매크로블록에서 MPM과 4x4 블록의 모드가 일치하는 경우의 수를 의미한다.  $\alpha, \beta$ 는 H.264/AVC에서는 각각 1, 4의 값을 갖고,  $\gamma$ 는 0부터 16까지의 값을 가질 수 있다.  $\gamma$ 값에 따라 Mode bits는 최소 16부터 최대 64 비트의 범위를 갖는다. Low bit-rate일 경우에 MPM의 적중률이 증가하는 경향이 있다. 이에 따라  $\gamma$ 값이 증가하고,  $\gamma$ 이 커짐에 따라 mode bits의 수는 적어진다.  $\gamma$ 이 16일 경우 하나의 매크로블록에서 사용되는 인트라 예측 모드 비트는 16비트이다.  $\gamma$ 이 16이라는 것은 4x4 블록에서 주변 블록으로부터 예측

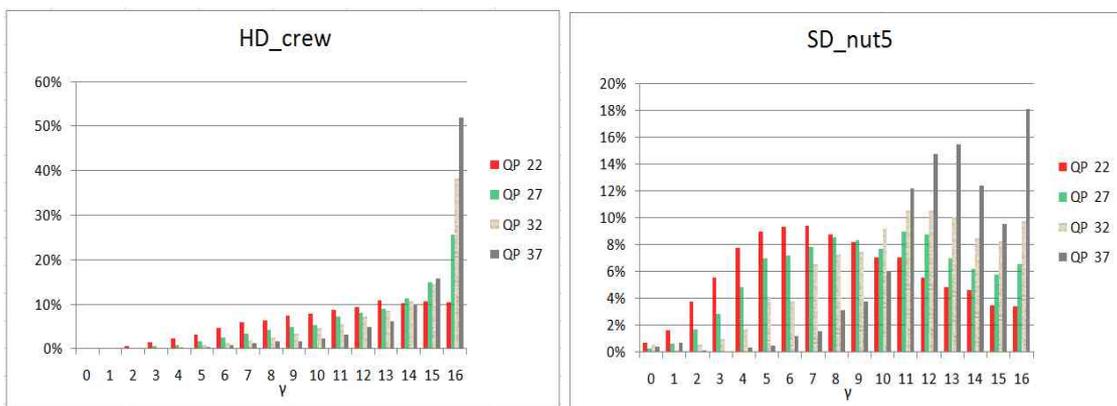


그림 6 . QP에 따른  $\gamma$ 의 변화  
Fig. 6. Change of  $\gamma$  according to QP

되는 모드가 정확하다는 걸 의미하는데 매 블록마다 bit를 전송하기 때문에 16비트를 보내야 한다. 이는 중복되는 정보까지 보내야하기 때문에 부호화 효율 측면에서 좋지 않을 수 있다. MPM의 적중률이 증가할수록 큰  $\gamma$ 값을 갖는 경우가 많이 발생하기 때문에 이를 이용하여 예측 모드를 효율적으로 부호화 할 필요가 있다.

그림 6은  $\gamma$ 에 따른 빈도수를 QP별로 나타낸다. 그림 6과 같이 QP가 증가함에 따라 큰 값을 갖는  $\gamma$ 의 빈도수도 같이 증가함을 확인할 수 있다. HD급 crew 영상에서 QP가 37일 때 인트라 4x4로 선택되는 매크로블록 중 약 50%가  $\gamma$ 가 16인 경우에 해당한다. 16을 포함한 큰  $\gamma$ 값을 갖는 경우가 low bit-rate에서는 많이 발생하는 것을 확인할 수 있다. SD급 nut5 영상에서도 QP가 증가함에 따라 큰 값을 갖는  $\gamma$ 의 빈도수가 증가하는 것을 확인할 수 있다. QP가 37일 때  $\gamma$ 이 13 이상인 경우가 인트라 4x4로 선택되는 매크로블록 중 약 60%에 해당하는 것을 그림 6을 통해 확인할 수 있다. 이와 같이 low bit-rate에서 큰  $\gamma$ 값의 빈도수가 많은 특성을

이용하여 MPM을 합병하는 방법을 사용하여 예측 모드를 시그널링 하는 방법을 제안한다.

### 3. 알고리즘 설명

본 논문에서는 MPM을 합병하는 방법을 사용하여 인트라 예측 모드를 시그널링 한다. 모든  $\gamma$ 에 대해 제안된 방법은 수행하지 않고 어느 경계값 이상의  $\gamma$ 에 대해서만 제안된 방법을 사용한다. 제안된 방법은 높은  $\gamma$ 값을 갖는 경우에 대해 효율적이기 때문에 경계값 이하일 경우에는 기존의 방법과 같이 MPM과 현재 블록의 모드가 일치할 경우에는 1 비트, 그렇지 않을 경우에는 MPM 1 비트 외에 추가적으로 3 비트를 사용하여 부호화를 한다.  $\gamma$ 값이 경계값 이상일 경우에는 그림 7과 같은 단계를 거쳐 시그널링 한다.

단계 1. 하나의 매크로블록에서  $\gamma$ 이 경계값 이상인지를 확인한다.

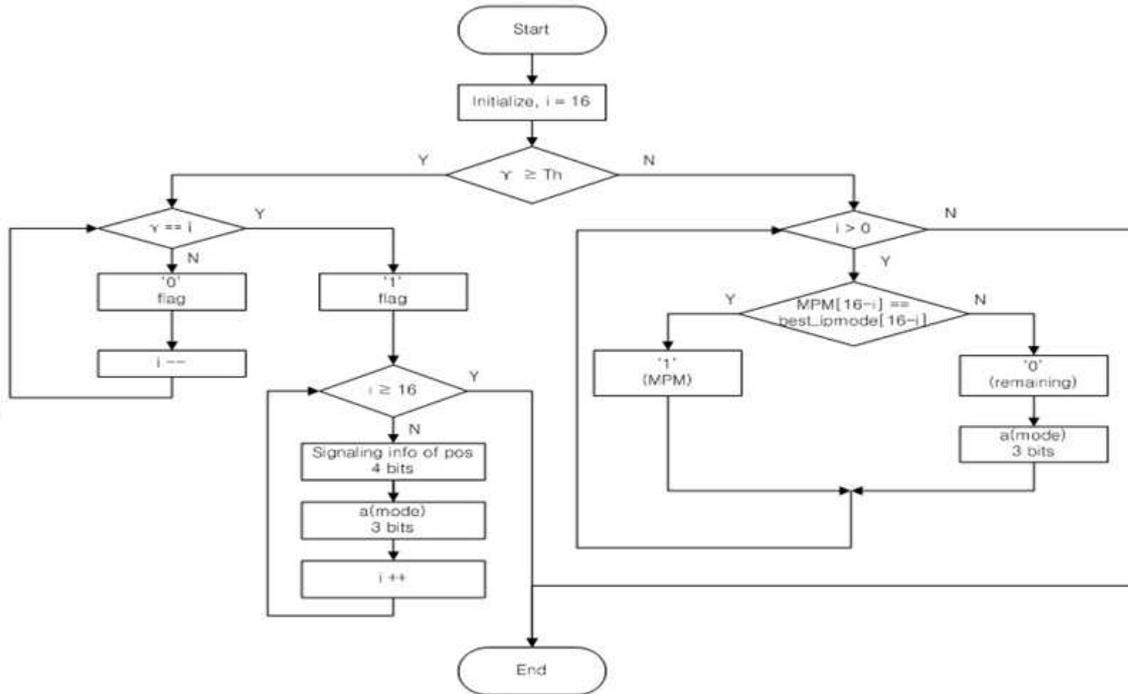


그림 7 . 제안하는 알고리즘의 순서도  
Fig. 7. A flowchart of proposed algorithm

- 단계 2.  $\gamma$ 이 경계값 이상일 경우에는 제안된 방법을 사용한다. 그렇지 않을 경우에는 기존의 방법과 같이 1 비트 또는 4 비트를 사용하여 복호화기에 전송한다. 예측모드 단일화 플래그를 전송하여 제안된 방법을 사용할 경우에는 1, 기존의 방법을 사용할 경우에는 0을 전송한다. 예측모드 단일화 플래그는 제안된 방법을 사용할 지 여부를 규정하는 본 논문에서 정의되는 플래그이다.
- 단계 3.  $\gamma$ 에 따라 플래그를 시그널링 한다. 예를 들어 경계값이 14이면, 제안된 방법에서 사용가능한  $\gamma$ 의 범위는 14, 15, 16이다. 모든 후보군을 구분하기 위해 2비트를 사용한다. 첫 번째 비트는  $\gamma$ 이 16인지 아닌지를 의미하는 비트이고, 16이 아닐 경우에는 두 번째 비트를 전송하는데 이때 두 번째 비트가 0이면 15, 1이면 14를 의미한다. 이 단계에서 시그널링 되는 정보를 통해 해당 매크로블록에서 MPM이 일치하는 4x4 블록의 수를 알 수 있다.
- 단계 4.  $\gamma$ 이 16이 아닐 경우에는 MPM이 일치하지 않은 블록의 위치 정보를 전송한다. 4비트씩을 사용하여 16개의 블록 중에 어느 블록이 MPM과 일치하지 않는지에 대한 정보를 복호화기에 전송한다.  $\gamma$ 이 16일 경우에는 모든 블록이 MPM으로 예측되는 블록을 의미하기 때문에 추가적인 정보는 전송하지 않는다.
- 단계 5. 마지막으로 MPM이 일치하지 않는 블록의 실제 모드를 발생시킨다. H.264/AVC에서 MPM이 일치하지 않는 경우 MPM을 제외한 나머지 8개의 모드를 3비트를 사용하여 복호화기에 전송하는 것과 같이, MPM이 일치하지 않는 블록의 실제 모드를 3비트를 사용하여 시그널링 한 후에 복호화기에 전송한다. 이 단계에서도  $\gamma$ 이 16인 경우에는 전송되는 정보가 필요하지 않다.

예를 들어 경계값이 14이고  $\gamma$ 이 16일 경우에는 단계 2에서의 예측모드 단일화 플래그 '1'을 전송한다.  $\gamma$ 이 16이기 때문에 단계 3에서의 '0'을 전송한다. 단계 4와 단계 5에서

는  $\gamma$ 이 16일 때 전송되는 비트가 없기 때문에 총 2비트만을 사용하여 하나의 매크로블록의 예측 모드를 생성한다. 기존의 16비트를 사용하여 한 매크로블록의 예측 모드 정보를 생성하는 것에 비해 더 적은 비트를 사용하여 예측 모드 정보를 생성할 수 있다. 다른 예로 경계값이 13이고  $\gamma$ 이 15일 경우에는 단계 2에서의 예측모드 단일화 플래그 '1'을 전송한다. 단계 3에서 '10' 2비트를 사용하여  $\gamma$ 에 대한 정보를 생성한다.  $\gamma$ 이 15라는 것은 1개의 4x4 블록에서 MPM이 일치하지 않는다는 것을 의미하기 때문에 일치하지 않는 블록에 대한 정보를 단계 4에서 생성한다. 1개의 블록이 일치하지 않기 때문에 4비트를 사용하여 위치 정보를 생성한다. 단계 5에서 역시 1개의 블록이 MPM이 일치하지 않기 때문에 MPM을 제외한 실제 모드에 대한 정보를 3비트를 사용하여 생성한다. 총 10비트를 사용하여 하나의 매크로블록의 예측 모드를 부호화하는데 이는 기존의 19비트를 사용하여 예측 모드 정보를 생성하는 것에 비해 더 적은 비트를 사용하여 예측 모드 정보를 생성함으로써 부호화 효율을 높일 수 있다.

#### IV. 실험 결과

제안한 알고리즘의 부호화 성능을 평가하기 위해 5개의 HD(1280x720) 동영상 crew, jets, vidyo1, vidyo3, vidyo4와 5개의 SD(832x480) flower4, nut5, keiba3, partyscene, bqmall을 사용하였다. 제안한 알고리즘은 JM(Joint Model) 16.0 참조 소프트웨어에 적용하였다. 모든 프레임은 I 프레임으로 부호화하고 H.264/AVC의 baseline 프로파일 환경에서 실험을 수행하였다. 주요 설정으로는 RD optimization을 on, 엔트로피 부호화는 CAVLC로 사용하였다. QP 범위는 2가지의 범위를 대상으로 실험을 수행하였다. 하나의 QP 범위는 일반적으로 많이 사용되는 QP 범위(22, 27, 32, 37)를 사용하였고, 다른 QP 범위는 low bit-rate 환경에서의 부호화 성능을 평가하기 위한 범위(36, 38, 40, 42)를 사용하였다. 그림 8은 실험에 사용된 영상의 샘플을, 표 1은 제안된 알고리즘의 성능 평가를 위한 실험 환경을 나타내고 있다.



그림 8 . 실험 영상의 샘플  
Fig. 8. Sample of test sequence

표 1. 실험 조건  
Table 1. Experimental conditions

GOP 구조	Intra only
엔트로피 부호화	CAVLC
울-왜곡 최적화 방법(RDO)	고 복잡도 모드
부호화 영상의 수	SD:300, HD:150
프로파일	baseline
QP	1 set : 22, 27, 32, 37 2 set : 36, 38, 40, 42
경계값	13

표 2와 3은 QP 범위 1, 2에서의 실험 결과를 나타낸 표이다. QP 범위를 2개를 사용한 이유는 low bit-rate에서의 영상 서비스를 위해서 제안된 알고리즘이 어느 정도의 부호화 성능을 향상시킬 수 있는지를 확인하기 위해서이다. 인트라 예측 모드가 차지하는 비율이 낮은 일반적인 QP 범위에서는 예측 모드에 해당하는 비트를 감소시킨다 할지라도 인트라 예측 모드가 전체 비트스트림에서 차지하는 비율이 낮아서 부호화 효율을 크게 개선시키지 못하기 때문에 low bit-rate의 QP 범위를 추가하였다. RD 곡선간의 차이의 평균을 계산하기 위해 BD-psnr과 BD-bitrate<sup>[14][15]</sup>를 사용하

였으며, BD-bitrate에서 '+'는 평균 비트율의 증가를, '-'는 평균 비트율의 감소를 의미한다. 일반적인 QP 범위에서 평균 -0.950%의 비트율 감소를 이뤄냈으며, 특히 jets 영상에서는 -2.067%의 비트율 감소를 보였다. Low bit-rate를 위한 QP 범위에서는 평균 -1.659%의 비트율 감소를 이뤄냈으며, 특히 Keiba3 영상에서 -2.701%의 비트를 절감했다.

표 2. QP = {22, 27, 32, 37}에서의 실험 결과  
Table 2. Experimental results with QP = {22, 27, 32, 37}

Resolution	Sequence	BD PSNR(dB)	BD rate(%)
SD (832x480)	flower4	0.048	-0.678
	nut5	0.050	-1.452
	keiba3	0.037	-0.714
	partyscene	-0.011	0.131
	bqmall	0.040	-0.645
	Average	0.033	-0.671
HD (1280x720)	crew	0.045	-1.072
	jets	0.083	-2.067
	vidyo1	0.046	-0.788
	vidyo3	0.089	-1.349
	vidyo4	0.049	-0.854
	Average	0.062	-1.226
Average(total)		0.048	-0.950

표 3. QP = {36 38. 40. 42}에서의 실험 결과  
 Table 3. Experimental results with QP = {36 38. 40. 42}

Resolution	Sequence	BD PSNR(dB)	BD rate(%)
SD (832x480)	flower4	0.089	-1.365
	nut5	0.080	-1.186
	keiba3	0.146	-2.707
	partyscene	0.017	-0.335
	bqmall	0.097	-1.694
	Average	0.086	-1.457
HD (1280x720)	crew	0.096	-2.115
	jets	0.117	-2.096
	vidyo1	0.090	-1.311
	vidyo3	0.139	-1.984
	vidyo4	0.109	-1.793
	Average	0.110	-1.860
Average(total)		0.098	-1.659

제안된 방법으로 인해 인트라 4x4가 선택되는 비율이 기존과 비교하였을 경우 얼마나 변화하는지를 확인하기 위해 통계를 조사하였다. 인트라 4x4의 선택되는 경우의 변화량은 식 (2)를 이용하여 백분율로 나타내었다.

$$\Delta Mode_{4 \times 4} = \frac{N_{pro} - N_{con}}{N_{con}} \times 100 \quad (2)$$

$N_{con}$ 는 기존의 방법에서 인트라 4x4가 전체 모드에서 차지하는 비율을 의미하고,  $N_{pro}$ 는 제안된 방법에서 인트라 4x4가 차지하는 비율을 의미한다. 그림 9는 영상에 따라 인트라 4x4로 선택되는 비율의 변화를 보여준다. HD급 crew 영상은 QP가 22일 경우에 기존에 비해 약 3%의 증가율을 보이고 있지만, QP가 증가함에 따라 인트라 4x4 모드 선택 확률의 증가율도 비례하는 것을 확인 할 수 있다. QP가 42일 경우에는 기존의 방법에 비해 약 60% 정도 증가한다. SD급 nut5 영상은 QP가 22일 경우에 약 20%의 증가율을 보이고 있고, QP가 증가함에 따라 인트라 4x4 모드 선택 확률도 증가한다. QP가 42일 경우에 약 60% 정도 증가한다.

제안된 방법으로 인트라 예측 모드를 시그널링 함으로써 기존의 방법에서 예측의 정확도로 인해 psnr 측면에서는 인트라 16x16보다 유리하지만 rate 측면에서의 불리함으로 인트라 4x4로 선택되지 않고 인트라 16x16으로 선택되는 경우가 제안된 방법에서는 rate 측면에서의 불리함을 줄여 주는 효과를 발휘하기 때문에 인트라 4x4로 선택되는 확률이 높아진다. QP가 높아질수록 기존에 인트라 4x4로 선택되는 경우보다 최고 60%까지 증가하는 것을 그림 9를 통해서 확인할 수 있다.

그림 10은 low bit-rate의 QP 범위에서의 4개의 영상에 대한 실험 결과를 RD 곡선으로 나타낸 그림이며, 실선은 제안된 방법, 점선은 H.264/AVC의 방법을 의미한다. RD

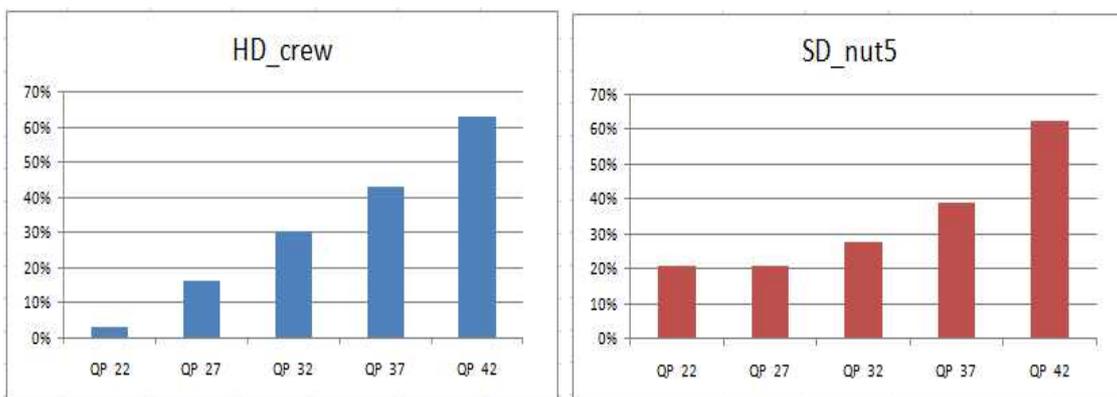


그림 9 . 인트라 4x4로 선택되는 비율의 변화  
 Fig. 9. Change of ratio to be selected as Intra 4x4

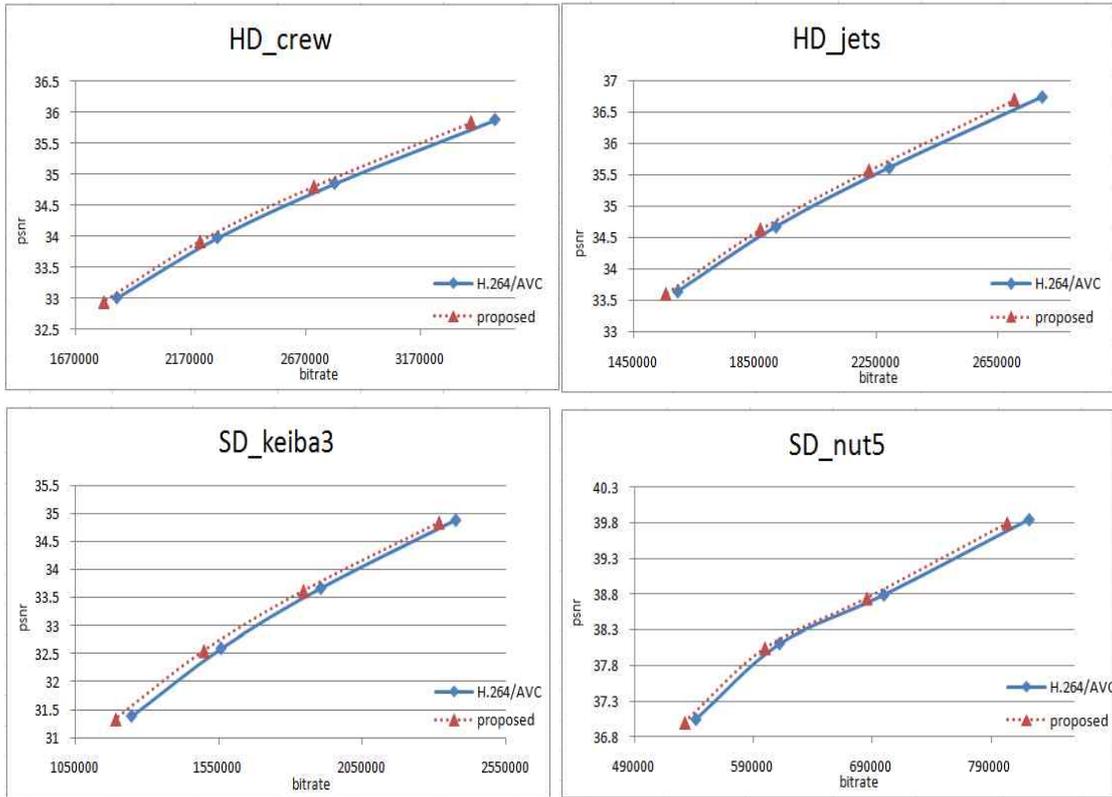


그림 10 . 다양한 영상들의 RD 곡선  
 Fig. 10. RD curves for various sequences

곡선 상에서 제안된 방법을 사용할 때 기존의 방법과 비교하여 약 0.08dB에서 0.15dB의 PSNR이 향상된다.

### V. 결론

본 논문에서는 H.264/AVC의 인트라 부호화에서 인트라 예측 모드를 병합하여 부호화 효율을 향상시키는 방법을 제안하였다. Low bit-rate에서 MPM의 확률이 집중되는 경우에 발생하는 중복성을 포함하는 불필요한 정보를 제거하기 위해 인트라 예측 모드를 병합하는 방법을 사용하기 때문에 부호화 효율을 높일 수 있었다. 실험 결과, 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여 약 0.05dB의 PSNR(Peak signal to-noise ratio) 증가, 약 1%의 비트율이 감소하였다. 특히 low bit-rate일 경우, 약 0.1dB의 PSNR 증가, 약 1.7%의

비트율이 감소시킴으로써 low bit-rate에서 효과적임을 알 수 있다. 제안한 방법은 인트라 4x4에만 적용되었기 때문에 다른 인트라 모드에 변형되어 적용되거나 적용적인 방법을 사용하여 제안된 방법을 적용할 수 있다면 더 좋은 부호화 성능을 기대할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10, "Advanced video coding for generic audiovisual services", May 2003.
- [2] T.Wiegand, G.J.Sullivan, G.Bjntegaard, and A.Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 560-576, July 2003
- [3] G.J.Sullivan and T.Wiegand, "Video compression - from concepts to the H.264/AVC standard", Proc. IEEE, pp. 18-31, January 2005
- [4] T.Wedi, H. G.Musmann "Motion- and Aliasing-Compensated Prediction for Hybrid Video Coding", IEEE Trans. Circuits Syst.

Video Technol., pp. 577-586, July 2003

[5] D.Marpe, H.Schwarz, T.Wiegand "Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 620-636, July 2003.

[6] P.List, A.Joch, J.Lainema, G.Bjontegaard, M. Karczewicz "Adaptive Deblocking Filter", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 614-619, July 2003

[7] N.Kamaci, Y.Altunbasak, "Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the existing standards", ICME, Vol.1, pp. 345-8, July 2003

[8] G.J.Sullivan, T.McMahon, T.Wiegand and A.Luthra (Eds.), "Draft Text of H.264/AVC Fidelity Range Extensions Amendment to ITU-T Rec. H.264| ISO/IEC 14496-10 AVC", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16 JVT document JVT-L047, July 2004

[9] H.S.Malvar, A.Hallapuro, M.Karczewicz, and L.Kerofsky, "Low-Complexity Transform and Quantization in H.264/AVC", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp.598-603, July 2003

[10] D.Kim, K.Han, Y.Lee, "Adaptive Single-Multiple Prediction for H.264/AVC Intra Coding," IEEE Trans. on CSVT, Vol. 20, No.4, pp. 610-615, April. 2010

[11] L.Po, L.Wang, K.Cheung, K.Wong, K.Ng, S.Li, and C.Ting, "Distance-based Weighted Prediction for Adaptive Intra Mode Bit Skip in H.264/AVC," IEEE 17th International Conference on Image Processing, September 2010

[12] G.J.Sullivan and T.Wiegand, "Rate-Distortion Optimization for video Compression", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, pp 74-90, November 1998

[13] [http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old\\_jm/jm16.0.zip](http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/jm16.0.zip)

[14] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6 Doc., VCEG-M33, Austin, US, April 2001

[15] S.Pateux, J.Jung, "Improvements of Excel macro for BD-gain computation," ITU-T SG16 Q.6 Doc., SG16- C358, Geneva, CH, October 2009

— 저 자 소 개 —



김 기 백

- 2008년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 졸업(학사)
- 2010년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 졸업(석사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 박사과정
- 주관심분야 : 비디오 압축, 영상처리



이 원 진

- 2010년 2월 : 명지대학교 정보공학과 졸업(학사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자컴퓨터통신학과 석사과정
- 주관심분야 : 비디오 압축, 영상처리



정 제 창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 석사
- 1990년 : 미국 미시간 대학 전기공학과 공학박사
- 1980년 ~ 1986년 : KBS 기술연구소 연구원(디지털 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 ~ 1991년 : 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수(영상 및 신호처리 연구)
- 1991년 ~ 1995년 : 삼성전자 멀티미디어 연구소(MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
- 1995년 ~ 현재 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 교수(영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 11월 : 과학기술자상 수상
- 1998년 12월 : 정보통신부장관상 표창
- 2007년 : IEEE Chester Sall Award 수상
- 2008년 : ETRI Journal Paper Award 수상
- 주관심분야 : 영상처리, 영상압축, 3DTV