

일반논문-09-14-3-01

인접 화소 성분 분석을 이용한 H.264/AVC에서의 Intra 예측 정보 생략

김 대 연^{a)}, 김 동 균^{a)}, 이 영 렬^{a)‡}

Intra Prediction Information Skip using Analysis of Adjacent Pixels for H.264/AVC

Dae-Yeon Kim^{a)}, Dong-Kyun Kim^{a)}, Yung-Lyul Lee^{a)‡}

요 약

Moving Picture Experts Group (MPEG)과 Video Coding Experts Group (VCEG)은 기존의 MPEG-4와 H.263 표준안보다 우수한 비디오 압축 기술을 개발하였다. 이 새로운 표준안은 H.264/AVC (Advanced Video Coding) 이라 하며, MPEG-4 Part 10과 ITU-T Recommendation H.264로 공동 발표 되었다. H.264/AVC에는 9가지의 모드를 가진 Intra4×4 예측 부호화가 존재하는데, 이는 영상의 공간적인 상관성을 이용한 압축 부호화 방식이다. 본 논문에서는 압축 효율을 높이기 위하여 인접 화소들의 유사성을 이용한 ABS (Adaptive Bit Skip) 모드를 제안함으로써, 적응적으로 intra mode bit를 생략하여 부호화 효율을 높이는 방법을 제안하였다. 실험 결과, 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여 R-D 곡선 상에서 평균 약 0.2 dB의 PSNR (Peak signal-to-noise ratio) 향상이 있었고 평균 약 3.6%의 비트율을 절감하였다.

Abstract

The Moving Picture Experts Group (MPEG) and Video Coding Experts Group (VCEG) have developed a new standard that promises to outperform the earlier MPEG-4 and H.263 standards. The new standard is called H.264/AVC (Advanced Video Coding) and is published jointly as MPEG-4 Part 10 and ITU-T Recommendation H.264. In particular, the H.264/AVC intra prediction coding provides nine directional prediction modes for every 4×4 block in order to reduce spatial redundancies. In this paper, an ABS (Adaptive Bit Skip) mode is proposed. In order to achieve coding efficiency, the proposed method can remove the mode bits to represent the prediction mode by using the similarity of adjacent pixels. Experimental results show that the proposed method achieves the PSNR gain of about 0.2 dB in R-D curve and reduces the bit rates about 3.6% compared with H.264/AVC.

Keywords : H.264, MPEG-4 Part 10, Intra prediction

1. 서 론

a) 세종대학교 컴퓨터공학과 DMS 연구실

DMS Lab. Dept. of Computer Engineering, Sejong University

‡ 교신저자 : 이영렬 (yllee@sejong.ac.kr)

※ 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2006-311-D00834)

· 접수일(2008년11월10일), 수정일(1차:2009년1월16일,2차:3월10일), 게재확정일(2009년4월24일)

H.264/AVC는 Moving Picture Experts Group (MPEG)과 Video Coding Experts Group (VCEG)으로 구성된 Joint Video Team (JVT)에서 MPEG-4 Part 10과 ITU-T Recommendation H.264로 공동 발표 되었다^{[1]-[3]}. H.264/AVC는

기존의 압축 표준들과 비교하여 intra 예측 부호화, 1/4 단위의 variable block-size motion estimation/compensation^[4], CAVLC (Context-based Adaptive Variable Length Coding)와 CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)^[5]을 이용한 엔트로피 부호화, 그리고 de-blocking filter^[6] 등의 기술을 이용하여 MPEG-2 보다 약 2배, MPEG-4 ASP (Advanced Simple Profile) 보다 약 1.5배의 압축률 향상을 보였다^[7].

하이브리드 구조를 가진 여러 비디오 부호화 표준안들, 특히 H.264/AVC의 기술 중, 영상의 공간적인 유사성을 이용하는 intra 예측 부호화의 경우, reference frame을 사용하지 않고, 현재 부호화가 진행 중인 화면에서 이미 부호화를 마친 인접 화소를 이용하여 예측 부호화를 수행한다. 이 방법은 공간상으로 인접한 화소 값들이 서로 높은 유사성을 갖는 특징을 이용하는 방식이다. 이러한 특징을 이용하여 intra 예측 부호화의 성능을 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다^{[8]-[10]}. 본 논문에서는 intra 예측 부호화에서 예측을 위해 이용하는 인접 화소의 성분 분석을 통하여 intra 예측 정보를 효과적으로 생략하는 방법을 제안하여 부호화 효율을 높이고자 한다.

본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. II장에서는 H.264/AVC의 intra 예측 부호화 및 양자화 방법에 대한 소개를 하고, III장에서는 본 논문에서 제안하는 인접 화소 성분 분석을 이용한 intra 예측 정보 생략 방법에 대해 설명한다. IV장에서는 제안하는 방법의 성능 향상을 보여주는 실험결과에 대해 서술하고, 마지막으로 V장에서 본 논문의 결론과 향후 과제에 대해 서술한다.

II. H.264/AVC의 intra 부호화 기술

Intra 예측 부호화는 공간상으로 인접한 화소 값들이 높은 유사성을 가지고 있는 특징을 이용한 압축방식이다. H.264/AVC에서의 intra 예측 부호화는 블록 크기에 따라 휘도 신호의 경우 3가지 모드 (16×16, 8×8, 4×4), 색차 신호의 경우 1가지 모드 (8×8)의 부호화 방법이 존재한다. 휘도 16×16 모드와 색차 8×8 모드의 경우는 4가지 intra 예측이

존재하며, 휘도 8×8 모드와 4×4 모드의 경우는 9가지 intra 예측이 존재한다. 이러한 예측 모드들을 후보로 하여 Rate-Distortion Optimization (RDO) 과정^[11]을 이용하여 최적의 모드를 결정한다.

그림 1의 (a)는 H.264/AVC의 Intra4×4 모드가 사용하는 화소들의 예를 보여주는 것이다. 소문자 a부터 p까지의 16개의 화소들은 현재 부호화 될 4×4 블록의 화소들이고, 대문자 A부터 M까지의 13개 화소들은 이전에 부호화 된 블록의 화소들이다. Intra4×4 예측 부호화는 이미 부호화 된 A부터 M의 화소 값을 이용하여 그림 1의 (b)와 같이 8가지의 방향성을 이용한 예측과 평균을 예측 값으로 사용하는 DC 예측을 통하여 현재 부호화 될 화소들과의 차분 과정을 통해 차분 계수를 생성한다. 예를 들어, Intra4×4 예측 부호화 방법 중, 모드 1인 horizontal 방향의 예측 부호화와 모드 3인 diagonal down left 방향의 예측 부호화가 수행 된다면 첫 번째 행의 a, b, c, d 화소들은 각각 식 (1)과 (2)와 같은 방법으로 차분 계수가 생성된다. Intra16×16 예측도 이와 유사한 방법으로 예측을 수행하여 차분 계수를 생성한다.

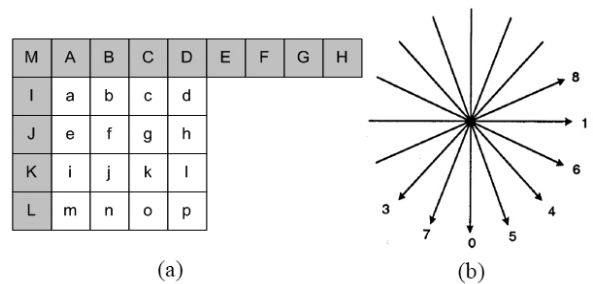


그림 1. Intra4×4 예측 (a) Intra4×4 예측에 사용되는 화소들 (b) Intra4×4의 방향성 예측

Fig. 1. Intra4×4 prediction: (a) Pixels used by intra4×4 prediction mode (b) Directional prediction of intra4×4 mode.

$$\begin{aligned} a' &= a - I, & b' &= b - I, \\ c' &= c - I, & d' &= d - I \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} a' &= a - \lfloor (A + 2B + C + 2) / 4 \rfloor \\ b' &= b - \lfloor (B + 2C + D + 2) / 4 \rfloor \\ c' &= c - \lfloor (C + 2D + E + 2) / 4 \rfloor \\ d' &= d - \lfloor (D + 2E + F + 2) / 4 \rfloor \end{aligned} \quad (2)$$

Intra 예측이 수행된 후 생성된 차분 계수들은 DCT 및 양자화 과정^[12]이 수행된다. H.264/AVC는 4x4 부터 16x16 까지의 다양한 블록 크기의 예측을 수행하지만 작은 예측 오차에도 충실히 양자화하여 화질을 향상시키기 위해서 dead-zone이 없는 양자화를 사용한다. 이러한 양자화는 QP (Quantization Parameter)에 의해 조절되며 식 (3)과 같이 수행된다.

$$Z_{ij} = \text{round}(Y_{ij} / Qstep) \tag{3}$$

여기서 Y_{ij} 는 DCT를 수행하여 변환된 계수이고 $Qstep$ 은 양자화 step size를 나타내며, Z_{ij} 는 양자화 된 계수를 나타낸다. 식 (3)에서 알 수 있듯이 H.264/AVC는 $Qstep$ 에 의해 양자화 강도를 조절하게 되는데, H.264/AVC는 총 52개의 QP를 사용하면서 이때의 $Qstep$ 은 QP가 6씩 증가 할 때 마다 2배가 되는 특징이 있다. 넓은 범위의 $Qstep$ 으로 인해 부호화기가 비트율과 화질 사이의 균형을 정확하고 유연하게 조절할 수 있다.

III. 제안하는 intra 예측 정보 생략 방법

1. 제안하는 방법의 동기

H.264/AVC에서의 intra 예측은 앞서 살펴 본 바와 같이 이미 부호화 된 인접 화소를 이용하여 예측을 수행한다. 그림 2는 Intra4x4 예측 부호화 수행 시 예측에 사용될 인접 화소들이 모두 동일한 값을 가지고 있는 경우를 나타낸 것이다. 이와 같이 인접 화소들이 모두 동일한 값을 가질 때 모드 1과 모드 3 에서의 부호화 될 화소 a, b, c, d의 예측은 각각 식 (4)와 (5)와 같이 수행되어 차분 계수를 생성한다.

$$\begin{aligned} a' &= a - N, \\ b' &= b - N, \\ c' &= c - N, \\ d' &= d - N \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} a' &= a - \lfloor (N + 2N + N + 2) / 4 \rfloor = a - N \\ b' &= b - \lfloor (N + 2N + N + 2) / 4 \rfloor = b - N \\ c' &= c - \lfloor (N + 2N + N + 2) / 4 \rfloor = c - N \\ d' &= d - \lfloor (N + 2N + N + 2) / 4 \rfloor = d - N \end{aligned} \tag{5}$$

식 (4)와 (5)를 통하여 예측에 사용 된 인접 화소 값들이 모두 동일한 경우에는 예측 결과가 모두 동일한 것을 알 수 있다. 모드 1과 모드 3 이외에도 인접 화소 값들이 모두 동일 할 때는 모든 예측 모드들은 동일한 차분 계수를 생성하게 되고 DCT 및 양자화 과정을 거쳐서 생성되는 변환 계수 또한 모두 동일하다. 즉, Intra4x4 예측에 있어서 이와 같은 경우에는 모든 모드의 예측을 수행할 필요가 없고 한 가지의 예측 모드만 수행하여도 압축 효율이 떨어지지 않는다.

H.264/AVC는 양자화 과정을 수행하기 때문에, 위와 같이 인접 화소가 정확히 동일하지 않고 어느 정도 유사한 값을 갖는다면 그 변환 계수는 동일한 값을 가질 수 있다. 만약 QP가 상대적으로 작으면 양자화 에러가 작기 때문에 인접 화소가 매우 유사할 때, 예측 모드들의 변환 계수가 모두 동일할 것이다. 반대로 QP가 상대적으로 크면 양자화 에러가 크기 때문에 인접 화소들의 유사성이 상대적으로 낮아도 예측 모드들의 변환 계수가 모두 동일하다. 따라서 각 QP에서 모든 예측 모드가 동일한 변환 계수를 발생시킬 때의 인접 화소들의 유사성을 계산하여 그 값을 임계값으로 사용하여 모든 예측 모드를 수행할 필요가 없는 블록 (인접 화소들의 유사성이 임계값 보다 높을 경우)을 판단하여 이 경우 intra 예측 모드 정보를 생략하여 압축 효율을 높일 수 있다. 이러한 모드를 본 논문에서는 ABS (Adaptive Bit Skip) 모드라고 정의하였다.

N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
N	a	b	c	d					
N	e	f	g	h					
N	i	j	k	l					
N	m	n	o	p					

그림 2. 예측에 사용되는 인접 화소가 동일한 값을 가진 경우
Fig. 2. In case that the adjacent pixels for prediction have the same value

2. 인접 화소의 유사성 측정과 임계값

인접 화소의 유사성을 파악하기 위해 현재 부호화 될 블록의 상단 및 좌측 화소들의 표준 편차를 계산하였다. 인접 화소들의 유사성 정도를 σ_p 라고 하면 식 (6)을 이용해서 인접 화소의 유사성을 파악할 수 있다. 이 값이 0 에 가까울수록 유사성이 높다고 말할 수 있다.

$$\sigma_p = \sqrt{\left[\sum_{k=0}^3 (u_k - m)^2 + \sum_{k=0}^3 (l_k - m)^2 \right] / 8} \quad (6)$$

여기서 u_k 는 그림 1의 (a)에서 A, B, C, D 화소를 의미하고, l_k 는 그림 1의 (a)에서 I, J, K, L 화소를 의미한다. 그리고 m 은 u_k 와 l_k 의 평균을 의미한다.

그림 3은 제안하는 알고리즘의 블록 다이어그램을 나타낸 것이다. 각 QP에 따라 임계값을 미리 계산하여 현재 부호화 될 블록의 σ_p 값이 임계값 (그림 3에서는 Th_{ABS} 로 표기) 보다 작으면 ABS 모드로 결정하여 intra prediction mode bit를 전송하지 않는다. 이때에 예측 모드는 평균값을 사용하는 DC 모드를 사용하였다. 반대로 σ_p 값이 임계값

보다 크면 Non-ABS 모드로 결정하고, 이 경우에는 기존의 방법과 동일하게 모든 예측 모드에 대하여 RDO 과정을 거쳐 최적의 모드를 결정한다.

효율적인 ABS 모드 선택을 위해서는 적절한 임계값을 결정해야 하는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위하여 다음과 같은 가정을 하였다. H.264/AVC는 원본 블록과 예측 블록의 차분치인 잔여 신호 블록을 DCT 및 양자화 과정을 거쳐서 변환 계수 블록을 부호화하기 때문에 임의의 두 개의 잔여 신호 블록이 서로 다르더라도 DCT 및 양자화를 수행하면 동일한 변환 계수 블록이 나타날 수 있다.

그 이유는 양자화 과정으로 인해 발생하는 양자화 에러 때문이다. 즉, 원본 블록에 대하여 여러 개의 예측 블록이 서로 다르더라도 변환 계수 블록은 동일하게 나타날 수 있다. 이러한 현상을 이용하여, 식 (6)으로 유도된 값 σ_p 를 9 가지의 방향성 예측을 사용했을 때의 잔여 신호의 크기로 가정하여 이 값이 양자화로 발생하는 최대 에러 값 미만으로 나타난다면 어떠한 방향의 예측을 사용하여도 변환 계수 블록은 모두 동일하게 나올 것이라고 가정하였다. 최대 양자화 에러 값은 식 (3)에서 알 수 있듯이 $Qstep$ 값과 동일하다. 본 논문에서는 ABS 모드의 임계값 Th_{ABS} 은 식 (7)과 같이 $Qstep$ 에 비례하도록 정의하였다. 이 때 H.264/AVC의 $Qstep$ 에는 정수 DCT와 양자화의 결합을 위한 scaling factor가 포함되어 있다. 따라서 DC 성분에 곱해진 scaling factor 4를 제거하기 위하여 $Qstep$ 에 4를 나눈 값을 임계값으로 사용하였다.

$$Th_{ABS} = \text{round}\left(\frac{Qstep}{4}\right) \quad (7)$$

여기서 $\text{round}()$ 는 정수로의 반올림을 나타낸다. $Qstep$ 은 QP에 의해 결정되기 때문에 H.264/AVC에서 사용하는 0에서 51까지의 각 QP에 대한 52개의 Th_{ABS} 값을 미리 계산하여 테이블로 만들어 사용하였다.

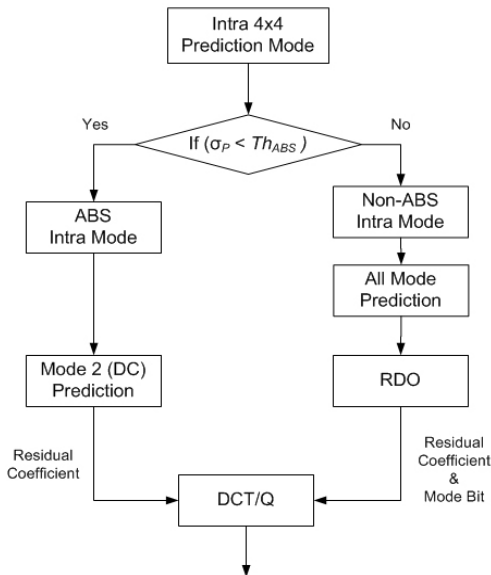


그림 3. 제안하는 Adaptive Bit Skip 방법
Fig. 3. Proposed method for Adaptive Bit Skip

3. 제안하는 방법을 위한 bit-stream 구조 변경

제안하는 방법의 구현을 위하여 Intra4x4 모드의 bit-

stream 구조가 변경되어야 한다. 그림 4의 (a)는 현재 H.264/AVC의 Intra4x4 모드의 bit-stream 구조이다. 그림과 같이 16개의 블록에 대한 예측 모드 정보가 부호화된 후, CBP (Coded Block Pattern)와 변환 계수 (Transformed coefficients)가 순서대로 부호화 된다. 하지만 제안된 ABS 모드가 사용될 때, 한 MB (Macro-Block)에 몇 개의 4x4 예측 모드가 부호화되는지 정해져 있지 않다. 최대 16개에서 최소 0개의 예측 모드가 부호화될 수 있다. 따라서 복호기에서 예측 모드의 개수를 알 수 없기 때문에 그림 4의 (b)와 같이 CBP와 변환 계수를 먼저 부호화하여 복호화에 보낸 후, 역양자화 및 역변환 과정을 거친 후 인접 화소의 유사성을 판단하여 현재 블록이 Non-ABS 모드일 경우에 예측 모드를 bit-stream에서 읽어오도록 하였다.

제안된 intra 예측 정보 생략 방법은 복원된 주변 화소 성분 정보가 bit-stream의 parsing에 관여하게 된다. 따라서 채널에서 발생하는 에러로 인하여 복호기에서 예측 블록의 주변 화소 값이 부호기에서의 그 값과 차이가 생길 경우, 복호화가 되지 않는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 제안된 방법을 intra slice에서만 적용하여 에러로 인한 복호화 문제를 해결하였다.

4. 제안하는 방법을 위한 복호기

제안한 intra 예측 생략 방법을 위한 복호기는 앞서 설명한 그림 3과 동일한 방법으로 진행된다. 먼저 복호기에서는 현재 블록 모드가 Intra4x4 일 때, 앞 절에 설명한 바와 같이 CBP와 변환 계수가 먼저 복호화되고 역양자화 및 역변환이 수행되어 변환 계수 블록을 생성한다. 그리고 4x4 블록 단위로 그림 3의 조건문이 수행된다. 조건문에서 q_p 값이 임계값 보다 크면, 현재 4x4 블록의 예측 모드를 bit-stream 으로부터 읽어와 그 예측 모드를 이용하여 현재 블록의 예측 블록을 만들고 이 블록과 변환 계수 블록과의 가산 과정을 통해 복원이 완료된다. 만약 조건문에서 q_p 값이 임계값 보다 작다면, 현재 4x4 블록은 DC 모드로 간주되어 DC 예측이 수행된다. 그리고 DC 모드를 이용한 예측 블록과 변환 블록과의 가산 과정을 통해 복원이 완료된다.

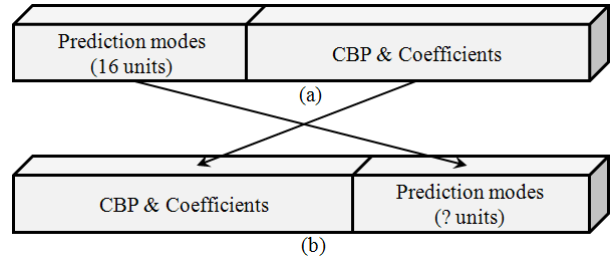


그림 4. Intra4x4 모드의 bit-stream: (a) H.264/AVC (b) 제안한 ABS 모드
Fig. 4. Intra4x4 mode bit-stream: (a) H.264/AVC (b) Proposed ABS mode

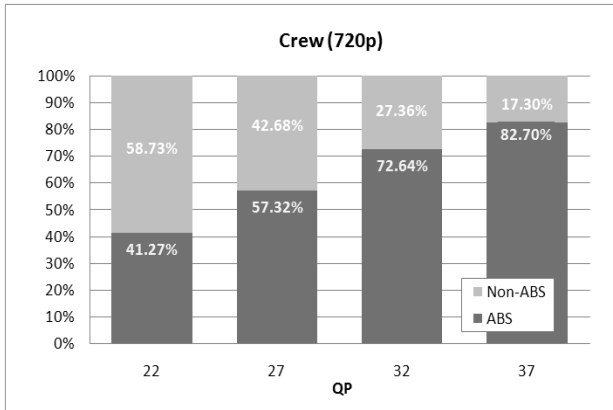
IV. 실험 결과

제안하는 방법과 H.264/AVC의 성능을 평가하기 위하여 H.264/AVC의 reference software인 JM (Joint Model) 9.6을 사용하였다^[13]. 표 1은 실험 조건을 나타낸 것이다. High 10 intra profile은 고화질 비디오 응용 분야를 위해 새롭게 추가된 프로파일이며, 모든 프레임은 intra로 코딩하고 10 bit depth의 영상을 지원하도록 권고되었다^[14].

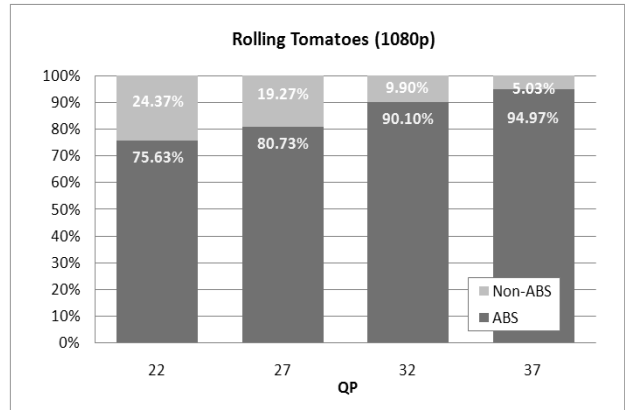
표 1. 실험 조건
Table 1. Experimental conditions

Sequences	size	Bit depth	Experiment conditions	
BigShips, City, Crew, Night, ShuttleStar	720p	8	Baseline profile	Intra only, QP(28, 32, 36, 40), CAVLC, RDO on
Rolling Tomatoes	1080p	8		
DucksTakeOff, InToTree, OldTownCross	1080p	10	High 10 Intra profile	

먼저 Intra4x4로 부호화된 모든 4x4 블록 중 ABS 모드와 Non-ABS 모드가 선택되는 통계를 알아보기 위한 실험을 하였다. 실험 조건은 표 1의 baseline profile 과 동일하나 넓은 대역폭에 대한 통계 결과를 얻기 위하여 QP를 22, 27, 32, 37로 변경하여 실험하였다. 그림 5는 720p 해상도의 Crew와 1080p 해상도의 Rolling Tomatoes 영상에 대한 결



(a) Crew(720p)



(b) Rolling Tomatoes(1080p)

그림 5. ABS와 Non-ABS의 모드 선택 비교

Fig. 5. Comparison of mode selection in ABS and Non-ABS.

과이다. ABS 모드는 QP가 높을수록 많이 선택되며, 최대 약 95.0%가 선택되는 것을 알 수 있다. 그리고 QP가 22일 때, Crew 영상은 41.3%, Rolling Tomatoes 영상은 약 75.6%가 ABS 모드로 선택되었다.

표 2는 실험 결과를 나타낸 표이다. 표에서 사용된 BD-

표 2. 실험 결과

Table 2. Experimental Results.

Size	Bit depth	Number of frames	Sequence	BD-Rate (%)	BD-PSNR (dB)
720p	8	60	BigShips	-5.22	0.24
			City	-2.79	0.17
			Crew	-4.78	0.19
			Night	-3.11	0.21
			ShuttleStar	-5.14	0.24
1080p	8	60	Rolling Tomatoes	-3.81	0.12
			DucksTakeOff	-1.56	0.08
	10	50	InToTree	-3.65	0.11
			OldTownCross	-2.70	0.10
Average				-3.64	0.16

PSNR과 BD-Rate는 VCEG-M33^[15]에 정의되어 있으며, R-D 곡선 상에서의 평균 PSNR 증가량과 평균 비트율 증가량을 나타낸다. 따라서 BD-PSNR은 양수일 때, BD-Rate는 음수일 때 화질이 향상 또는 압축률이 향상되었다고 평가할 수 있다.

표 1의 실험 조건으로 실험한 결과, 모든 영상에 대하여 BD-PSNR은 평균 약 0.16 dB 증가하였고 BD-Rate는 평균 약 3.64% 감소하였다. 특히, 720p 해상도의 BigShips 영상에서 약 5.22%의 비트율이 절약되었다. 1080p 해상도의 DucksTakeOff, InToTree, 그리고 OldTownCross 영상은 필름 스캔된 영상으로써 필름 노이즈를 포함하고 있기 때문에 ABS 모드의 선택 확률이 상대적으로 낮아 다른 영상보다 비트 감소율이 낮다.

그림 6은 6개의 영상에 대한 실험 결과를 R-D 곡선으로 나타낸 그림이며, 실선은 제안된 방법, 점선은 H.264/AVC의 실험 결과이다. R-D 곡선 상에서 제안된 방법을 사용할 때 H.264/AVC와 비교하여 약 0 dB에서 최대 0.3 dB의 PSNR이 향상되는 것을 알 수 있다.

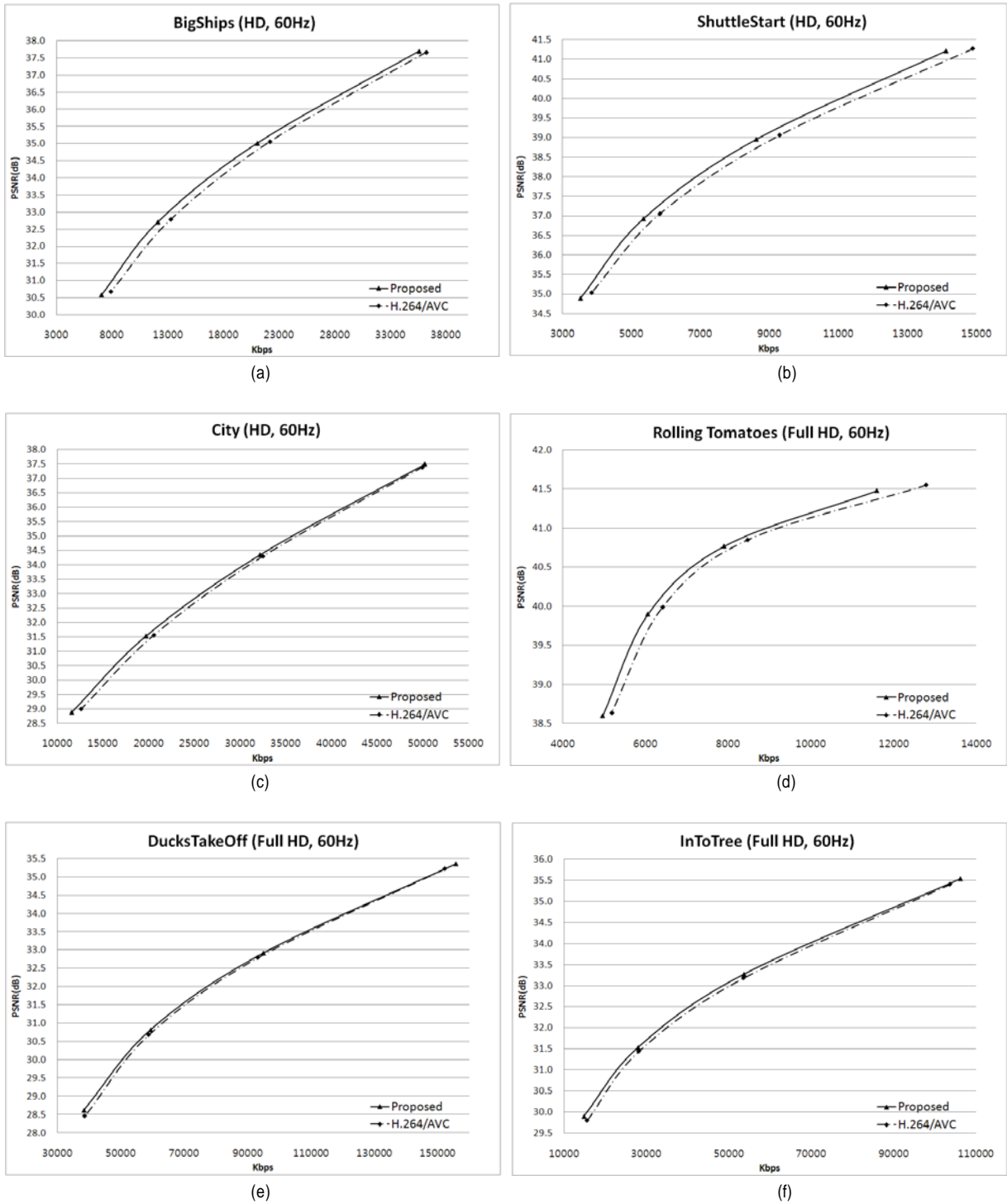


그림 6. 다양한 영상들의 R-D 곡선
Fig. 6. R-D curves for various sequences.

V. 결 론

본 논문에서는 H.264/AVC의 intra 예측 부호화의 압축 효율을 향상시키기 위하여 인접 화소의 유사성을 이용하여 선택적으로 예측 정보를 생략하는 방법을 제안하였다. Intra4×4 예측 부호화에서 인접 화소 값들이 유사할 경우, 9개의 예측 모드의 변환 계수 블록은 모두 동일하기 때문에 이 경우에 모드 정보를 생략함으로써 부호화 효율을 높일 수 있었다. 실험 결과, H.264/AVC와 비교하여 평균 약 3.6%의 압축률이 향상되었으며, 특히 저비트율에서 높은 성능 향상을 나타냈다. 제안된 방법은 Intra4×4 예측 부호화에만 적용되었기 때문에 다른 intra 모드에 변형되어 적용된다면 더 높은 압축 효율의 향상을 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] Thomas Wiegand, Gary J. Sullivan, Gisle Bjntegaard, and Ajay Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 560-576, July 2003.
- [3] Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, "Video compression - from concepts to the H.264/AVC standard", Proc. IEEE, pp. 18-31, January 2005.
- [4] Thomas Wedi, Hans Georg Musmann "Motion- and Aliasing-Compensated Prediction for Hybrid Video Coding", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 577-586, July 2003.
- [5] Detlev Marpe, Heiko Schwarz, Thomas 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] Peter List, Anthony Joch, Jani Lainema, Gisle Bjntegaard, Marta Karczewicz "Adaptive Deblocking Filter", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 614-619, July 2003.
- [7] Kamaci, N., Altunbasak, Y., "Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the existing standards", ICME, Vol.1, pp. 345-8, July 2003.
- [8] 김동균, 김대연, 이영렬, "인트라 모드에서 화소 유사성을 이용한 적응적인 스케닝", 19회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2007년 2월.
- [9] Dae-Yeon Kim, Dong-Kyun Kim, Yung-Lyul Lee, "Adaptive Scanning Using Pixel Similarity for H.264/AVC", IEICE Trans. Fundamentals Letter, Vol. E90-A, No. 5, pp. 1112-1114, May 2007.
- [10] 김대연, 정세운, 문경애, 이영렬, "A New Method for Estimating Intra Prediction Mode in H.264/AVC", 20회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2008년 2월.
- [11] Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, "Rate-Distortion Optimization for Video Compression", IEEE Signal Processing Magazine, pp 74-90, November 1998
- [12] Henrique S. Malvar, Antti Hallapuro, Marta Karczewicz, and Louis Kerofsky, "Low-Complexity Transform and Quantization in H.264/AVC", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 598-603, July 2003.
- [13] http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/jm96.zip
- [14] Gary J. Sullivan, Haoping Yu, Shun-ichi Sekiguchi, Huifang Sun, Thomas Wedi, Steffen Wittmann, Yung-Lyul Lee, Andrew Segall, and Teruhiko Suzuki, "NEW STANDARDIZED EXTENSIONS OF MPEG4-AVC/H.264 FOR PROFESSIONAL-QUALITY VIDEO APPLICATIONS", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2007), pp. I13-I16, Sep. 16-19, 2007
- [15] Gisle Bjntegaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD curves," ITU-T SC16/Q6, 13th VCEG Meeting, Austin, Texas, USA, Apr. 2001, Doc.VCEG-M33.

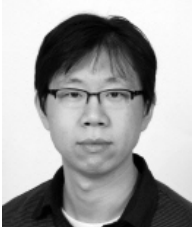
저 자 소 개



김 대 연

- 2005년 2월 : 세종대학교 인터넷학과 (학사)
- 2005년 2월 ~ 현재 : 세종대학교 컴퓨터공학과 (석박통합과정)
- 주관심분야 : Video compression, Image compression, Image processing

저 자 소 개



김 동 균

- 2006년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과 (학사)
- 2008년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과 (석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : (주)동양시스템즈 사원
- 주관심분야 : Video compression, H.264/AVC



이 영 렬

- 1985년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (학사)
- 1987년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (석사)
- 1999년 2월 : 한국 과학기술원 전기·전자공학과 (박사)
- 1987년 1월 ~ 1994년 2월 : 삼성전자 R&D 센터 Digital Media Lab.
- 1999년 3월 ~ 2001년 8월 : 삼성전자 R&D 센터 Digital Media Lab. 수석연구원
- 2001년 9월 ~ 현재 : 세종대학교 전자정보대학 컴퓨터공학부 컴퓨터공학과 부교수
- 주관심분야 : Multi-view video coding, MPEG video compression, Multimedia(MPEG) systems, H.264/AVC, Image compression, Image processing, Multimedia data(A/V/System) over IP, Embedded system for A/V transport, Transcoding, Watermarking