

일반논문-09-14-5-05

H.264에서 성능향상을 위한 Uni-directional 8x8 인트라 예측

국 승 용^{a)}, 박 광 훈^{a)†}, 이 윤 진^{a)}, 심 동 규^{b)}, 정 광 수^{b)}, 최 해 철^{c)}, 최 진 수^{c)}, 임 성 창^{c)}

Uni-directional 8x8 Intra Prediction for H.264 Coding Efficiency

Seung Ryong Kook^{a)}, Gwang Hoon Park^{a)†}, Yoon Jin Lee^{a)}, Dong Gyu Sim^{b)},
Kwang Soo Jung^{b)}, Haechul Choi^{c)}, Jin Soo Choi^{c)}, and Sung-Chang Lim^{c)}

요 약

본 논문은 초 고화질급(UHD) 영상으로 디지털화 되어 가는 시대에 대응하기 위하여, 현재 우리가 사용하고 있는 최신 코덱의 하나인 H.264 코덱 구조에서 인트라 예측 성능을 향상토록 한 Uni-directional 8x8 인트라 예측 기반 코덱을 개발하여 앞으로의 동영상 압축 개발에 기여하고자 한다. Uni-directional 8x8 인트라 예측은 8x8 픽셀 단위의 인트라 예측 시 4x4 픽셀 단위로 나누어 같은 인트라 예측방향을 사용하면서 4x4 픽셀 단위로 재구성된 영상을 통하여 예측을 세밀하게 할 수 있게 하는 아이디어를 기반으로 한다. 본 논문에서 제안한 Uni-directional 8x8 인트라 예측은 H.264 코덱 구조에서 기존의 8x8 인트라 예측만을 수행한 코딩 결과와 비교할 경우 QCIF, CIF에서 약 7.3% BDBR 성능 향상을 가져오며, 현재의 H.264 코덱 구조에 더하여 적용하였을 경우, 약 1.3% BDBR 성능 향상을 가져왔다. 더 큰 영상 사이즈를 압축하기 위해서는 지금 영상 사이즈에 최적화 된 코덱을 그대로 쓰기 보다는 지금보다 더 큰 블록 사이즈를(현재는 4x4 블록 단위가 최소 단위) 기준으로 할 수도 있기 때문에 새로운 코덱 기술 개발에 있어 기초 연구가 될 수 있을 것이다.

Abstract

This paper is ready to change a trend of a ultra high definition (UHD) video image, and it will contribute to improve the performance of the latest H.264 through the Uni-directional 8x8 intra-prediction idea which is based on developing a intra prediction compression. The Uni-directional 8x8 intra prediction is focused on a 8x8 block intra prediction using 4x4 block based prediction which is using the same direction of intra prediction. This paper describes that the uni-directional 8x8 intra-prediction gets a improvement around 7.3% BDBR only in the 8x8 block size, and it gets a improvement around 1.3% BDBR in the H.264 applied to the multi block size structures. In the case of a larger image size, it can be changed to a good algorithm. Because the video codec which is optimized for UHD resolution can be used a different block size which is bigger than before(currently a minimum of 4x4 blocks of units).

Keyword : video compression, H.264/AVC, intra prediction, 8x8 intra prediction

a) 경희대학교 전자정보대학

College of Electronics and Information, Kyung Hee University

b) 광운대학교 VIA-멀티미디어센터

Kwangwoon University, VIA-Multimedia Center

c) 한국전자통신연구원

ETRI

† 교신저자 : 박광훈(ghpark@khu.ac.kr)

※ 본 연구는 방송통신위원회, 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다 [과제관리번호: 2008-F-011, 과제명: 차세대 DTV 핵심기술 개발]

· 접수일(2009년6월11일), 수정일(1차:2009년9월4일, 2차:9월21일), 게재확정일(2009년9월21일)

I. 서 론

디지털 멀티미디어 서비스는 컴퓨터와 반도체 기술의 발전에 맞추어 급격한 발전을 이루었다. 전화와 같은 기존의 통신 서비스에서부터 디지털 TV, DMB, IPTV 와 같은 방송과 통신이 융합된 서비스까지 디지털 멀티미디어 서비스의 발달은 이전의 서비스에 비해 사용자에게 높은 품질의 서비스를 제공하려하고 있다. 서비스의 발달은 이전에 비해 점점 더 복잡하고 복잡한 다양한 멀티미디어 데이터 처리를 요구하고 있으며, 영상 서비스 측면에서는 1920x1080 픽셀 사이즈의 고품질 HDTV 영상을 넘어 UHDTV (Ultra High Definition TV) 에 쓰이는 3840x2160 픽셀 사이즈의 초고화질 영상 이상의 품질을 요구한다.

초고화질 영상에 대한 서비스는 디지털 미디어로의 저장 및 전송시 많은 데이터량을 요구하게되, 현재의 압축 기술보다 더 효율적인 압축 기술을 필요로 한다. 이러한 흐름에 맞추어 비디오 표준화 단체인 ISO/IEC 의 MPEG 및 ITU-T 의 VCEG에서는 고효율의 비디오 코덱 기술에 대해 국제 표준화 할 수 있도록 준비하고 있다^{[1][2]}. 현재 국제 표준화 회의인 ITU-T의 VCEG에서는 기존의 H.264 비디오 코덱과 비교하여 일정 수준 이상 압축 효율이 향상된 비디오 코덱 기술을 찾고 있으며 매 회의마다 여러 비디오 코덱 기술들이 제안되고 있다^{[3][4][5][6]}. 이러한 흐름에 맞추어 본 논문에서는 고품질 영상에 대응하는 인트라 예측(Intra prediction) 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 H.264 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측 (Intra prediction)을 기반으로 한다. H.264 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측은 기존의 4x4 화소, 16x16 화소의 블록단위 인트라 예측에 더하여 고품질화를 목표로 추가된 H.264의 충실도확장규격(FRExt: Fidelity Range Extensions)의 기술 중 하나이다^{[7][8][9][10]}.

논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 H.264 코덱에서의 인트라 예측 기술에 대해 설명하고 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측을 분석한다. III장에서는 II장에서 분석한 내용을 바탕으로 제안되는 인트라 예측 기술을 설명한다. IV장에서는 제안하는 방법에 대한 성능 평가를 하며, 마지막으로 V장에서는 결론을 기술한다.

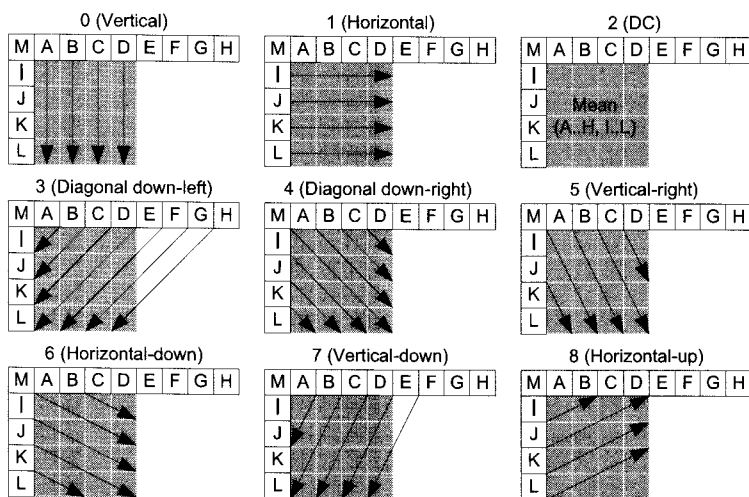
II. H.264 코덱에서의 인트라 예측

H.264 코덱의 인트라 예측은 화면 내 블록간의 화소상관도를 이용해 예측 방향을 선택하여 압축하는 방법이다. 예측 블록의 단위로는 휘도 신호의 경우 4x4, 16x16 화소의 블록단위와 충실도확장규격에 따른 8x8 화소의 블록 단위 세 가지와 색차 신호의 경우 8x8 화소의 블록단위 한 가지가 있다. 그리고 예측에 이용되는 예측 방향으로 휘도 샘플의 경우 4x4, 8x8 화소의 블록단위 예측에 9개의 예측 모드를, 16x16 화소의 블록단위 예측에 4개의 예측 모드가 존재한다. 색차 샘플의 경우 4개의 예측 모드가 있다. 그림 1은 인트라 예측에 사용되는 예측 모드와 이를 이용한 예측 블록을 개념적으로 나타내고 있다.

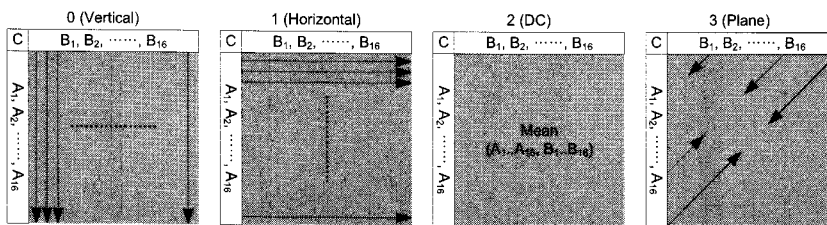
그림 1의 a에서 A, B, ..., M 은 예측하려는 4x4 화소블록의 부호화를 끝마친 주변 화소 값을 나타내고, b의 A1, ..., A16, B1, ..., B16, C 역시 예측하려는 16x16 화소블록의 부호화를 끝마친 주변 화소 값을 나타낸다. 색차 신호에서 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측은 16x16 화소의 블록단위 인트라 예측에서와 같이 4개의 예측모드(0-DC, 1-Horizontal, 2-Vertical, 3-Plane)를 갖고 예측의 계산에 있어 블록 크기를 8x8 화소로 하여 동일한 방법으로 구한다. 그리고 휘도 신호에서의 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측은 4x4 화소의 블록단위 인트라 예측에서와 같이 동일한 9개의 예측모드를 두고 블록 크기를 8x8 화소로 하여 동일한 방법으로 구한다. 그리고 4x4 화소의 블록단위 인트라 예측과 달리 예측에 이용하는 주변 화소의 값은 평활화한 주변 화소 값을 이용한다. 그림 2는 예측하려는 8x8 화소블록에 대해 부호화를 끝마친 주변 화소 값을 이용한 평활화 과정을 나타내고 있다.

그림 2에서와 같이 평활화 과정을 통해 구한 화소 값 B'i는 Bi-1, Bi, Bi+1 화소 값을 1/4, 1/2, 1/4 의 필터를 적용하여 구한다. 그림 2에서 A1, ..., A8, B1, ..., B16, C 는 예측하려는 블록의 부호화를 끝마친 화소 값을 나타내고 A'1, ..., A'8, B'1, ..., B'16, C' 은 예측에 이용되는 평활화를 거쳐 구한 화소 값이다.

그림 1, 2를 통해 H.264 인트라 예측 방법은 주변 화소 값을 이용하여 예측 모드에 따라 예측 블록의 화소 값을



a. 4x4 화소의 블록단위 인트라 예측모드



b. 16x16 화소의 블록단위 인트라 예측모드

그림 1. H.264 인트라 예측에서의 예측 모드

Fig. 1. The method of a intra prediction mode of H.264

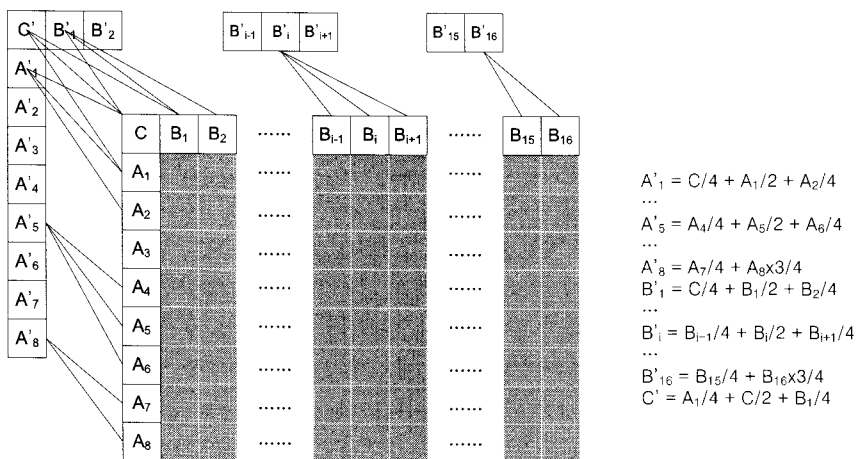


그림 2. 휘도 신호에 대한 8x8 인트라 예측에서의 주변화소 평활화

Fig. 2. Reference sample filtering process for Intra 8x8 prediction for luma sample

계산함을 알 수 있다. 그리고 인트라 예측은 주변의 화소값으로부터 재구성된 블록을 생성하여 원 영상 블록과 비교

하여 최적의 예측 모드를 결정하게 되는데, 여기에서 예측 효율에 있어 예측 계산의 기본 값이 되는 주변 화소의 값이

중요하게 된다. 현재의 H.264 인트라 예측에서 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측은 4x4, 16x16에서의 방법과 달리 8x8 화소 크기를 단위로 하여 예측을 한다. 이에 8x8 화소의 크기를 4x4 화소의 크기로 나누어 주변 화소의 거리를 기존보다 가깝게 하는 방법으로 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측의 효율을 높이는 방법을 제안할 수 있다. 참고적으로, 제안되는 방법과 비슷한 방법을 갖는 Bidirectional intra prediction 알고리즘의 예를 들 수 있다^[11]. Bidirectional intra prediction 알고리즘은 본 논문에서 제안할 방법과 유사하게 8x8 mode를 4x4 단위로 나누어 코딩 순서와 예측 방향을 변경하여 코딩하는 방법으로 8x8 mode를 4x4 블록단위로 나누어 인트라 예측 시 원 영상과 근접한 주변 화소값들을 더 가깝게 하여 예측하는 방법에는 비슷하나, 4x4 블록단위의 코딩 순서 및 인트라 예측 모드 방향에 차이를 갖으며, 인코더 측면에서 인트라 예측 시 RDO 과정의 복잡도가 기존의 H.264보다 훨씬 더 큰 복잡도를 갖는 것은 본 논문에서 제안할 방법과의 차이를 갖는다.

III. 제안하는 8x8 인트라 예측 방법

II 장을 통해 기존의 인트라 예측에서 예측 효율 향상을 위한 방법으로 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측 시 이를 4x4 화소 크기의 4개의 블록으로 나누고, 4x4 화소 크기의 블록의 예측 시 인접하는 4x4 화소 크기의 블록의 화소 값을 주변 화소 값으로 예측에 이용하는 방법을 제안하였다. 제안되는 방법에서는 기존의 8x8 화소의 블록단위 인트라 예측과 같이 1개의 예측 방향 데이터를 포함하고 이를 4개의 4x4 화소블록의 예측에 동일하게 적용한다. 그리고 제안되는 방법에서 기존의 8x8 화소 크기를 4x4 화소 크기로 처리하기 위해 기존의 예측 방법에서 고려돼야 할 사항들로 i) 예측 방향 및 그에 따른 예측 방법, ii) 4개의 4x4 화소블록에 대한 부호화 순서, iii) 디블러킹 필터 적용을 들 수 있다.

제안된 방법에서 예측 방향에 따른 예측 계산과 4개의 4x4 화소블록의 부호화 순서는 기존의 예측 방법과 같으며 그림 3에서와 같이 좌 상단, 우 상단, 좌 하단, 우 하단의

위치순으로 부호화를 한다.

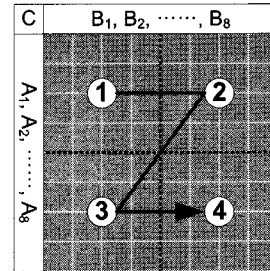


그림 3. 제안된 방법에서의 부호화 순서
Fig. 3. A coding order for the proposed method

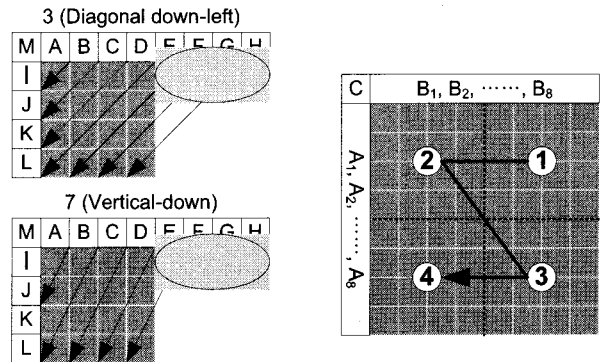


그림 4. 예측 모드 3, 7에서의 부호화 순서
Fig. 4. A coding order of 3, 7 prediction mode

그림 4의 예측 모드 3, 7의 경우에 있어서 기존의 부호화 순서에 따르면 예측 시 이용되는 주변 화소 값 E, F, G, H는 부호화 되어있지 않아 존재하지 않는다. 이러한 경우 화소 값 D를 복사하는 방법으로 E, F, G, H를 만들어 예측 계산을 하는데 주변 화소가 존재하는 경우에 비해 예측 효율이 떨어진다 할 수 있다. 이에 예측 모드 3, 7의 경우에 부호화 순서를 그림 4와 같이 우 상단, 좌 상단, 우 하단, 좌 하단의 위치순으로 하여 좌 상단, 좌 하단에 위치한 4x4 화소블록의 예측 시 인접하는 주변 블록이 존재해 예측에 이용할 수 있게 된다. 즉, 기부호화되어 존재하는 인접 블록의 화소 N, O, P, Q를 이용한다. (그림 6) 이는 기존의 E, F, G, H에 비해 예측 화소와의 거리가 가까이에 위치하게 되어 예측 효율 향상을 꾀할 수 있다.

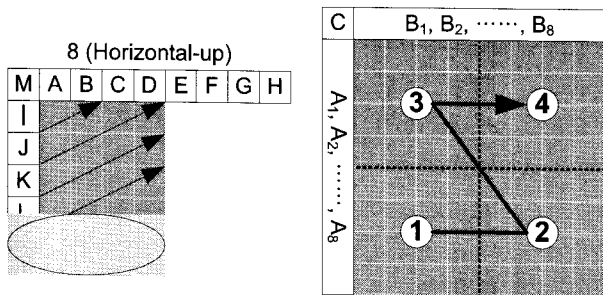


그림 5. 예측 모드 8에서의 부호화 순서
Fig. 5. A coding order of 8 prediction mode

그림 5의 예측 모드 8의 경우에 있어서 예측 블록의 하단에 위치한 화소 값들은 예측 시 주변 화소 L을 예측 계산에 이용한다. 이 역시 예측 모드 3, 7에서와 같이 주변 화소가 존재하는 경우에 비해 예측 효율이 떨어진다 할 수 있다. 이에 예측 모드 8의 경우 부호화 순서를 그림 5와 같이 좌 하단, 우 하단, 좌 상단, 우 상단의 위치순으로 한다. 예측 모드 3, 7에서와 같이 인접한 주변 블록이 존재하게 돼 예측에 이용하게 된다. 앞에서와 마찬가지로 기부호화되어 존재하는 인접 블록의 화소 N, O, P, Q를 이용한다.(그림 6)

그림 6에서 보듯이 예측 모드 3, 7, 8의 경우에 있어 기부호화되어 새로이 인접하는 블록에 위치한 주변 화소 N, O, P, Q가 존재한다. 이를 예측 계산 이용하는 방법으로 예측 모드 3, 7, 8에 따라 예측 계산의 식은 다음과 같다. (P[y][x]는 4x4 블록에서의 x, y, 위치에 따른 예측 화소의 값을 나타낸다.)

i) 예측 모드 3의 경우,

$$P[0][0] = (A + C + 2*B + 2) \gg 2$$

$$P[0][1] = P[1][0] = (B + D + 2*C + 2) \gg 2$$

$$P[0][2] = P[1][1] = P[2][0] = (C + E + 2*D + 2) \gg 2$$

$$P[0][3] = P[1][2] = P[2][1] = P[3][0] = (D + N + 2*E + 2) \gg 2$$

$$P[1][3] = P[2][2] = P[3][1] = (E + O + 2*N + 2) \gg 2$$

$$P[2][3] = P[3][2] = (N + P + 2*O + 2) \gg 2$$

$$P[3][3] = (O + Q + 2*P + 2) \gg 2$$

ii) 예측 모드 7의 경우,

$$P[0][0] = (A + B + 1) \gg 1$$

$$P[1][0] = P[0][2] = (B + C + 1) \gg 1$$

$$P[2][0] = P[1][2] = (C + D + 1) \gg 1$$

$$P[3][0] = P[2][2] = (D + E + 1) \gg 1$$

$$P[3][2] = (E + 2*N + O + 2) \gg 2$$

$$P[0][1] = (A + 2*B + C + 2) \gg 2$$

$$P[1][1] = P[0][3] = (B + 2*C + D + 2) \gg 2$$

$$P[2][1] = P[1][3] = (C + 2*D + E + 2) \gg 2$$

$$P[3][1] = P[2][3] = (D + 2*E + N + 2) \gg 2$$

$$P[3][3] = (N + 2*O + P + 2) \gg 2$$

iii) 예측 모드 8의 경우,

$$P[0][0] = (I + J + 1) \gg 1$$

$$P[1][0] = (I + 2*J + K + 2) \gg 2$$

$$P[2][0] = P[0][1] = (J + K + 1) \gg 1$$

$$P[3][0] = P[1][1] = (J + 2*K + L + 2) \gg 2$$

$$P[2][1] = P[0][2] = (K + L + 1) \gg 1$$

$$P[3][1] = P[1][2] = (K + 2*L + N + 2) \gg 2$$

$$P[0][3] = P[2][2] = (L + N + 1) \gg 1$$

$$P[3][2] = P[1][3] = (L + 2*N + O + 2) \gg 2$$

$$P[2][3] = (N + 2*O + P + 2) \gg 2$$

$$P[3][3] = (O + 2*P + Q + 2) \gg 2$$

H.264 코덱에서 매크로블록의 코딩 후 디코딩된 매크로블록에 대해 디블럭킹 필터 (Deblocking filter)를 적용하여 블록 왜곡 (Deblocking) 현상을 감소시킨다. 제안되는 방법

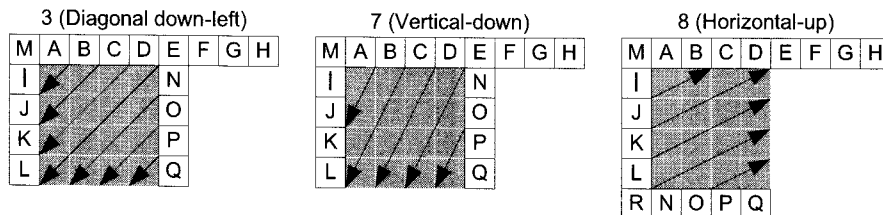


그림 6. 예측 모드 3, 7, 8에서의 주변화소 N-R
Fig. 6. N-R pixel for 3, 7, 8 prediction mode

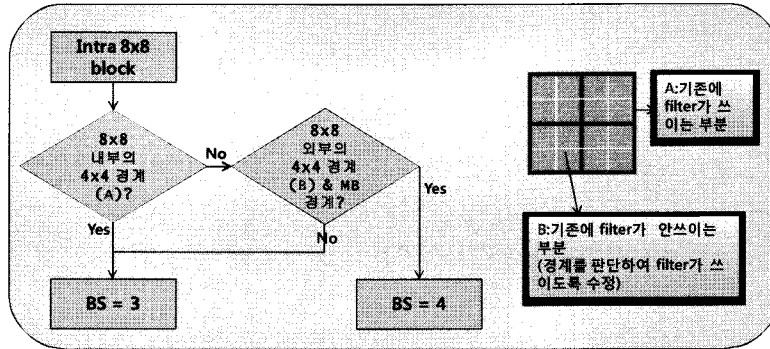


그림 7. 제안된 방법에서의 디블러킹 필터
Fig. 7. Deblocking filter for the proposed method

역시 기존의 8x8 인트라 예측에서와 같이 디블러킹 필터를 적용하는데, 기존과 달리 8x8 화소 단위 DCT 대신 4x4 DCT를 사용하고 이를 고려해 8x8 픽셀 내부의 4x4 픽셀의 경계에 대해서도 추가적인 디블러킹 필터를 적용 해야 한다. 적용시의 강도는 기존과 같이 매크로블록의 경계에 대해서는 bs 강도 4를 매크로블록 내부의 경계에 대해서는 bs 강도 3을 주었다. 그림 7은 제안된 방법에서의 디블러킹

필터에 대한 알고리즘을 나타낸 블록도이다.

이상으로 제안된 방법에서 고려할 사항들과 세부 방법들에 대해 논하였다. 제안된 방법은 예측에 이용하는 주변 화소와의 거리를 가깝게 하여 예측 효율을 향상하는 것을 목적으로 8x8 화소 크기의 블록을 4개의 4x4 화소 크기의 블록으로 나누어 예측을 하고, 부호화 순서를 일괄 적용이 아닌 예측 방향 따라 선택하도록 하였다. 그림 8은 제안된 방

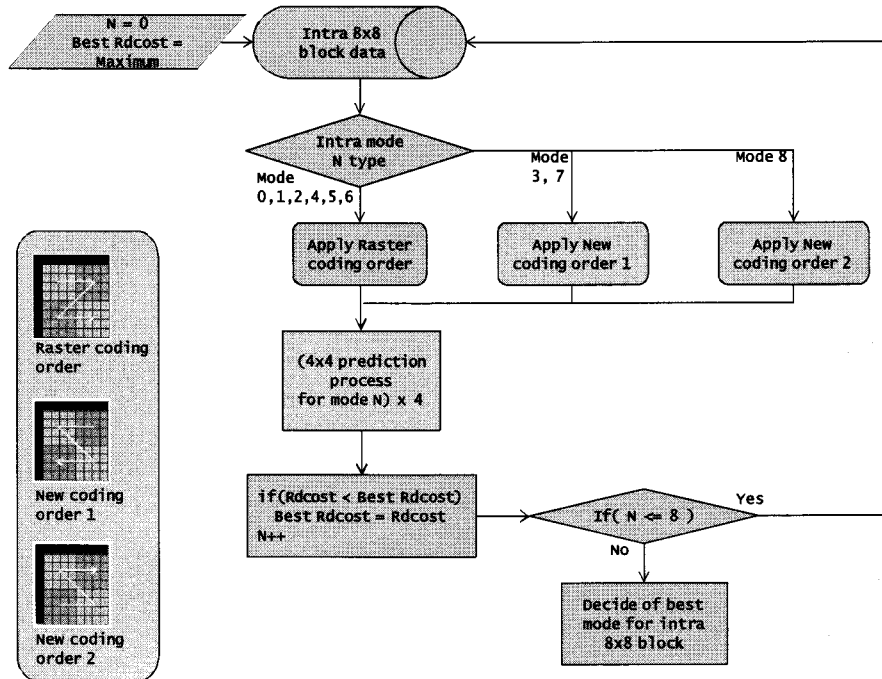


그림 8. Uni-directional 8x8 intra prediction 블록 다이어그램
Fig. 8. Block diagram for Uni-directional 8x8 intra prediction

법에 대한 알고리즘 블록도를 나타내고 있으며 이를 Uni-directional 8x8 intra predication 이라 한다.

그림 8에서 Rdcost 함수는 8x8 화소블록에 대해 예측 방향에 따라 예측을 수행하고 이를 비트로 계산하여 나온 결과를 나타내며, Rdcost 함수를 통해 8x8 화소블록에 대한 인트라 예측 시 최소의 비트를 갖는 예측 방향을 선택하여 부호화 한다. 제안된 Uni-directional 8x8 intra predication 을 정리하면 다음과 같다.

Step 1.	8x8 화소블록을 4개의 4x4 화소 크기의 블록으로 나눈다.
Step 2.	예측 방향 모드 N 에 따라 4개의 4x4 화소블록에 대한 부호화 순서를 결정한다. (N은 0부터 시작)
Step 3.	결정된 부호화 순서에 따라 4x4에 대한 인트라 예측을 하여 Rdcost를 구한다.
Step 4.	예측 방향 모드 N 이 9개 모두를 할 때까지 Step 2부터 반복하여 최소의 값을 갖는 Rdcost를 구한다.
Step 5.	최소의 Rdcost를 갖는 예측 방향 모드로 부호화를 한다.

마지막으로, Uni-directional 8x8 intra predication에 대한 복잡도 측면에서 살펴보면 기존의 8x8 화소의 단위블록 인트라 예측과 비교하여 비슷한 복잡도를 갖는다 할 수 있다. 이는 8x8 화소 크기 단위의 DCT를 1번 수행하는 것과 4x4 화소 크기 단위의 DCT를 4번 수행하는 것이 비슷한 복잡도를 갖고 있는데, 인트라 예측에서 복잡도에 제일 큰 영향을 갖는 것이 DCT이기 때문이다^[12]. 표 1은 foreman(QCIF) 영상을 8x8 DCT 만을 사용한 인코딩 시간과 4x4 DCT 만을 사용한 인코딩 시간을 실험을 통해 비교한 결과이다. 이러한 비교를 통해 Uni-directional 8x8 intra predication이 기존과 비슷한 복잡도를 갖음을 확인할 수 있다.

표 1. Foreman(QCIF) 영상을 각각의 DCT로만 인코딩 하는 시간 비교
Table 1. A encoding time of using only each DCT for Foreman(QCIF) sequence

Foreman(QCIF) 영상을 8x8 transform(DCT)만 사용하여 인코딩한 시간	Foreman(QCIF) 영상을 4x4 transform(DCT)만 사용하여 인코딩한 시간
2.665 sec/frame	2.658 sec/frame

IV. 제안한 방법의 실험 결과

Uni-directional 8x8 intra predication에 대한 실험 결과의 비교 대상으로는 H.264 코덱을 기반으로 한 KTA 코덱으로 정했으며, 각각의 프로파일에 맞게 동일한 기준에서 비교할 수 있도록 국제 표준화에서 비디오 코덱의 성능을 비교하는 common condition 에 따라 실험을 하였다. 실험 결과 표에서 비교에 쓰이는 단위 BDBR, BDPSNR은 비트스트림과 PSNR을 양자화 파라미터(Qp)에 해당하는 네 점의 실험결과를 균등하게 평균하여 전체적인 성능을 평가할 수 있는 단위이다.

첫 번째 실험은 앵커에 대해 8x8 화소의 단위 인트라 예측만을 활성화 시켜 실험하였으며, 비교할 실험 역시 Uni-directional 8x8 인트라 예측만을 활성화 시켜 코딩 한 결과를 비교한 것이다. GOP 구조는 모두 I(intra) 픽처로 구성하였으며, KTA common condition에 있는 4개의 QP 파라미터(22, 27, 32, 37)로 4번 실험 하였고, 엔트로피 코딩은 CAVLC를 사용하였다^{[13][14][15][16]}.

표 2와 그림 9는 첫 번째 실험 결과를 보여주고 있다. 실험의 결과로 8x8 인트라 예측 모드만의 비교에서 QCIF, CIF 에서는 평균 7.347% 비트율 감소와 평균 0.635dB PSNR 증가의 성능 향상을 이루었으나, 고화질 영상인 720p 60Hz 영상에서는 기존에 비해 성능 향상이 이루어지지 않았기에는 부족함이 있다. 실험의 결과는 8x8 인트라 예측 모드만을 사용한 실험이기에 실험의 결과만을 가지고 제안된 알고리즘으로 우수함을 증명하기에는 무리가 있다. 이에 추가적으로 두 번째 실험을 통해 제안된 알고리즘의 우수함을 증명하려 한다.

두 번째 실험은 기존의 4x4, 8x8, 16x16 인트라 예측을 모두 활성화 한 실험의 결과와 거기에 더해 제안된 Uni-directional 8x8 인트라 예측을 추가한 실험의 결과를 비교하였다. 실험에서의 각 예측 모드의 선택은 기존의 선택 방법과 같이 예측 모드에 대한 RDO 결과를 비교하여 선택하는 방법으로 코딩하였다. 실험 조건의 GOP 구조는 첫 번째 실험과 같은 조건으로 모두 I(intra) 픽처로 구성하였으며, KTA common condition에 있는 4개의 QP 파라미터(22, 27, 32, 37)로 4번 실험 하였고, 엔트로피 코딩은

표 2. 8x8 인트라 예측 모드에서만 비교한 실험 결과표
 Table 2. Experiment results at common test condition for 8x8 intra prediction

Uni-directional Intra 8x8 알고리즘

Coding efficiency of QCIF, CIF and 720p60 sequences

Sequence	Size	Frame Rate	Num Frames	Bitrate reduction (%)	PSNR gain (dB)
Container_qcif	QCIF 176x144	15	150	11.555	0.987
Foreman_qcif		15	150	7.053	0.532
SilentVoice_qcif		15	150	5.125	0.363
Paris_cif	CIF 352x288	15	150	14.444	1.448
Foreman_cif		30	300	6.872	0.438
Mobile_cif		30	300	4.461	0.505
Tempete_cif		30	260	1.918	0.174
Total ave. for QCIF/CIF				7.347	0.635
BigShips_720p	720p60	60	150	1.929	0.109
Crew_720p		60	150	-1.090	-0.065
Night_720p		60	150	-0.811	-0.060
ShuttleStart_720p		60	150	-0.873	-0.084
Total ave. for 720p60				-0.211	-0.025
Total average				4.598	0.395

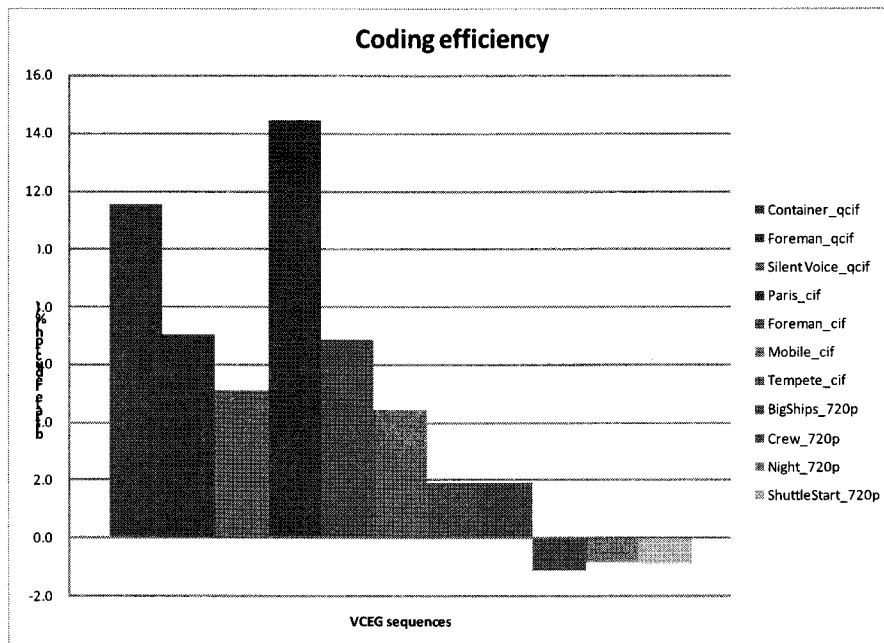


그림 9. 실험 결과 그래프
 Fig. 9. Coding result graph for Uni-directional 8x8 intra prediction

CAVLC를 사용하였다.

표 3과 그림 10은 두 번째 실험 결과를 보여주고 있다.

실험의 결과를 통해 제안된 Uni-directional 8x8 인트라 예측이 기존의 인트라 예측 모드와 결합하여 전체적인 코딩

표 3. 인트라 예측 실험 결과표

Table 3. Experiment results at common test condition for intra prediction

Uni-directional 8x8 Intra 알고리즘(RDO 추가)

Coding efficiency of QCIF, CIF and 720p60 sequences

Sequence	Size	Frame Rate	Num Frames	Bitrate reduction (%)	PSNR gain (dB)
Container_qcif	QCIF 176x144	15	150	1.073	0.085
Foreman_qcif		15	150	2.170	0.160
Silent Voice_qcif		15	150	1.412	0.101
Paris_cif	CIF 352x288	15	150	1.186	0.111
Foreman_cif		30	300	2.467	0.152
Mobile_cif		30	300	0.315	0.035
Tempete_cif		30	260	0.700	0.063
Total ave. for QCIF/CIF				1.332	0.101
BigShips_720p	720p60	60	150	1.552	0.083
Crew_720p		60	150	1.673	0.068
Night_720p		60	150	1.026	0.072
ShuttleStart_720p		60	150	1.013	0.040
Total ave. for 720p60				1.316	0.066
Total average				1.326	0.088

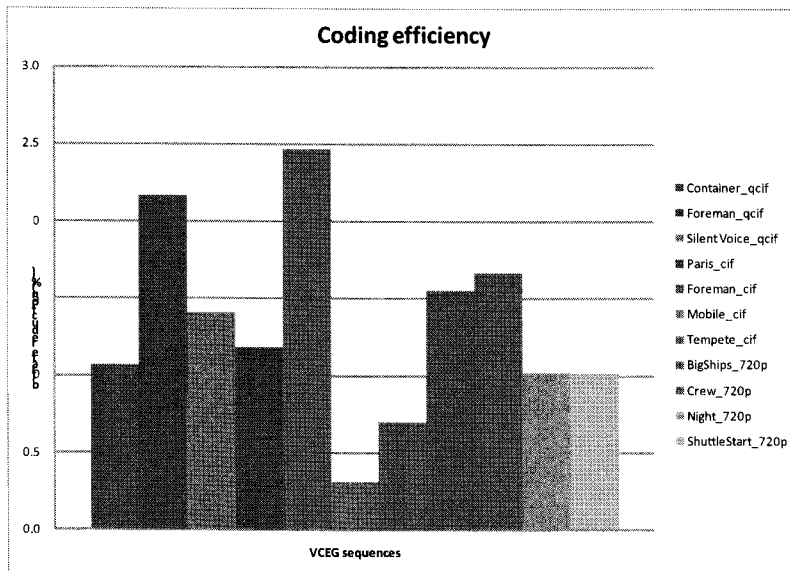


그림 10. 실험 결과 그래프

Fig. 10. Coding result graph for Uni-directional 8x8 intra prediction

성능 향상을 이루었음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 인트라 예측 시에 더 작은 크기의 블록

단위로 예측을 정밀하게 순차적으로 함으로써 성능을 향상하는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 Uni-directional 8x8 인트라 예측 알고리즘은 추가적인 복잡도 증가 없이 기존의 알고리즘과 비슷하면서 8x8 단위에서만 비교할 경우 QCIF, CIF에서 약 7.3% BDBR 성능 향상을 가져왔으며, 현재의 H.264 코덱 구조에 그대로 적용 하였을

경우 (4x4, 8x8, 16x16 블록 모두 사용) 약 1.3% BDBR 성능 향상을 가져왔다. 단독 알고리즘으로는 결과와 비교하여 전체적인 측면에서 성능 향상의 결과가 그리 크지 않다고 볼 수 있다. 이에 추가적인 연구를 통해 성능 향상을 꾀하여야 하겠다.

향후 개발되고 연구되는 코덱은 HD, UHD 이상의 초 고화질 영상을 목표로 하고 있으며, 이에 발맞추어 국제 표준화 단체인 MPEG 역시 HD, UHD 이상의 초 고화질 영상을 목표로 표준화를 시작하려고 하고 있다. HD, UHD 이상의 초 고화질 영상에 대한 코덱은 지금 영상 사이즈에 최적화된 코덱을 그대로 적용하기 보다는 현재보다 더 큰 블록 사이즈를(현재는 4x4 픽셀 단위가 최소 단위) 기준으로 할 수도 있다. 따라서, 본 논문에서 제안된 Uni-directional 8x8 인트라 예측은 8x8 화소 크기를 기반으로 하는 경우에 있어, 앞으로 표준화가 진행될 새로운 코덱의 기초 연구가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "Vision and Requirements for High-Performance Video Coding (HVC) Codec", N10175, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Busan, Oct. 2008.
- [2] "Requests on Coding Conditions in Call for Evidence on HVC", m16375, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Maui, Apr. 2009.
- [3] Y. Ye and M. Karczewicz, "Improved Intra Coding", ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-AG11, Shenzhen, China, October 2007.
- [4] A F. Tandberg, G B, Tandberg, D Rusanovskyy, K Ugur, Jani Lainema, "Low Complexity Directional Interpolation Filter", ITU-T Q.6/SG16, VCEG-A112, Jul. 2008.
- [5] Takeshi Chujoh, Naofumi Wada, Takashi Watanabe, Goki Yasuda, Tomoo Yamakage, "Specification and experimental results of Quadtree-based Adaptive Loop Filter", ITU-T Q.6/SG16, VCEG-AK22, Apr. 2009.
- [6] Shun-ichi Sekiguchi, Kazuo Sugimoto, "Additional coding performance evaluation of extended MB size", ITU-T Q.6/SG16, VCEG-AK23, Apr. 2009.
- [7] Iain E.G.Richardson " H.264 and MPEG-4 (차세대 영상압축기술)", 홍릉과학출판사, 2004
- [8] ISO/IEC, "ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Coding of Moving Picture and Audio," Draft of version 4 of ISO/IEC 14496-10 (E) MPEG05/N7081, Apr. 2005.
- [9] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 560-576, July 2003.
- [10] JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, "Text of ISO/IEC 14496 10 Advanced Video Coding 3rd Edition"
- [11] Taichiro Shiodera, Akiyuki Tanizawa, Takeshi Chujoh, "Bidirectional Intra Prediction", ITU-T SC16/Q6 VCEG, VCEG-AE14, Marrakech, MA, January 2007.
- [12] Steve Gordon and Detlev Marpe and Thomas Wiegand, "Simplified Use of 8x8 Transforms - Updated Proposal & Results", ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-K028, Munich, Germany, March 2004.
- [13] KTA Reference Software, <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/kta/>.
- [14] TK Tan, Gary Sullivan and Thomas Wedi, "Recommended Simulation Common Conditions for Coding Efficiency Experiments Revision1", ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-AE010, Marrakech, Morocco, January 2007.
- [15] Gary Sullivan, "Coding Conditions for Coding Efficiency Tests", ITU-T Q.15/16, VCEG-N81, October 2001.
- [16] Gisle Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD curves", ITU-T SC16/Q6 VCEG, VCEG-M33, Austin, Texas, USA, April 2001.

저 자 소 개



국 승 용

- 2007년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2009년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 삼성전자
- 주관심분야 : 비디오 신호처리, 멀티미디어, 영상처리

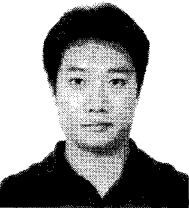
저 자 소 개

박 광 훈



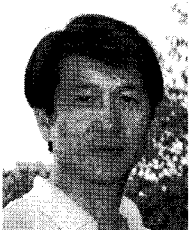
- 1985년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1987년 7월 : 연세대학교 전자공학과 석사
- 1991년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 석사
- 1995년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 박사
- 1995년 3월 ~ 1997년 2월 : 현대전자 멀티미디어연구소 책임연구원
- 1997년 3월 ~ 2001년 2월 : 연세대학교 문리대학 전산학과 부교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어, 비디오 신호처리, 패턴인식, 영상처리, 계산지능

이 윤 진



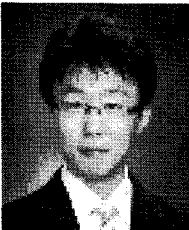
- 1999년 2월 : 연세대학교 전산학과 학사
- 2001년 8월 : 연세대학교 전산학과 석사
- 2002년 ~ 2007년 : (주) 넷앤터비
- 2001년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 비디오 신호처리, 멀티미디어, 멀티미디어 시스템

심 동 규



- 1999년 서강대학교 전자공학과 공학박사
- 1999년 ~ 2000년 : (주) 현대 전자
- 2000년 ~ 2002년 : (주) 바로 비전
- 2002년 ~ 2005년 Univ. of Washington
- 2005 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 (부교수)
- 주관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터 비전

정 광 수



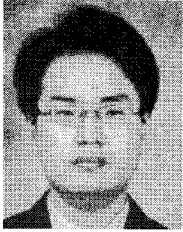
- 2008년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업
- 2008년 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 주관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 영상 화질측정

최 해 철

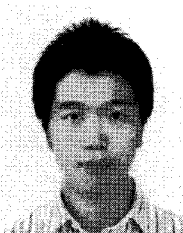


- 1993년 3월 ~ 1997년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1997년 3월 ~ 1999년 2월 : KAIST 전기및전자공학과 석사
- 1999년 3월 ~ 2004년 8월 : KAIST 전기및전자공학과 공학박사
- 2004년 9월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방통융합미디어연구부 (선임연구원)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교 이동통신및디지털방송공학과 겸임 조교수
- 주관심분야 : 영상통신, 비디오 부호화, SVC, MPEG, VCEG

 저 자 소 개

**최진수**

- 1986년 3월 ~ 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1990년 3월 ~ 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 1992년 3월 ~ 1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학박사
- 1996년 5월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 실감미디어연구팀장(책임연구원)
- 2004년 10월 ~ 2006년 3월 : TTA 데이터방송프로젝트그룹(PG312) 의장
- 주관심분야 : 멀티미디어방송, 영상통신, UHDTV

**임성창**

- 2006년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2008년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방통융합미디어연구부 연구원
- 주관심분야 : 영상 압축, 영상 처리