

초고선명(UHD) 비디오 부호화 기술 동향

Novel Coding Tools for UHD Video

New ICT 방송통신융합기술 특집

최해철 (H.C. Choi)	실감미디어연구팀 선임연구원
정세윤 (S.Y. Jeong)	실감미디어연구팀 선임연구원
최진수 (J.S. Choi)	실감미디어연구팀 팀장
홍진우 (J.W. Hong)	방통융합미디어연구부 부장

목 차

-
- I . 서론
 - II . NHK의 UHDTV 비디오 부호화 시스템
 - III . VCEG의 새로운 비디오 부호화 기술
 - IV . 결론

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출되었음[2008-F-011-01, 차세대 DTV 핵심기술 개발]

세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 위한 준비 작업들을 진행하고 있으며, 그 중 하나가 UHDTV이다. UHDTV는 가정에서 70 mm 영화 수준의 화질(화면 해상도 7680×4320, HD 화면 16배 크기에 해당)을 갖는 초고선명 비디오 서비스 제공을 목표로 한다. 본 고에서는 초고선명 비디오 서비스의 핵심 기술 중 하나인 초고선명 비디오 부호화 기술에 대한 기술 동향을 소개한다.

I. 서론

세계 주요 나라에서 HDTV 방송이 서비스되고 있으며, Blu-ray 디스크 등의 저장매체를 통해서도 HD 비디오 콘텐츠를 주변에서 흔히 찾아볼 수 있다. 통상적으로 HD 비디오 콘텐츠는 1024×768, 1920×1080 등의 화면 해상도를 갖는다. HD 비디오 콘텐츠는 720×480 화면 해상도의 SD 비디오에 비해 더 높은 화질을 제공한다. 하지만 최근 여러 전시회에서 시연되고 있는 60 인치 이상의 대형 디스플레이 장치에서 기존의 HD 해상도로는 디스플레이 크기에 비례하는 인간의 시각 분해능 특성 때문에 화질이 떨어지는 문제가 발생하게 된다. 시청거리가 2.5 m에서 63~132 인치 디스플레이의 경우 4K(3840×2160)급 해상도가 필요하며, 그 이상의 경우는 8K(7680×2160)급의 해상도가 필요하다[1]. 이미 2005년에 대만 CMO사에서 4K 디스플레이를 최초로 발표하였으며, 현재 일부 업체에서는 판매도 하고 있다. 프로젝터의 경우 4K 프로젝터를 2005년에 소니에서 개발하여 판매하고 있으며, 2008년 10월 CEATEC 전시회에서 JVC는 8K 프로젝터 시제품을 세계 최초로 공개하였다.

이러한 여건에 맞추어, 세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 위한 준비 작업들을 진행하고 있으며, 그 중 하나가 UHDTV이다. UHDTV는 가정에서 70 mm 영화 수준의 화질(화면 해상도 7680×4320, HD 화면 16배 크기에 해당)과 다채널(~22.2 ch) 음질로 극사실적인(highly realistic) AV 서비스를 제공하여 소비자의 품질 욕구를 만족시킬 수 있는 TV를 목표로 한다. 특히 NHK에서는 2011년 실험방송을 목표로 UHDTV에 대한 카메라, 디스플레이, 전송, 부호화 기술에 대한 전방위의 기술 개발을 수행하고 있다.

초고선명(UHD) 비디오 부호화 기술은 UHDTV와 같은 초고선명 비디오 서비스를 위해 가장 중요한 핵심 기술 중의 하나이다. NHK에서는 선행 시제품 수준으로 MPEG-2[2] 및 H.264/AVC[3] 기반의 HD 부호화기 16대를 단순 병렬로 구성하여 부호

화 시스템을 개발하였다[4]. H.264/AVC가 현재 시장에서 state-of-the-art인 비디오 부호화 표준이지만, 처음 제정된 이후 6년이 지났으며 그간 많은 부호화 알고리즘들이 연구되었다. 또한 ITU-T VCEG 및 ISO/IEC MPEG에서는 HD급 이상의 해상도를 갖는 비디오를 겨냥한 새로운 부호화 표준을 제정하기 위한 움직임을 보이고 있다[5],[6].

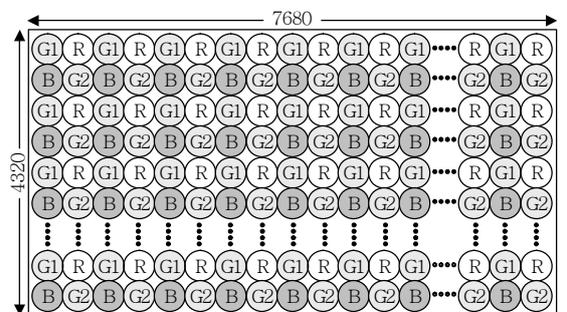
본 고에서는 NHK에서 개발한 초고선명 비디오 부호화 시스템과 VCEG에서 논의된 새로운 비디오 부호화 기술에 대해 그 동향을 소개한다.

II. NHK의 UHDTV 비디오 부호화 시스템

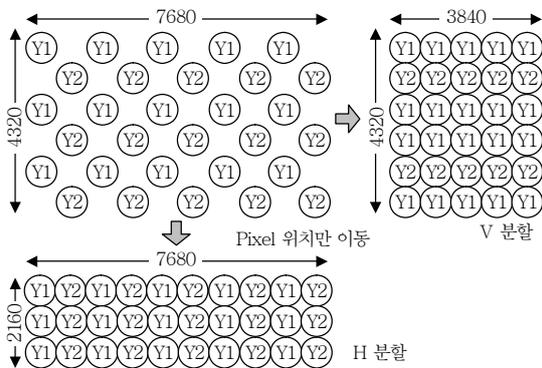
일본 NHK에서는 2006년에 MPEG-2 기반의 부호화 시스템을 개발하였고, 2007년에 H.264/AVC 기반의 부호화 시스템을, 2008년에는 울 제어 성능이 개선된 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 시연을 목적으로 개발된 선행 시제품 수준으로 HD 부호화기 16대를 단순 병렬로 구성하였으며 초고선명 비디오 프레임의 16개의 HD 신호로 변환하는 비디오 포맷 변환기(video format converter)를 포함하고 있다.

NHK 부호화기 시스템의 초고선명 카메라에서 획득되는 비디오의 프레임 구조는 (그림 1)과 같이 G1, G2, R, B의 4개의 컬러 요소(component)를 갖는다.

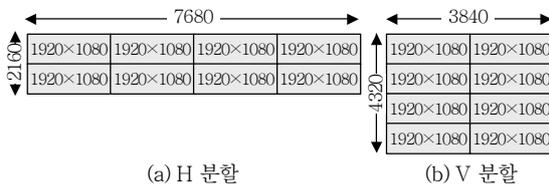
Y, Cb, Cr 형태의 입력을 받는 비디오 코덱을 이용하기 위해서, 비디오 포맷 변환기는 가장 먼저 G1, G2, R, B 비디오 픽셀 신호를 식 (1)과 같이



(그림 1) 8K 초고선명 비디오 프레임 구조



(그림 2) H 분할 및 V 분할을 위한 공간적 픽셀 이동



(a) H 분할 (b) V 분할
(그림 3) 공간 8 분할

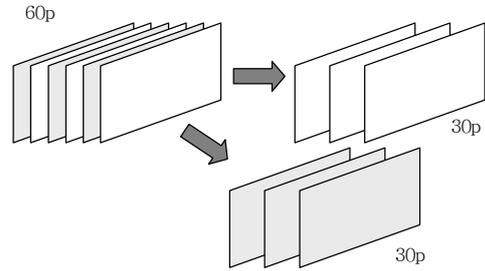
Y1, Y2, Cb, Cr로 변환한다.

$$\begin{bmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7152 & 0 & 0.0722 & 0.2126 \\ 0 & 0.7152 & 0.0772 & 0.2126 \\ -0.1927 & -0.1927 & 0.5000 & -0.1146 \\ -0.2271 & -0.2271 & -0.0458 & 0.5000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G1 \\ G2 \\ B \\ R \end{bmatrix} \quad (1)$$

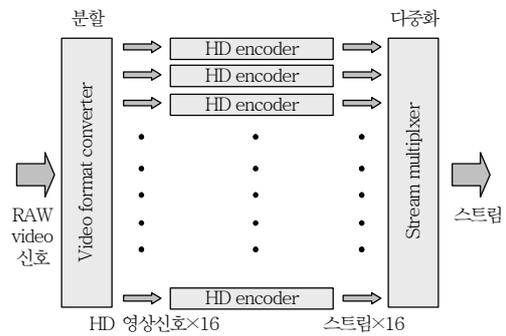
다음 단계로 변환된 Y1, Y2, Cb, Cr 프레임은 (그림 2)와 같이 2 종류의 공간적 픽셀 이동 기법을 적용하여 (그림 3)과 같이 H 분할 또는 V 분할 방법으로 8개의 HD(1920×1080) 크기로 분할한다. 추가적으로 시간적 공간에서 각 HD 60p를 (그림 4)와 같이 두 개의 HD 30p로 분할하여, 결국 비디오 포맷 변환기에 의해 각각 초당 30장으로 구성된 16개의 HD 영상열을 획득한다.

이 분할된 16개 HD 30p 신호는 (그림 5)와 같이 16개의 HD 부호화기로 각각 입력되어 병렬로 부호화 된다. (그림 5)의 16대 부호화기 중 하나는 마스터(master) 부호화기로 동작함으로써, 다른 부호화기들을 제어하며, 시스템 클럭을 공통적으로 사용하여 부호화 파라미터 공유와 GOP, PTS, DTS 및 PCR 동기를 맞추고 있다.

2008년에 발표된 H.264|AVC 기반 초고선명 부호화 시스템은 (그림 1)의 8K G1, G2, R, B 프레



(그림 4) 시간 2 분할. 초당 60장의 영상을 초당 30장씩 갖는 두 개의 영상열로 분할



(그림 5) 병렬 기반 초고선명 부호화 시스템 구조

임 구조를 갖는 약 24 Gbps의 원 신호를 H.264|AVC main profile로 약 118 Mbps로 압축하였다.

각 HD 부호화기에서 출력된 16개의 TS 출력은 한 개의 TS로 다중화되며, 최종 TS 데이터율은 127 Mbps이다.

NHK가 시연시스템에서 사용한 (그림 1)의 8K G1, G2, R, B 프레임 영상열은 RGB 구조를 갖는 8K 초고선명 비디오의 1/3 데이터 양에 해당한다. 따라서, RGB 8K UHDTV 방송서비스를 위해서는 H.264|AVC 보다 압축 성능이 개선된 새로운 비디오 부호화 기술 개발이 필요한 상황이다.

III. VCEG의 새로운 비디오 부호화 기술

1. KTA

VCEG에서는 부호화 및 복잡도 효율 향상을 목적으로 하는 AhG을 만들어 새로운 비디오 부호화

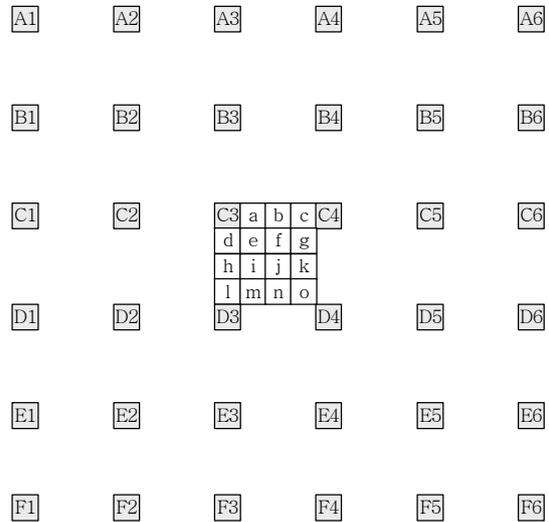
알고리즘에 대한 탐구를 진행하고 있다. 이에 유럽, 미국, 아시아 등의 전 세계 비디오 부호화 전문가들이 분기별로 개최되는 VCEG 회의에서 보간 필터, 양자화기, 후처리 필터, 변환기, 움직임 정보 부호화, 엔트로피 부호화 등 비디오 코덱 전반에 걸친 넓은 범위의 새로운 부호화 알고리즘을 발표하고 있다. VCEG에서는 우수한 연구 결과물들을 취합하고 연구자들의 기여를 권장하기 위해서, 2005년 7월 부산 회의에서 KTA 소프트웨어[7]를 수립하여 현재까지 개발해오고 있다.

KTA 소프트웨어는 H.264|AVC의 참조 소프트웨어인 JM 11.0[8]에 기반하여 우수한 성능을 갖는 부호화 툴(tool)을 통합하고 있으며, 2009년 1월 KTA 2.2r1 버전까지 개발되었다. 현재까지 KTA에 승인된 주요 알고리즘들을 다음 절에서 기술한다.

2. 적응형 보간 필터(AIF)

H.264|AVC에서는 1/4 화소 간격의 움직임 예측/보상을 지원한다. 이를 위해서 참조 영상을 4배 확대해야 하며, 이 때 각 화소 사이의 1/2 화소 및 1/4 화소값을 보간(interpolation)하기 위해 보간 필터를 이용한다. H.264|AVC에서는 1/2 위치 및 1/4 위치의 화소값을 얻기 위해서 고정 6 탭(tap) 필터(1/32, -5/32, 20/32, 20/32, -5/32, 1/32)와 2 탭 평균 필터(1/2, 1/2)를 각각 이용한다. 하지만 이렇게 필터 계수가 미리 정해져 있는 고정 필터는 개별적인 영상들의 특성을 반영하기 어렵다. 따라서 각 영상의 특성을 고려하여 각 영상별로 최적의 필터 계수를 구하여 보간 필터로 활용하는 적응형 보간 필터(AIF) 방식이 연구되었다.

현재 KTA에는 NSAIF, SAIF, DIF, Enhanced DAIF, Enhanced-AIF 등이 포함되어 있다. 이 필터들은 공통적으로 각 영상별로 최적 필터 계수를 구하여 복호기에 전달하는 특성을 갖는다. 다만, 필터 구조, 필터 계수의 대칭 가정(symmetric assumption) 등이 서로 다르다. 본 고에서는 대표적인 3개의 적응형 보간 필터에 대해 소개한다.



(그림 6) 1/4 화소 보간을 위한 정수 화소(음영, 대문자) 및 분수 화소(흰색, 소문자)

가. NSAIF

NSAIF[9]는 6 탭 1D 필터와 6x6 2D 필터를 이용하는 적응형 보간 필터이다. (그림 6)에서 a, b, c는 수평 방향 C1~C6 정수 화소에 대해 6 탭 1D 필터를 적용하여 획득하며, d, h, l은 수직 방향 A3~F3 정수 화소에 대해 6 탭 1D 필터를 적용하여 획득한다. 나머지 분수 화소(fractional pixel)들은 그림에서 음영으로 나타낸 36개의 정수 화소에 대해 6x6 2D 필터를 적용하여 얻는다. 필터 계수는 Wiener 필터에 근간하여 움직임 예측/보상 오류를 최소화하도록 다음과 같이 계산한다.

$h_{00}, h_{01}, \dots, h_{54}, h_{55}$ 를 6x6 2D 필터의 36개 필터 계수라고 하면, 분수 화소 p^{SP} 는 (2)와 같이 참조 영상의 정수 위치에 있는 화소들에 대해 필터링을 취함으로써 계산될 수 있다.

$$p^{SP} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 h_{i-1, j-1} P_{i, j} \quad (2)$$

여기서, $P_{i, j}$ 는 정수 화소 (A₁, ..., F₆)이다. 예측오차는 현재 원영상의 화소 $S_{x, y}$ 와 참조 영상으로부터 예측된 화소 $p_{x, y}^{SP}$ 의 차이로 정의할 수 있다. 따라서 (3)의 예측 오차 에너지를 최소화 하도록 필터 계수를 구한다.

$$(e^{sp})^2 = \sum_x \sum_y \left(S_{x,y} - \sum_i \sum_j h_{i,j} P_{\tilde{x}+i, \tilde{y}+j} \right)^2 \quad (3)$$

여기서, $\tilde{x} = x + mv_x - FO$, $\tilde{y} = y + mv_y - FO$ 이다. (mv_x, mv_y) 는 움직임 정보이며, FO는 필터 오프셋 (FO = filter_size/2-1)이다.

상기와 같이 예측 오차 에너지를 최소화하는 필터 계수 획득 방법은 모든 적응형 보간 필터에 공통적으로 적용된다.

이러한 Wiener 필터 기반의 방식에서 고려할 사항이 하나 있다. 6개의 분수 화소에 대해 각각의 6 탭 필터가 필요하고, 9개의 분수 화소에 대해서도 각각 6×6 2D 필터가 필요하므로, 총 360개의 필터 계수를 부호화해야 한다. 이렇듯 과도한 필터 계수의 개수는 부호화 효율을 감소시키기 때문에, NSAIF는 각 분수 화소에서 정수 화소로의 거리가 동일한 경우 필터 계수를 공유하여 사용함으로써 필터 계수의 개수를 54개까지 줄였다.

NSAIF는 IPPP 구조에서 high profile을 적용할 경우 QCIF, CIF, 720p 영상에 대하여 각각 -0.55, -2.75, -8.57%의 BD-bitrate[10] 이득을 가진다.

나. SAIF

SAIF[11]는 6 탭 1D 필터를 이용한다. (그림 6)에서 a, b, c, d, h, l 위치의 분수 화소는 NSAIF와 동일한 방식으로 구하며, e, i, m 화소는 수평 방향의 필터링으로 얻은 분수 화소값을 수직 방향으로 6 탭 1D 필터를 적용하여 획득한다. e, i, m과 같은 방식으로 나머지 분수 화소들의 화소값을 수직 방향 필터링으로 구한다.

SAIF는 필터 계수의 개수를 줄이기 위해 여러 가지 대칭 가정을 취하였다. a, b, c의 경우 다른 분수 화소값을 구할 때 이용되는 중요한 화소이기 때문에 아무런 대칭 가정이 없으며, l, m, n, o 화소를 얻기 위한 각 필터는 대응되는 d, e, f, g에 사용되는 필터 계수와 같도록 설정하였다. 즉 l을 얻기 위한 적응형 보간 필터는 d에 사용되는 적응형 보간 필터를 대칭시켜 사용한다. h, i, j, k를 위한 필터는 각 6개의 필

터 계수를 미러링(mirroring)하여 3개의 고유 필터 계수만 취한다. 결론적으로 SAIF는 매 영상에서 51개의 필터 계수를 필요로 한다.

SAIF는 1D 필터를 사용하기 때문에 2D 필터를 사용하는 NSAIF에 비해 거의 비슷한 성능을 유지하면서 부호화기에서 20% 이상의 복잡도 감소를 얻을 수 있는 장점을 가진다.

다. DIF

DIF[12]는 SAIF와 동일하게 6 탭 1D 필터를 이용한다. 다만, 분수 화소값을 얻기 위해 필터링을 할 때 필터의 방향이 틀리다. 그 예로 e, o 화소값을 얻기 위해서 우하 대각선 방향으로 A1, B2, C3, D4, E5, F6 화소값에 대해 6 탭 1D 필터를 적용한다. 또한 g, m 화소는 좌하 대각선 방향으로 F1, E2, D3, C4, B5, A6 화소를 이용한다. 다른 분수 화소에 대한 자세한 필터링 방법은 [12]를 참조하기 바란다.

DIF는 NSAIF에 비해 0.027 dB 정도의 무시할 만한 부호화 성능 저하를 갖지만, 부호화기의 계산량 측면에서 NSAIF 및 SAIF에 비해 각각 62%, 49%의 복잡도 감소 효과를 얻을 수 있다.

3. High Precision Filter

고정밀(high precision) 필터는 기존 H.264|AVC 필터를 이용할 때 보다 원영상에 가까운, 즉 예측 오차가 작으며 필터 계수가 고정인 필터를 지칭한다. KTA 2.2 버전에는 고정밀 H.264|AVC 필터, Enhanced Fixed Directional Filter, Switched Interpolation Filter with Offset 등이 포함되어 있다. 각각에 대해 아래에서 설명한다.

가. High Precision H.264|AVC Filter

앞서 기술된 바와 같이, H.264|AVC에서 1/4 위치의 화소를 보간해 내는 과정의 예는 다음과 같다. 우선 (그림 1)에서 1/2 위치의 b는 6 탭 필터를 적용한 후, 반올림을 취하여 구한다. 그리고 1/4 위치에

있는 a를 앞서 구한 b와 C3 값에 대해 2 탭 평균 필터를 적용한 후 반올림하여 얻는다. 상기를 살펴보면, 1/4 위치 화소값을 얻기 위해 두 번의 반올림 과정이 수행되는 것을 알 수 있다. 고정밀 H.264|AVC 필터에서는 1/4 화소를 구할 때 마지막 단계에서만 반올림을 수행하도록 변경함으로써 반올림 횟수를 줄였다. 따라서 반올림에 의한 오차를 줄이는 필터이다. 단순한 변경임에도 불구하고, IPPP 구조, high profile에서 평균 -2.29% 가량의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

나. Enhanced Fixed Directional Filter

Enhanced Fixed Directional Filter[13]는 기본적으로 DIF와 비슷하다. 다만 다음 3가지 특징이 다르다.

- 필터 구조는 DIF와 동일하나 필터 계수가 고정되어 있다.
- 필터 응답에 대한 다양성을 지원하기 위해서, (3/4, 1/4) 위치의 화소에는 DIF 보다 좁은 통과 대역을 갖는 강한 필터를 적용한다.
- (1/4, 1/4)와 (1/4, 3/4)의 위치에 각각 +1과 -1의 오프셋 값이 더해진다.

이 필터는 IPPP 구조, high profile에서 평균 -2.93% 가량의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

다. Switched Interpolation Filter with Offset

Switched Interpolation Filter with Offset[14]은 영상마다 적응적으로 생성한 필터 계수를 전송하는 대신, 고정된 필터 계수를 갖는 3개의 필터들을 정의하고 각 영상마다 이들 중 하나를 선택하는 방식이다. 3개의 필터는 앞서 기술한 고정밀 필터와 영상 테스트 세트로부터 학습된 2개의 4×4 고정밀 필터로 구성되어 있다. 그리고 정수 위치와 15개의 분수 위치의 화소에 대한 DC 오프셋 값을 영상마다 전송한다.

Switched Interpolation Filter with Offset의 성

능은 high profile, IPPP 구조, 720p 영상에 대해 평균 -9.1%의 BD-bitrate 이득을 가진다.

4. Loop Filter & Post Filter

가. BALF

BALF[15]는 적용형 보간 필터와 유사한 Wiener 필터에 기반한 루프내 필터(in-loop filter)이다. 이는 원영상과 블록 단위로 필터링 on/off된 복원 영상과의 오차를 줄여 부호화 성능을 높이는 기법으로 일본 Toshiba에서 제안하였다. 알고리즘 처리 단계는 다음과 같다.

- ① 각 필터 탭 크기에 따른 필터 계수 계산
- ② 울-왜곡 관점에서 최적의 필터 탭 크기 결정
- ③ 최적의 필터 탭 크기를 이용하여 복원 영상 필터링
- ④ 울-왜곡 관점에서 필터링블록 크기 결정
 - SSD에 기반하여 블록 단위로 필터링 on/off 결정
 - 필터링 on된 블록들에 대해서만 필터 계수를 3회 반복하여 다시 계산
- ⑤ 최적의 필터 탭 크기 및 새로운 필터 계수를 이용하여 복원 영상 필터링
- ⑥ 복원 영상과 필터링된 복원 영상과의 울-왜곡 관점에서 성능 비교를 통해 BALF 사용 여부 결정

BALF는 KTA 공통 실험 조건의 모든 예측 구조에 대해 평균 -7.2%의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

나. Post-filter SEI Message Extensions

Post-filter SEI Message Extensions[16]은 기존 H.264|AVC의 Post-filter Hint SEI Message에서의 post-filter 확장을 통해 부호화 효율을 향상시키기 위한 방법으로 Qualcomm에서 제안하였다. 자세히 살펴보면, 기존의 단일 필터가 아닌 5×

5, 7×7, 9×9와 같이 다수의 필터를 사용하여 화소 단위로 필터링을 수행한다. 또한 필터 계수의 개수를 줄이기 위해 2D 필터의 좌상 사분면에 해당하는 필터 계수만 전송하고 나머지 계수는 대칭적으로 구한다. 복호화기에서 전송된 다중 필터 중 어느 필터를 이용할지에 대한 선택은 각 픽셀의 분산값에 의존한다.

평균적으로 720p 영상에 대하여 IPPP 구조에서 -8.3%, IBBP 구조에서 -7%, Hierarchical B-frame 구조에서 -7.8%의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

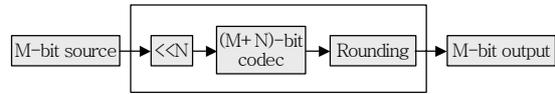
5. IAQMS

IAQMS[17]는 일본 Toshiba에서 2006년부터 VCEG에 AQMS로 기고해 왔으며, 현재는 양자화 행렬(quantization matrix)을 설계하여 부호화하지 않고, 미리 정의된 양자화 행렬 중 울-왜곡 관점에서 최적의 성능을 보이는 양자화 행렬을 선택하여 부호화하고 선택된 행렬 정보를 전송한다. 또한 매크로블록 단위로 최적의 양자화 행렬을 선택할 수도 있고, 화면 단위로 IAQMS의 사용 여부를 결정할 수 있으며, 여러 양자화 매개변수 중 최적의 울-왜곡 성능을 얻을 수 있는 양자화 매개변수(QP) 선택 방법인 적응형 양자화 매개변수(adaptive QP) 방법도 사용하기 때문에 부호화기가 다중-경로 부호화(multi-pass encoding) 형태로 수행된다. 이러한 부호화기에서의 높은 복잡도를 감소하기 위해 초기 움직임 예측에서 선택된 움직임 벡터와 초기 부호화 단계에서 선택된 매크로블록 모드를 재사용하는 방법을 통해서 부호화 복잡도를 크게 단축시킨다.

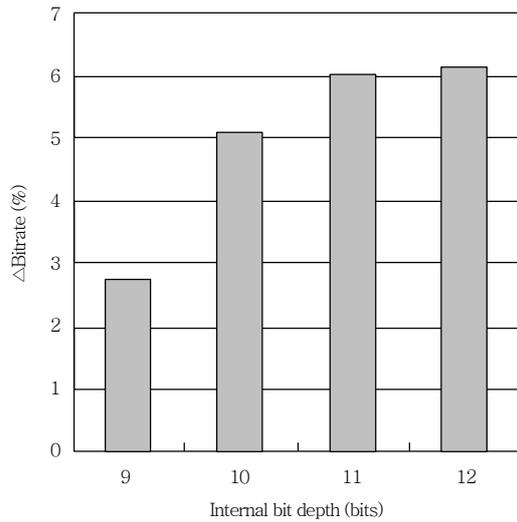
IAQMS를 이용하여 high profile, IBBP 구조에서 평균 5%의 비트율 절감을 얻을 수 있으며, 울-왜곡 최적화된 양자화 방법과 같이 사용할 경우, 평균 8%의 비트율 절감을 얻을 수 있다.

6. IBDI

IBDI[18]는 (그림 7)과 같이 M 비트의 입력 신



(그림 7) 비디오 부호화기의 내부 비트 심도 증가



(그림 8) 평균 비트율 감소와 내부 비트 심도 사이의 관계

호를 받아 N 비트 left-shift 연산을 통해 내부 비트 심도(bit-depth)를 M+N으로 확장하여 코덱 내부의 여러 연산을 수행하고 이후 마지막 단계에서 반올림을 통해 다시 M 비트로 출력한다.

(그림 8)은 5개의 720p 8 비트 영상에 대한 평균 비트 감소율과 내부 비트 심도 사이의 관계를 보여 주고 있다. 내부 비트 심도가 증가할수록 성능이 향상되며 12 비트에서 최대 비트 감소율을 보이고 있다. 한편 계산 복잡도로 인해 프레임 메모리를 M 비트로 한정하는 경우에도 M+N 비트의 프레임 메모리를 사용한 경우의 3/4 정도의 부호화 효율 향상을 보인다.

7. MDDT

MDDT[19]는 화면내 예측이 수행되고 난 후 생성되는 예측 오차 블록에 대해서 화면내 예측 방법의 방향성에 따라 KLT를 기반으로 설계된 기저 벡터(basis vector)를 이용하여, 예측 오차 블록의 에

너지를 주파수 영역에서 압축하는 기술이다. 화면내 예측 방법의 방향성에 따라 변환 부호화를 적용하므로, 양자화 후에 생성되는 양자화된 변환 계수들의 특성 역시 방향성에 따라 다른 형태로 나타날 수 있다. 이러한 계수들을 보다 효율적으로 부호화하기 위해서 적응형 스캐닝(adaptive scanning)을 이용한다. High profile, intra only 구조에서 평균 6%의 비트율 절감을 얻을 수 있다.

IV. 결론

과거의 비디오 부호화 표준의 역사를 돌이켜 보면, 통상 5~6년마다 새로운 비디오 부호화 표준이 제정되어 왔다. 따라서 가장 최신의 비디오 부호화 표준인 H.264|AVC가 2003년에 제정된 것에 비추어 보면 새로운 비디오 부호화 표준이 제정될 시기가 되었음을 쉽게 짐작할 수 있다. 실제 2009년 MPEG에서는 새로운 비디오 부호화 표준(가칭 high-performance video coding)[5]에 대한 요구사항을 발표함으로써 이에 대한 구체적인 활동을 시작하였다. VCEG 또한 가칭 NGVC[6]에 대한 요구사항을 발표하였다. 상기 표준화 단체는 공통적으로 4K 및 8K 비디오 콘텐츠를 다룰 수 있는 기술적 확장을 꾀하고 있다.

본 고에서 소개된 최신 부호화 기술들은 상기의 새로운 비디오 부호화 표준화에서 중요한 역할을 할 것이며, 새로운 부호화 알고리즘 또한 활발히 연구 될 것으로 본다.

초고선명 비디오 부호화 기술은 한정된 전송 대역폭을 갖는 인프라 환경에서 초고선명 콘텐츠의 확산을 위해 반드시 필요한 기술이며, 이로 인해 HDTV 이후의 새로운 시장이 부각될 것이다. 이미 시장 선점을 위한 세계 각국에서 본격적인 기술 개발 경쟁에 들어간 상황으로, 우리나라도 보다 적극적인 대응이 필요한 시점이다. 특히, 기술적 우위에 있는 AV 부호화 기술 분야에 보다 적극적인 투자가 필요한 상황이다.

● 용어해설 ●

UHDTV(Ultra High Definition TV): 가정에서 70 mm 영화 수준의 화질(비디오 해상도 7680x4320, HD 화면 16배 크기에 해당)과 다채널(22.2 ch) 음질로 극 사실적인(highly realistic) 초고품질 AV 서비스를 제공하여 소비자의 품질 욕구를 만족시킬 수 있는 TV

H.264|AVC: H.264는 매우 높은 데이터 압축률을 가지는 디지털 비디오 코덱 표준으로 MPEG-4 파트 10 또는 AVC(Advanced Video Coding)라 부르기도 한다. 이 표준은 ITU-T의 비디오 코딩 전문가 그룹(Video Coding Experts Group, VCEG)과 ISO/IEC의 동화상 전문가 그룹(Moving Picture Experts Group, MPEG)이 공동으로 조인트 비디오 팀(Joint Video Team, JVT)을 구성하고 표준화를 진행한 결과물로 나온 것이다. 그러므로 ITU-T의 H.264와 ISO/IEC의 MPEG-4 파트 10(공식적으로는 ISO/IEC 14496-10)은 기술적으로 동일한 표준안이다. 표준안은 2003년 5월에 발표되었다.

약어 정리

AhG	Ad-hoc Group
AIF	Adaptive Interpolation Filter
BALF	Block-based Adaptive Loop Filter
DAIF	Directional Adaptive Interpolation Filter
DIF	Directional Interpolation Filter
DTS	Decoding Time Stamp
GOP	Group of Pictures
HD	High Definition
HDTV	High Definition Television
HVC	High-Performance Video Coding
IAQMS	Improvement of Adaptive Quantization Matrix Selection
IBDI	Internal Bit-Depth Increase
KLT	Karhunen-Loève Transform
KTA	Key Technical Area
MDDT	Mode Dependent Directional Transform
MPEG	Moving Picture Experts Group
NGVC	Next Generation Video Coding
NSAIF	Non-separable Adaptive Interpolation Filter
PCR	Program Clock Reference
PTS	Presentation Time Stamp
QP	Quantization Parameter
SAIF	Separable Adaptive Interpolation Filter
SD	Standard Definition
SSD	Sum of Squared Difference

TS	Transport Stream
UHD	Ultra High Definition
UHDTV	Ultra High Definition TV
VCEG	Video Coding Experts Group

참 고 문 헌

- [1] 박두식, "UD 미디어 현황 및 전망," 디지털 방송 산업 발전 전략 워크숍 자료집, 2008년 7월.
- [2] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 2: Video, ITU-T Recommendation H.262 and ISO/IEC 13818-2(MPEG-2 Video), Nov. 1994.
- [3] ITU-T VCEG and ISO/IEC MPEG, Advanced video coding for generic audiovisual services, ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10(MPEG-4 AVC), Version 1: May 2003, Version 2: Jan. 2004, Version 3: Sep. 2004, Version 4: July 2005, Version 5: Feb. 2009.
- [4] S. Sakaida et al., "The Super Hi-Vision Codec," *In Proc. of IEEE Int'l Conf. on Image Proc. 2007*, San Antonio, Sep. 16-19, 2007, pp.1-21-1-24.
- [5] ISO/IEC JTC1, "Vision and Requirements for High-Performance Video Coding(HVC) Codec," MPEG Output Doc. N10361, Lausanne, Switzerland, Feb. 2009.
- [6] ITU-T SG16, "Draft Requirements for "H.NGC" Next-generation Video Coding Project," ITU-T SG16/Q.6 VCEG Doc. TD 24, Geneva, Switzerland, Feb. 2009.
- [7] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/KTA>
- [8] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>
- [9] Y. Vatis, B. Edler, D. T. Nguyen, and J. Ostermann, "Two-dimensional Nonseparable Adaptive Wiener Interpolation Filter for H.264/AVC," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-Z17, Busan, Korea, Apr. 2005.
- [10] G. Bjontgaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD-curves," ITU-T SG16/Q.6 VCEG Doc. VCEG-M33, Austin, USA, Apr. 2001.
- [11] S. Wittmann and T. Wedi, "Separable Adaptive Interpolation Filter," ITU-T SG16/Q.6 Doc. C219, Geneva, Switzerland, June 2007.
- [12] D. Rusanovskyy, K. Ugur, and J. Lainema, "Adaptive Interpolation with Directional Filters," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AG21, Shenzhen, China, Oct. 2007.
- [13] A. Fuldseth, G. Bjontegaard, D. Rusanovskyy, K. Ugur, and J. Lainema, "Low Complexity Directional Interpolation Filter," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI12, Berlin, Germany, July 2008.
- [14] M. Karczewicz, Y. Ye, and P. Chen, "Switched Interpolation Filter with Offset," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI35, Berlin, Germany, July 2008.
- [15] T. Chujoh, G. Yasuda, N. Wada, T. Watanabe, and T. Yamakage, "Block-based Adaptive Loop Filter," ITU-T SG16 /Q.6 Doc. VCEG-AI18, Berlin, Germany, July 2008.
- [16] M. Karczewicz, W. Chien, P. Chen, and Y. Ye, "Post-Filter SEI Message Extensions," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI34, Berlin, Germany, July 2008.
- [17] A. Tanizawa, T. Chujoh, and T. Yamakage, "Improvement of Adaptive Quantization Matrix Selection," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI19, Berlin, Germany, July 2008.
- [18] T. Chujoh and R. Noda, "Internal Bit Depth Increase for Coding Efficiency," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AE13, Marrakech, Morocco, Jan. 2007.
- [19] Y. Ye, H. Wang, and M. Karczewicz, "Simulation Results for Mode Dependent Directional Transform(MDDT) and Comments on Intra Coding," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AJ24, San Diego, USA, Oct. 2008.