



특집

## 고효율 비디오 압축 기술

최해철·임성창·이하현·최진수 (한국전자통신연구원)

### I. 서론

근래의 무선망 및 인터넷의 초고속화에 따라 비디오 정보를 포함한 다양한 멀티미디어 서비스가 새로운 패러다임으로 활성화 되었다. 우리는 이러한 광대역 시대를 맞아 통신회선이 고속화 되는데, ‘압축 기술이 왜 필요한가? 압축 기술의 배경이 무엇인가?’에 대한 의문을 자연스럽게 가지게 된다. 이것은 비디오 코덱 기술이 발전해온 지난 20년간 반복되어 나오는 질문이다. 확실히 초고속 통신망 시대를 맞아서 유선 또는 무선의 광대역 접속회선을 싸게 사용할 수 있는 환경이 이루어 졌다. 맥내의 접속회선은 FTTH (Fiber-To-The-Home)으로 초고속화 되고, 저장매체도 블루레이 디스크(Blu-ray Disc)와 같은 대용량 제품이 등장했다. 그러나 이와 더불어 우리들이 사용할 수 있는 문자, 음성, 사진, 비디오와 같은 멀티미디어 정보량 역시 보다 좋은 색상과 보다 높은 화질을 원하게 되어, 그 정보량 역시 시대에 따라 계속 증가해 가고 있다. 특히 비디오와 관련하여, 모바일 환경에서 HD (High-Definition)급 화질을 제공하기 위한 비디오 압축 기술을 시장에서 원하고 있으며, 방송

분야에서도 8k 급(예: 7680x4320) 이상의 고선명 해상도를 제공하기 위한 카메라, 전송, 디스플레이 기술 개발이 진행되고 있다. 이러한 배경 및 요구를 반영하기 위해서는 비디오 압축 기술이 지속적으로 발전되어야 한다.

가장 근래의 비디오 부호화 표준은 ITU-T VCEG (Video Coding Experts Group) 및 ISO/IEC MPEG (Moving Picture Experts Group)에 의해 공동 제정된 H.264|AVC<sup>[1]</sup>이다. 이는 DMB (Digital Mobile Broadcasting)와 같은 새로운 서비스 및 저장매체에서 널리 쓰이고 있다. 이 표준 이후 VCEG에서는 비디오 부호화 기술을 지속적으로 발전시키고 최신 기술의 동향을 파악하기 위해서 2005년 7월부터 KTA (Key Technical Area) 소프트웨어<sup>[2]</sup>를 만들었다. 이후 VCEG에서는 분기별 회의를 통해 새로운 부호화 기술에 대한 탐구(Exploration) 활동을 지속하고 있으며 우수한 성능을 갖는 부호화 알고리즘들을 이 KTA 소프트웨어에 집대성하고 있다. 본 고에서는 KTA에 채택된 최신 부호화 알고리즘들을 소개하여 독자가 최신 고효율 부호화 기술과 관련된 기술 동향을 파악할 수 있도록 돕는다.



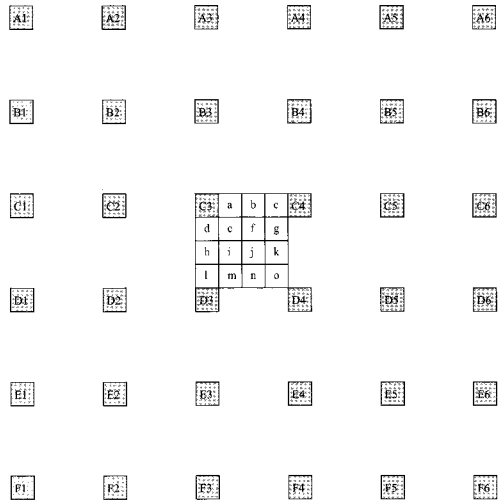
## II. KTA

VCEG에서는 부호화 및 복잡도 효율 향상을 목적으로 하는 AhG (Ad-hoc Group)을 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 소프트웨어를 수립하여 현재까지 개발해오고 있다.

KTA 소프트웨어는 H.264|AVC의 참조 소프트웨어인 JM 11.0<sup>[3]</sup>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.

### 1. 적응형 보간 필터 (Adaptive Interpolation Filter, 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 보간하기 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 이용



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

한다. 하지만 이렇게 필터 계수가 미리 정해져 있는 고정 필터는 개별적인 영상들의 특성을 반영하기 어렵다. 따라서 각 영상의 특성을 고려하여 각 영상별로 최적의 필터 계수 구하여 보간 필터로 활용하는 적응형 보간 필터 방식이 연구되었다.

현재 KTA에는 NSAIF (Non-separable Adaptive Interpolation Filter), SAIF (Separable Adaptive Interpolation Filter), DIF (Directional Interpolation Filter), Enhanced DAIF (Directional Adaptive Interpolation Filter), 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 3 개의 적응형 보간 필터에 대해 소개한다.

#### 가. NSAIF

NSAIF<sup>[4]</sup>는 6 탭 1D 필터와 6x6 2D 필터를

이용하는 적응형 보간 필터이다. <그림 1>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 다음 식 (1)과 같이 참조 영상의 정수 위치에 있는 화소들에 대해 필터링을 취함으로써 계산될 수 있다.

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

여기서,  $P_{i,j}$ 는 정수 화소 (A1,..., F6) 이다. 예측 오차는 현재 원영상의 화소,  $S_{x,y}$ 와 참조 영상으로부터 예측된 화소  $p_{x,y}^{SP}$ 의 차이로 정의할 수 있다. 따라서 식 (2)의 예측 오차 에너지를 최소화 하도록 필터 계수  $h_{i,j}$ 를 구한다.

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

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.

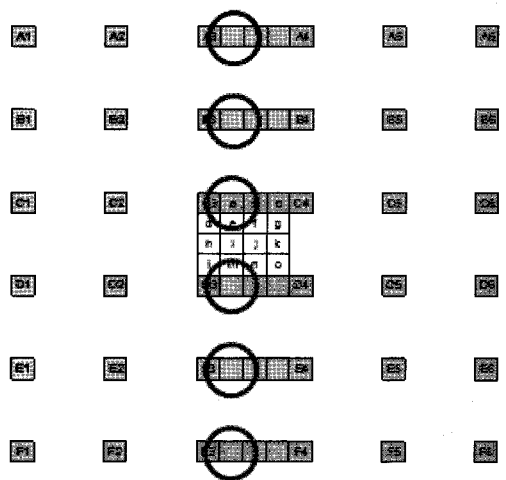
상기의 Wiener 필터 기반의 방식에서 고려되어야 할 사항이 하나 있다. 6 개의 분수 화소에 대해 각각의 6 탭 필터가 필요하고, 9 개의 분수 화

소에 대해서도 각각 6x6 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 54개로 줄였다.

NSAIF는 IPPP 구조에서 High 프로파일을 적용할 때, QCIF, CIF, 720p 영상에 대해 각각 -0.55, -2.75, -8.57%의 BD-bitrate<sup>[5]</sup>이득을 가진다.

### 나. SAIF

SAIF<sup>[6]</sup>는 6 탭 1D 필터를 이용한다. <그림 1>에서 a, b, c, d, h, l 위치의 분수 화소는 NSAIF와 동일한 방식으로 구하며, e, i, m 화소는 <그림 2>와 같이 수평 방향의 필터링으로 얻은 분수 화소값(원으로 표시)을 수직 방향으로 필터링하여 획득한다. e, i, m과 같은 방식으로



<그림 2> SAIF의 필터링 방식, e, i, m 위치의 분수 화소를 얻기 위해 원으로 표시된 분수 화소를 이용한다.



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 화소 값을 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 6 개의 필터 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 NSAIFF에 비해 거의 비슷한 성능을 유지하면서 부호화기에서 20% 이상의 복잡도 감소를 얻을 수 있는 장점을 가진다.

#### 다. DIF

DIF<sup>[7]</sup>는 SAIF와 동일하게 6 탭 1D 필터를 이용한다. 다른 점은 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 필터링 방법은<sup>[7]</sup>을 참조하기 바란다.

DIF는 NSAIFF에 비해 0.027dB 정도의 무시할 만한 부호화 성능 저하를 가지지만, 부호화기의 복잡도 측면에서 NSAIFF 및 SAIF에 비해 각각 62%, 49%의 복잡도 감소 효과를 얻을 수 있다.

## 2. 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 프로파일에서 평균 -2.29% 가량의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

### 나. Enhanced Fixed Directional Filter

Enhanced Fixed Directional Filter<sup>[8]</sup>는 기본적으로 DIF와 비슷하다. 다만 다음 3가지 특징이 다르다.



필터 구조는 DIF와 동일하나 필터 계수가 고정되어 있다.

필터 응답에 대한 다양성을 지원하기 위해, (3/4, 1/4) 위치의 화소에는 DIF 보다 좁은 통과대역을 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 프로파일에서 평균 -2.93% 가량의 BD-bitrate 이득을 얻을 수 있다.

#### 다. Switched Interpolation Filter with Offset

Switched Interpolation Filter with Offset<sup>[9]</sup>는 영상마다 적응적으로 생성한 필터 계수를 전송하는 대신, 고정된 필터 계수를 갖는 3 개의 필터 중 하나를 선택하는 방식이다. 3 개의 필터는 앞서 기술한 고정밀 필터와 영상 테스트 세트로부터 학습된 2 개의 4x4 고정 필터로 구성되어 있다. 그리고 정수 위치와 15개의 분수 위치의 화소에 대한 DC 오프셋 값을 영상마다 전송한다.

Switched Interpolation Filter with Offset의 성능은 High 프로파일, IPPP 구조, 720p 영상에 대해 평균 -9.1%의 BD-bitrate 이득을 가진다.

### 3. Loop Filter & Post Filter

#### 가. BALF (Block-based Adaptive Loop Filter)

BALF<sup>[10]</sup>는 Wiener 필터에 기반한 루프내 필터(In-Loop Filter)로써, 원영상과 블록 단위로 필

터링 on/off 된 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 윗-왜곡 관점에서 최적의 필터 탭 크기 결정
- ③ 최적의 필터 탭 크기를 이용하여 복원 영상 필터링
- ④ 윗-왜곡 관점에서 필터링블록 크기 결정
  - ④-① SSD (Sum of Squared Difference)에 기반하여 블록 단위로 필터링 on/off 결정
  - ④-② 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 윗-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<sup>[11]</sup>는 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 5x5, 7x7, 9x9와 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. 복호

화기에서 전송된 다중 필터 중 어느 필터를 이용할 지에 대한 선택은 각 픽셀의 분산 값에 의존한다.

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

#### 4. MVC (Motion Vector Competition)

MVC<sup>[12]</sup>는 움직임 벡터를 효율적으로 부호화하기 위한 방법이다. 이는 움직임 벡터 예측 부호화를 위해서, 기존 H.264/AVC의 공간 영역에서의 예측 벡터뿐만 아니라 <그림 3>과 같이 시간 영역에서의 예측 벡터, 시간-공간 영역에서의 예측 벡터도 함께 사용함으로써 부호화 효율을 높인다.

- 공간 영역에서의 예측기

$$mv_{spa} = median\{mv_a, mv_b, mv_c\}$$

- 시간 영역에서의 예측기

$$mv_{tm5} = median\{mv_{col}, mv_{t0}, \dots, mv_{t3}\}$$

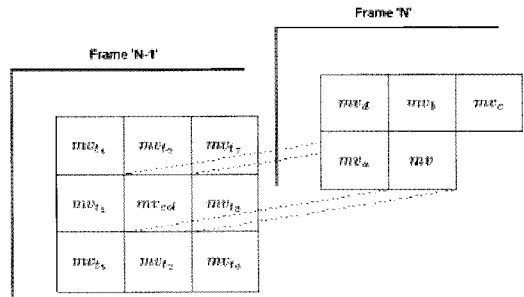
$$mv_{tm9} = median\{mv_{col}, mv_{t0}, \dots, mv_{t8}\}$$

- 시간-공간영역에서의 예측기

$$mv_{spt} = median\{mv_{col}, mv_{col}, mv_a, mv_b, mv_c\}$$

울-왜곡 관점에서 최적의 예측기를 선택하여 움직임 벡터 예측 부호화를 수행하고 선택 예측기에 대한 정보를 전송한다.

낮은 비트율일 경우에는 움직임 정보는 전체 비트스트림의 약 40% 정도까지 차지하므로 낮은 비트율에서 성능 향상이 큰 기술이다.<sup>[12]</sup>에 의하면, Baseline 프로파일에서 평균적으로



<그림 3> 예측에 사용되는 공간 영역 및 시간 영역에서의 예측 벡터

6.1% 비트율을 줄일 수 있다고 알려져 있다.

#### 5. APEC (Adaptive Prediction Error Coding)

기존 비디오 부호화 표준과 같이 움직임 보상과 변환 부호화를 포함하는 하이브리드 부호화 (Hybrid Coding) 구조를 가진 코덱에서, 예측 오차 블록(Prediction Error Block)의 상관도가 높을 경우에는 변환 부호화 방법이 부호화 효율에 공헌하지만, 상관도가 높지 않을 경우에는 이 변환 부호화 자체가 비효율적일 수 있다. 독일 하노버 대학교에서 개발한 APEC<sup>[13]</sup>은 화면간 예측(Inters Prediction)을 수행하고 나서 생성되는 예측 오차 블록에 대해 기존 변환 부호화를 수행한 후 주파수 영역에서 스칼라 양자화 (Scalar Quantization)를 수행하는 방법과 변환 부호화를 수행하지 않고 공간 영역에서 스칼라 양자화를 수행하는 방법 중 울-왜곡 관점에서 보다 효율적인 방법으로 휘도 예측 오차 블록을 부호화하는 방법이다. APEC은 저비트율 조건보다 고비트율 조건에서 더 우수한 성능을 가지며, HD급의 고해상도 영상보다 CIF 이하의 저해상도 영상에서 보다 나은 성능을 나타낸다.

## 6. RDO-Q (Rate-Distortion Optimized Quantization)

H.264|AVC의 양자화 방법은 하나의 매크로블록(Macroblock)에 대해 고정된 스텝 크기(Step Size)로 양자화를 수행한다. 하지만 미국 Qualcomm에서 제안한 RDO-Q<sup>[14]</sup>는 변환 부호화 수행 후 복잡도를 감소시킨 율 예측 방법과 왜곡 계산 방법을 이용하여, 주파수 영역에서 변환 계수 단위의 양자화를 수행하여, 향상된 율-왜곡 성능을 얻을 수 있는 블록을 생성한다. RDO-Q는 부호화기에서만 적용되며, 주파수 영역에서 양자화가 수행될 때 기존 양자화 방법과는 다르게 주파수 영역에서 각 주파수 위치에 존재하는 변환 계수들을 개별적으로 양자화할 경우의 율-왜곡 비용을 계산하여 해당 블록에서 최적화된 양자화된 변환 계수를 생성할 수 있다. 이 기술은 APEC과 달리 화면간 프레임(Inter Frame)뿐만 아니라, 화면내 프레임(Intra Frame)에도 적용 가능하며, 화면간 프레임에서 보다 우수한 성능을 보인다.

## 7. IAQMS (Improvement of Adaptive Quantization Matrix Selection)

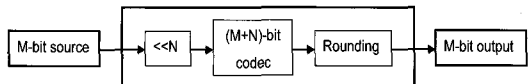
IAQMS<sup>[15]</sup>는 일본 Toshiba에서 2006년부터 VCEG에 AQMS로 기고해 왔으며, 현재는 양자화 행렬(Quantization Matrix)을 설계하여 부호화하지 않고, 미리 정의된 양자화 행렬 중 율-왜곡 관점에서 최적의 성능을 보이는 양자화 행렬을 선택하여 부호화하고 선택된 행렬 정보를 전송한다. 또한 매크로블록 단위로 최적의 양자화 행렬을 선택할 수도 있고, 화면 단위로 IAQMS의 사용 여부를 결정할 수 있으며, 여러 양자화 매개변수 중

최적의 율-왜곡 성능을 얻을 수 있는 양자화 매개변수(Quantization Parameter, 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 프로파일, IBBP 구조에서 평균 5%의 비트율 절감을 얻을 수 있으며, 율-왜곡 최적화된 양자화 방법과 같이 사용할 경우, 평균 8%의 비트율 절감을 얻을 수 있다.

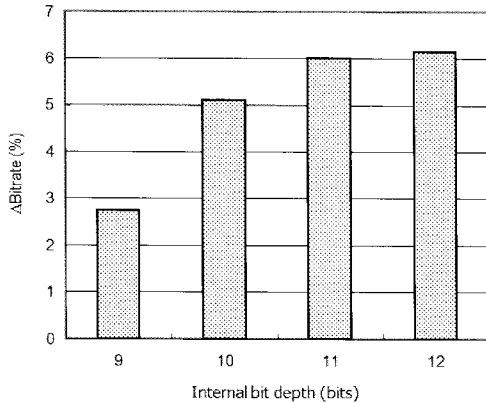
## 8. IBDI (Internal Bit-Depth Increase)

IBDI<sup>[16]</sup>는 <그림 4>와 같이 M 비트의 입력 신호를 받아 N 비트 Left-shift 연산을 통해 내부 비트 심도(Bit-Depth)를 M+N로 확장하여 코덱 내부의 여러 연산을 수행하고 이후 마지막 단계에서 반올림을 통해 다시 M 비트로 출력한다.

<그림 5>는 5개의 720p 8비트 영상에 대한 평균 비트 감소율과 내부 비트 심도 사이의 관계를 보여주고 있다. 내부 비트 심도가 증가할수록 성능이 향상되며 12비트에서 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.



<그림 4> 비디오 부호화기에서 내부 비트 심도 증가



〈그림 5〉 평균 비트율 감소와 내부 비트 심도 사이의 관계

### 9. MDDT (Mode Dependent Directional Transform)

MDDT<sup>[17]</sup>는 화면내 예측이 수행되고 난 후 생성되는 예측 오차 블록에 대해서 화면내 예측 방법의 방향성에 따라 Karhunen-Loeve Transform (KLT)을 기반으로 설계된 기저 벡터(Basis Vector)를 이용하여, 예측 오차 블록의 에너지를 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 프로파일, Intra Only 구조에서 평균 6%의 비트율 절감을 얻을 수 있다.

### III. 향후 비디오 부호화 전망

과거의 비디오 부호화 표준의 역사를 돌아켜

보면, 통상 5~6년 마다 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)<sup>[18]</sup>에 대한 요구사항을 발표함으로써 이에 대한 구체적인 활동을 시작하였다. VCEG 또한 가칭 H.NGVC (Next Generation Video Coding)<sup>[19]</sup>에 대한 요구사항을 발표하였다.

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

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호: 2008-F-011-01, 과제명: 차세대 DTV 핵심기술 개발]”

#### ..... 참고문헌 .....

- [1] 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: Jul. 2005, Version 5: Feb., 2009.
- [2] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/KTA>
- [3] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>



- [4] Y. Vatis, B. Edler, D. T. Nguyen, and J. Ostermann, "Two-dimensional non-separable Adaptive Wiener Interpolation Filter for H.264/AVC," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-Z17, Busan, Korea, Apr., 2005.
- [5] G. Bjontgaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16/Q.6 VCEG Doc. VCEG-M33, Austin, USA, Apr., 2001.
- [6] S. Wittmann and T. Wedi, "Separable adaptive interpolation filter," ITU-T SG16/Q.6 Doc. C219, Geneva, Switzerland, June, 2007.
- [7] D. Rusanovskyy, K. Ugur, and J. Lainema, "Adaptive Interpolation with Directional Filters," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AG21, Shenzhen, China, Oct., 2007.
- [8] A. Fuldseth, G. Bjontgaard, D. Rusanovskyy, K. Ugur, and J. Lainema, "Low Complexity Directional Interpolation Filter," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI12, Berlin, Germany, July, 2008.
- [9] M. Karczewicz, Y. Ye, and P. Chen, "Switched Interpolation Filter with Offset," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AI35, Berlin, Germany, July, 2008.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] J. Jung, G. Laroche "Competition-Based Scheme for Vector Selection and Coding," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AC06, Klagenfurt, Austria, July, 2006.
- [13] M. Narroschke and H. G. Musmann, "Adaptive prediction error coding in spatial and frequency domain with a fixed scan in the spatial domain," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AD07, Hangzhou, China, Oct., 2006.
- [14] M. Karczewicz, Y. Ye, and P. Chen, "Rate Distortion Optimized Quantization," ITU-T SG16/Q.6 Doc. C462, Geneva, Switzerland, Apr., 2008.
- [15] 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.
- [16] T. Chujoh, R. Noda, "Internal bit depth increase for coding efficiency," ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AE13, Marrakech, Morocco, Jan., 2007.
- [17] 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.
- [18] ISO/IEC JTC1, "Vision and Requirements for High-Performance Video Coding (HVC) Codec," MPEG Output Doc. N10361, Lausanne, Switzerland, Feb., 2009.
- [19] 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.

저자소개



이 하 현

2002년 2월 한국항공대학교 항공전자공학과 학사  
2007년 8월 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학 석사  
2003년 5월 ~ 2005년 7월 LG전자 연구원  
2007년 8월 ~ 2008년 8월 티비스툼 선임연구원  
2008년 10월 ~ 현재 한국전자통신연구원 실감미디어연구팀 연구원

주관심 분야 : 차세대 비디오 코덱, UHD TV

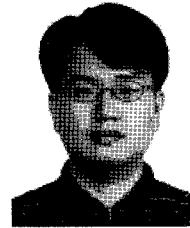
저자소개



최 해 철

1997년 2월 경북대학교 전자공학과 학사  
1999년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사  
2004년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사  
2004년 9월 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
2007년 3월 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학과 겸임교수

주관심 분야 : 영상처리, 비디오 부호화, 패턴 인식



최 진 수

1990년 2월 경북대학교 전자공학과 공학사  
1992년 2월 경북대학교 전자공학과 공학석사  
1996년 2월 경북대학교 전자공학과 공학박사  
1996년 5월 ~ 현재 ETRI 책임연구원 재직  
2008년 3월 ~ 현재 ETRI 실감미디어연구팀장  
2001년 2월 ~ 2005년 3월 ETRI 데이터방송연구팀장  
2004년 10월 ~ 2006년 3월 TTA 데이터방송프로젝트 그룹 의장

주관심 분야 : 영상통신, UHD TV, 데이터방송



임 성 창

2006년 02월 세종대학교 컴퓨터공학과 학사  
2008년 02월 세종대학교 컴퓨터공학과 석사  
2008년 03월 ~ 현재 한국전자통신연구원 방통융합미디어연구부 실감미디어연구팀 연구원

주관심 분야 : 영상 압축, 영상 처리