

특집논문-06-11-4-01

다시점 영상 부호화 효율 향상을 위한 양자화 계수 분포 기반의 효율적 역양자화 기법

박 승 욱^{a)†}, 전 병 문^{a)}

Efficient De-quantization Method based on Quantized Coefficients Distribution for Multi-view Video Coding

Seung-Wook Park^{a)†} and Byeong-Moon Jeon^{a)}

요 약

다시점 영상 부호화 기술은 다시점 카메라로부터 취득된 다수의 영상을 부호화하는 기술로 매우 효율적인 압축 기술이 요구된다. 이를 위해 시점 간 예측 기술을 사용하고 있으나 예측 기법의 개선만으로는 전반적인 압축 성능 향상에는 한계를 보인다. 따라서 본 논문에서는 역양자화기의 성능 개선을 통해 다시점 영상 부호화의 압축 효율을 보다 향상 시키고자 한다. 다시점 영상 부호화는 기본적으로 H.264/AVC를 기반으로 구현되어 있으므로 H.264/AVC의 양자화/역양자화 기법을 그대로 사용하고 있다. 기존 양자화/역양자화 기법의 문제점은 부호화해야 하는 오류 신호들의 확률 분포가 라플라시안 분포를 갖는다는 가정 하에 양자화기와 역양자화기가 설계되어 있어 입력되는 신호가 라플라시안 분포를 따르지 않을 경우 성능이 떨어진다. 이와 같은 오류 신호의 실제 확률 분포와 양자화/역양자화기의 확률 분포 불일치 문제로 인한 압축 효율 저하 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 양자화 계수 분포 기반의 효율적 역양자화 기법을 제안한다. 추가적인 정보의 전송 없이 복호기에 전송된 양자화 계수들을 이용하여 원본 오류 신호의 확률 분포를 예측하고 이를 바탕으로 보다 정확한 역양자화 값을 찾아내어 압축 성능을 개선한다. 다양한 실험 결과 제안하는 알고리즘은 기존 알고리즘에 비해 높은 비트율에서 최대 1.5 dB에서 최소 0.6 dB의 성능향상을 보인다.

Abstract

Multi-view video coding technology demands the very high efficient coding technologies, because it has to encode a number of video sequences which are achieved from a number of video cameras. For this purpose, multi-view video coding introduces the inter-view prediction scheme between different views, but it shows a limitation of coding performance enhancement by adopting only new prediction method. Accordingly, we are going to achieve the more coding performance by enhancing dequantizer performance. Multi-view video coding is implemented basically based on H.264/AVC and uses the same quantization/de-quantization method as H.264/AVC does. The conventional quantizer and dequantizer is designed with the assumption that input residual signal follows the Laplacian PDF. However, it doesn't follow the fixed PDF type always. This mismatch between assumption and real data causes degradation of coding performance. To solve this problem, we propose the efficient de-quantization method based on quantized coefficients distribution at decoder without extra information. The extensive simulation results show that the proposed algorithm produces maximum 1.5 dB ~ 0.6 dB at high bitrate compared with that of conventional method.

Keywords : multi-view video coding, quantization, de-quantization, Laplacian PDF

I. 서 론

최근 들어 삼차원 영상 처리 기술은 차세대 정보 통신 서비스 분야의 핵심 기술로 인식되면서 다양한 분야에서 매우 활발히 연구되고 있다. 특히 정보통신, 방송, 의료, 교육, 게임, 애니메이션, 가상현실 등의 응용 분야에서 미래 시장의 선점을 위해 국가적인 차원에서 집중 육성되고 있다^[1]. 삼차원 영상 처리 기술의 응용 분야로는 자유 시점 텔레비전, 3D 텔레비전 등 대화형 디스플레이 기술과 다시점 영상 부호화(multi-view video coding)^[2] 등의 부호화 기술등이 있다. 자유 시점 텔레비전 기술은 다양한 각도에서 취득한 불연속적인 영상들 사이에서 사용자가 원하는 어느 시점이든 시청이 가능하도록 영상간 보간 기법^[3]을 이용하는 기술이다. 이러한 자유 시점 텔레비전 기술은 콘서트, 영화, 교육, 관광 등 대화형 가상공간을 연출하기 위해 활용될 수 있다. 이에 반해 3D 텔레비전 기술은 컴퓨터 비전 분야에서 활발히 연구된 입체영상(stereoscopic)의 확장 기술로써 두 대의 카메라만을 이용하는 기존 입체영상과는 달리 다수의 카메라로부터 취득한 영상을 이용하여 다양한 각도에서의 입체 영상을 얻을 수 있고, 이는 결국 사용자가 원하는 시점의 입체 영상을 보는 것이 가능하게 하는 기술이다.

한편 다시점 영상 부호화 기술은 다수의 카메라로 촬영된 영상을 효율적으로 압축하기 위한 기술로써 현재 ISO/IEC 산하의 MPEG과 ITU-T 산하의 VCEG의 연합으로 구성된 JVT(joint video team)에 의해 표준화가 활발히 진행 중이다. 다수의 시점으로부터 취득된 영상 정보를 부호화하기 위하여 기존 영상 코덱을 이용할 경우 각각의 시점을 독립적으로 부호화할 수밖에 없으므로 시점의 개수에 비례하여 데이터량이 증가하게 된다. 반면 다시점 영상 부호화 기법은 여러 시점의 영상을 동시에 부호화할 때 서로 다른 시점 간 존재하는 잉여정보를 줄이기 위하여 시점 간 예측 기법을 사용한다^[4]. 시점 간 예측 기법은 기존의 H.264/AVC^[5]의 부호화 기술을 그대로 사용하면서 움직임

예측과 보상 시 동일 시점에 있는 영상뿐만 아니라 다른 시점에 속한 영상도 참조 픽처로 사용할 수 있도록 한 기술이다. 이러한 시점 간 예측 기법의 사용에도 불구하고 다시점 영상 부호화기는 단일 시점 영상 부호화기에 비해 큰 성능 개선을 보이지는 못하고 있다.

본 논문에서는 이러한 성능 향상의 한계를 극복하기 위해 단일 시점 영상 부호화기에 비해 개선이 이루어지지 않은 양자화/역양자화 기법을 개선하고자 한다. 기존 양자화/역양자화 기법의 문제점은 입력되는 오류 신호들의 확률 분포가 라플라시안 분포를 갖는다는 가정 하에 양자화기와 역양자화기가 설계되어 있으므로 입력되는 신호가 라플라시안 분포를 따르지 않을 경우 성능을 떨어뜨리게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 양자화기로 입력되는 오류 신호들의 확률 분포의 정보를 복호기로 전송하여 원본 오류 신호의 확률 분포를 고려하여 역양자화를 해야만 한다. 하지만 이러한 방법은 기본적으로 잉여 정보의 전송이 요구되므로 오히려 전반적인 압축 성능을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 추가적인 정보의 전송 없이 복호기에 전송된 양자화 계수들을 이용하여 원본 오류 신호의 확률 분포를 예측하고 이를 바탕으로 보다 정확한 역양자화 값을 찾아내는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 라플라시안 분포 기반의 양자화 기법의 문제점에 대해 기술하고, 3장에서는 양자화 계수를 이용한 원본 오류 신호 확률 분포 모델링과 이를 이용한 효율적인 역양자화 기법을 설명한다. 4장에서는 제안하는 알고리즘의 실험 결과를, 그리고 마지막 장에서는 결론에 대해 기술하고자 한다.

II. 라플라시안 분포 기반의 양자화 기법

기존의 다양한 연구를 통해 이산 코사인 변환(discrete time cosine transform) 계수들은 라플라시안 확률 분포(Laplacian probability distribution)를 따르고 있음이 널리 알려져 있다^[6,7] (그림 1참조). 이러한 성질은 정지영상신호의 이산 코사인 변환계수뿐만 아니라 동영상 압축 시 움직임 보상(motion compensation)으로 발생한 잔류 오류 신호

a) LG 전자 디지털 미디어 연구소
 LG Electronics Digital Media Lab.
 † 교신저자 : 박승욱(beatitude@lge.com)

(residual error signal)의 이산 코사인 변환 계수에도 잘 적용된다.

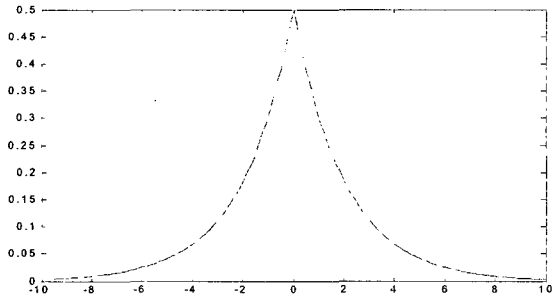


그림 1. 라플라시안 확률 분포 함수
Fig. 1. Laplacian probability distribution function

손실 압축을 위해 사용되는 양자화/역양자화기는 원본 오류 신호의 확률 분포에 매우 의존적인데 대부분의 영상 부호화기에서 사용하는 양자화/역양자화기는 이와 같은 라플라시안 확률 분포를 기반으로 구현되어 있다. 이러한 양자화기/역양자화기는 다음과 같은 두 수식으로 표현할 수 있다.

$$I = \text{sign}(X) \times (X \times f) / Q_s \quad (1)$$

$$Xr(I) = Q_s \times I \quad (2)$$

X 는 양자화기로 입력되는 원본 오류 신호, I 는 양자화 계수, Xr 은 역양자화기를 통해 복원된 신호를 나타내며 Q_s 는 양자화기의 간격 크기(step size), f 는 데드존(dead-zone)의 크기를 결정짓는 데드존 매개변수(parameter)를 나타낸

다. 그림 2는 (1)과 (2)로 표현되는 양자화기와 역양자화기와의 관계를 나타낸다. 예를 들어 원본 오류 신호 X 가 양자화 경계(quantization boundary) b_2 와 b_3 사이에 위치할 경우, X 의 양자화 계수는 2가 된다. 이 양자화 계수를 역양자화기를 통해 복원하면 $Xr(2)$ 라는 값으로 복원된다.

이와 같은 양자화/역양자화기는 앞서 기술된 것과 같이 원본 오류 신호가 라플라시안 확률 분포를 갖는다는 가정 하에 구현되었으므로 원본 오류 신호가 라플라시안 확률 분포를 따르지 않을 경우 전반적인 압축 성능이 떨어지는 문제점이 있다. 이러한 원본 오류 신호의 실제 확률 분포와 사용되는 확률 모델과의 불일치로 인한 성능 저하 문제를 해결하기 위해서는 역양자화시 부호화기에서 사용된 원본 오류 신호의 확률 분포를 알아야만 한다. 이를 위해 원본 오류 신호의 확률 분포에 대한 추가 정보(side information)를 복호기로 전송할 필요가 있다. 하지만 이러한 추가 정보는 결국 전체적인 압축 효율을 떨어뜨리는 원인이 되므로 복호기는 추가 정보의 전송 없이 원본 오류 신호의 확률 분포를 알 수 있어야 한다. 이와 관련하여 [8]에서는 복호기에 전송된 양자화 계수들을 이용하여 원본 오류 신호의 확률 분포를 예측하는 것이 가능함을 증명하고 있으며 이때 양자화 계수들을 이용하여 원본 오류 신호의 확률 분포를 예측하기 위해서는 정확한 확률 분포 모델링이 요구된다.

III. 양자화 계수를 이용한 원본 오류 신호 확률 분포 모델링과 이를 통한 역양자화 기법

어떤 신호의 확률적인 특성은 확률 밀도 함수(probability density function)로 나타낼 수 있다. 영상 압축 시 입력되는

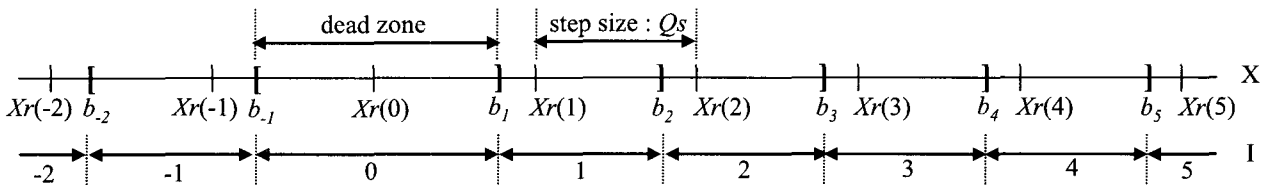


그림 2. 양자화/역양자화기
Fig. 2. Quantizer/de-quantizer

신호는 디지털 신호이므로 입력 신호들의 히스토그램(histogram)을 통해 이러한 확률 밀도 함수를 얻을 수 있다. 그러나 복호기 측면에서는 오직 부호화기로부터 전송된 양자화 계수만을 알 수 있으며, 양자화 계수들은 양자화시 정보의 손실이 발생하였으므로 단순히 양자화 계수들의 히스토그램을 구하는 것만으로 원본 신호의 확률 밀도 함수를 예측할 수는 없다. 따라서 본 장에서는 부호화기로부터의 추가적인 정보 없이 복호화에 전송된 양자화 계수만을 이용하여 원본 오류 신호의 확률 밀도 함수를 구하기 위한 모델링 기법을 다음의 두 가지 과정을 통해 기술하고자 한다.

1. 상대적 거리 가중치를 이용한 양자화 레벨 경계에서의 히스토그램 예측 기법

그림 3은 복호기에 전송된 양자화 계수를 누적하여 만든 히스토그램과 원본 오류 신호의 확률 분포 함수를 보여 준다. 복호기에서 원본 오류 신호의 확률분포를 알 경우 역양자화 값은 각각의 양자화 간격 내에서 원본 오류 신호와 복원된 값 사이의 평균 자승 오류(mean square error)가 최소가 되도록

$$Xr' = \min E((X - Xr)^2) \tag{3}$$

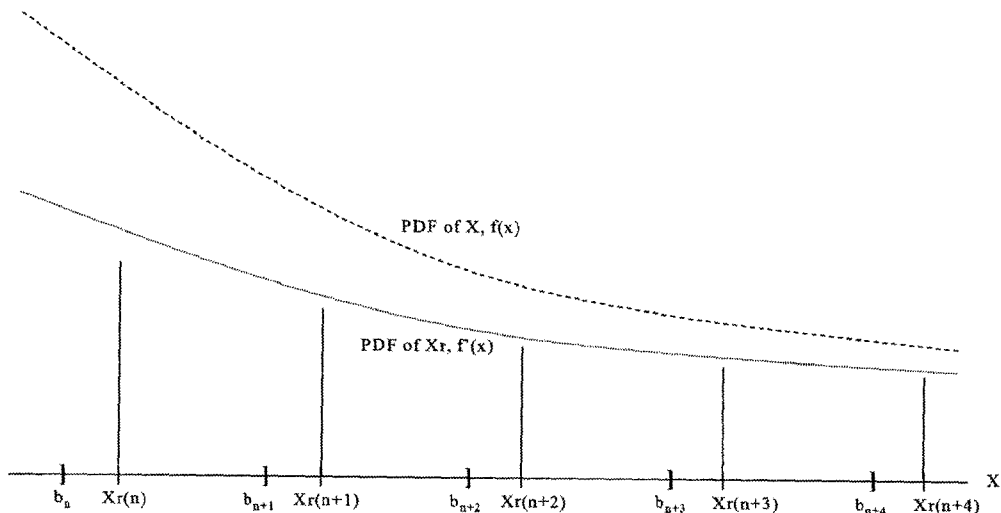


그림 3. 양자화 계수를 이용한 확률 분포 히스토그램
Fig. 3. Probability density histogram using quantization index

을 만족하는 값이 되며, 원본 오류 신호의 확률 분포를 이용하여

$$\int_{b_n}^{Xr'(n)} f(x)dx = \int_{Xr'(n)}^{b_{n+1}} f(x)dx \tag{4}$$

를 만족하는 Xr' 를 구하면 보다 정확한 Xr' 을 찾을 수 있다. 이때 복호기에서는 원본 오류 신호의 확률 밀도 함수인 $f(x)$ 를 알 수 없으므로 예측 신호인 $f'(x)$ 를 만들어야 한다. 복호기에 전송된 양자화 계수들은 식(2)에 의하여 균일한 간격의 Xr 값으로 복원되므로 양자화 계수들을 각각 해당되는 복원지점별로 누적하면 그림 3과 같은 양자화 계수들의 히스토그램을 얻을 수 있다. 하지만 식(4)의 조건을 만족하는 Xr' 를 찾기 위해서는 양자화 레벨 경계에서의 히스토그램 값을 먼저 예측하여야 한다. 이 값을 예측하기 위해 다음과 같이 양자화 레벨 경계와 복원 지점들과의 상대적인 위치를 고려한

$$f'(b_{n+1}) = \frac{b \cdot f'(Xr(n)) + a \cdot f'(Xr(n+1))}{b+a} \tag{5}$$

를 이용하여 양자화 레벨 경계에서의 누적 값들을 예측 할

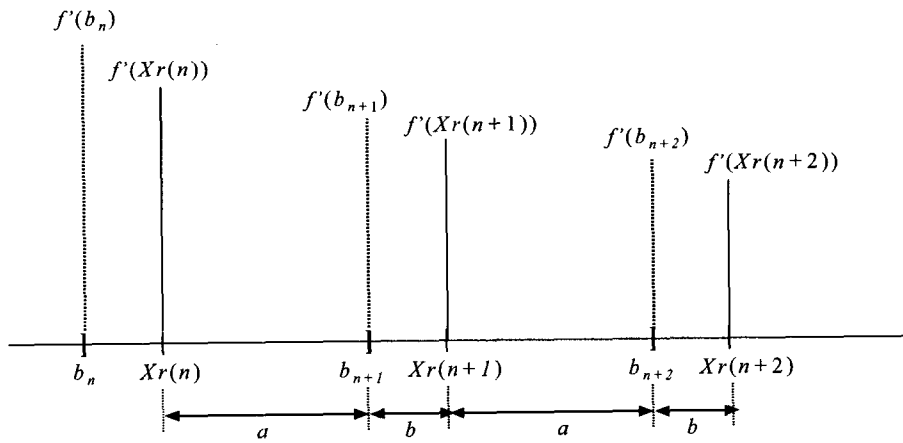


그림 4. 상대적 거리 가중치를 이용한 양자화 레벨 경계에서의 히스토그램 예측
 Fig. 4. Estimate histogram on quantization level boundary using relative distance weighting method

수 있으며 예측된 값들은 그림 4와 같이 새로운 히스토그램을 구성하게 된다.

여기서 a 와 b 는 각각 복원 지점과 양자화 레벨 경계간의 상대적인 거리를 나타낸다. a 와 b 의 값은 양자화 간격 크기와 데드존 매개변수를 이용하여

$$a = Q_s - Q_s / f \tag{6}$$

$$b = Q_s - a \tag{7}$$

와 같이 나타낼 수 있다.

2. 사다리꼴 모델링을 통한 확률 분포 함수 예측 및 역양자화

앞서 구한 양자화 레벨 경계에서의 히스토그램은 이산적인 값들이므로 연속적인 확률 밀도 함수를 얻기 위해 모델링이 필요하다. 본 논문에서는 양자화 레벨에서의 누적값들 사이의 라인 적합(line fitting)을 통한 사다리꼴 형태의 모델링 기법을 이용하여 확률 밀도 함수를 예측한다. 따라서 그림 5와 같이 b_{n+1} 부터 b_{n+2} 간의 사다리꼴 모양의 예측 확률 밀도 함수와 식 (4)를 조합하여 역양자화값 Xr' 을

다음과 같이 구할 수 있다.

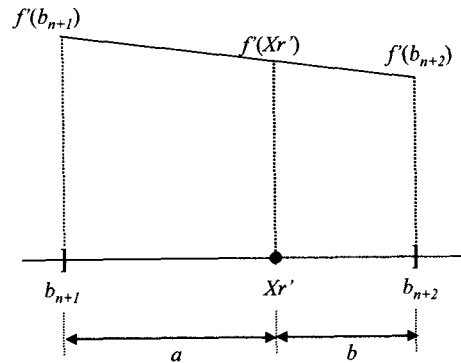


그림 5. 사다리꼴 모델링을 통한 확률 분포 예측 및 역양자화
 Fig. 5. Estimate probability distribution by trapezoidal modelling method and de-quantization

식(4)의 좌변과 우변은 사다리꼴 넓이 공식에 의해

$$\int_{b_{n+1}}^{Xr'} f'(x) dx = \frac{1}{2} (f'(Xr') + f'(b_{n+1})) \cdot a \tag{8}$$

$$\int_{Xr'}^{b_{n+2}} f'(x) dx = \frac{1}{2} (f'(Xr') + f'(b_{n+2})) \cdot b \tag{9}$$

와 같이 나타낼 수 있고 a, b는 양자화 간격 크기와 b_{n+1} 을 이용하면

$$a = Xr' - b_{n+1} \tag{10}$$

$$b = b_{n+2} - Xr' = b_{n+1} + Qs - Xr' \tag{11}$$

으로 표현된다. $f(Xr')$ 는 식(5)를 이용하여 관련 변수들로 변환시킬 수 있으며 식 (8), (9), (10), (11)을 정리하여 전개하면

$$AXr'^2 + BXr' + C = 0 \tag{12}$$

$$A = \frac{2}{Qs} (f'(b_{n+2}) - f'(b_{n+1})) \tag{13}$$

$$B = \frac{4}{Qs} \{ (b_{n+1} + Qs)f'(b_{n+1}) - af'(b_{n+2}) \} \tag{14}$$

$$C = -(3b_{n+1} + Qs)f'(b_{n+1}) - (a + Qs)f'(b_{n+2}) \tag{15}$$

와 같이 하나의 2차 방정식으로 전개 된다. 상기 기술된 2차 식을 풀게 되면 사다리꼴 모델링을 통해 예측된 원본 오류 신호의 확률 분포에 기반을 둔 역양자화 값을 구할 수 있다.

IV. 실험

본 실험에서는 다시점 영상 부호화 표준화를 위하여 사용되고 있는 JSVM(joint scalable video model) 레퍼런스 코드^[9]와 부호화기의 실험 조건^[10]을 이용하여 실험을 수행하였다. 성능 비교를 위해서는 기존 양자화/역양자화를 사용한 경우와 제안하는 알고리즘을 사용한 결과를 비교하였으며 표준화 회의를 통해 실험용 영상으로 지정된 'Flamenco2', 'Exit', 'Race1', 'Uli', 'Ballroom', 'Breakdancers'를 사용하여 성능 평가를 하였다. 각각의 실험 영상에 대한 자세한 내용은 표 1에 소개되어 있다.

제안하는 알고리즘의 구체적인 구현을 위해서 본 실험에서는 MB마다 변환 블록 크기별(4x4 or 8x8)로 양자화 계수들을 누적하여 양자화 계수 히스토그램을 얻도록 하였고 이 데이터를 이용하여 확률 분포 모델링을 수행하였다. 보다 정확한 확률 분포 예측을 위해서는 한 슬라이스(slice)내의 모든 MB에 대해 QP별, 예측 종류별 히스토그램을 모두 구한 후 예측된 확률 분포를 이용하여 역양자화를 해야 하지만 복잡도를 낮추기 위해 본 논문에서는 MB 단위로 확률 분포를 예측하고 예측된 확률 분포를 기반으로 역양자화를 하는 방법을 사용하였다.

다양한 영상 특성을 고려하기 위해 다시점 영상 부호화에 사용되는 대부분의 실험용 영상을 사용하였으며 실험 결과 현재 다시점 영상 부호화기의 성능 개선이 가장 낮은

표 1. 실험용 영상 정보
Table 1. Information of Test Sequences

Test sequence	Image property	Total frames	Camera arrangement
Flamenco2	640x480, 30fps (non-rectified)	230	5 cameras with 20cm spacing; 2D/parallel (Cross)
Exit	640x480, 25fps (rectified)	296	8 cameras with 20cm spacing; 1D/parallel
Race1	640x480, 30fps (non-rectified)	368	8 cameras with 20cm spacing; 1D/parallel
Uli	1024x768, 30fps (non-rectified)	296	8 cameras with 20cm spacing; 1D/parallel
Ballroom	640x480, 30fps (rectified)	296	8 cameras with 20cm spacing; 1D/parallel
Breakdancers	1024x768, 15fps (non-rectified)	248	8 cameras with 20cm spacing; 1D/parallel

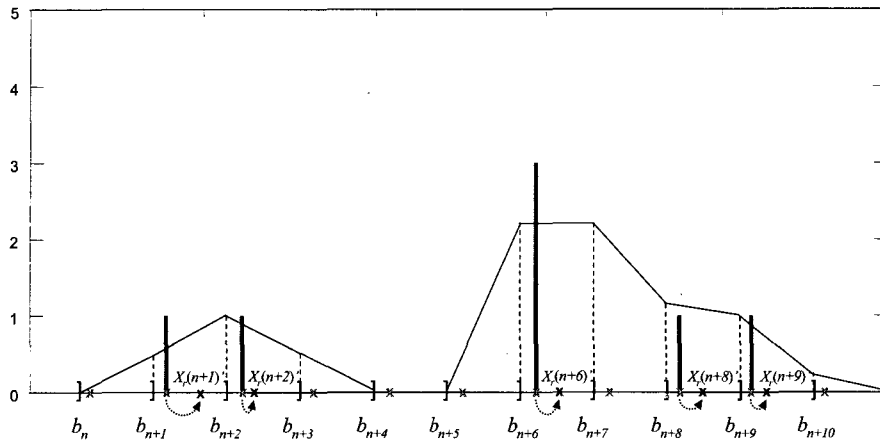


그림 6. 예측된 확률분포를 이용한 역양자화
Fig 6. De-quantization using estimated PDF of input residual signal

'UII'^[4]에서 가장 큰 이득인 1.5dB의 성능 개선을 얻었고 대부분의 실험 영상에서 0.5dB 이상의 PSNR 이득을 보였다. 성능 향상의 원인을 분석하기 위해 그림 6과 같이 특정 4x4 블록에 대해 변환 계수들의 히스토그램과 이를 이용하여 모델링한 확률 분포, 그리고 예측된 확률 분포를 이용하여 최종적으로 복원된 역양자화 계수들을 도시하였다. 해당 4x4 블록의 양자화 계수들을 제안하는 알고리즘을 사용하여 복원하였을 경우 기존 알고리즘에 비해 원본 오류 신호와의 평균 자승 오류 값이 약 30% 정도 감소하는 것을 확인하였으며 이러한 역양자화의 정확도 향상이 결국 전반적인 압축 성능 향상의 원인이라고 볼

수 있다.

단, 높은 비트율에서의 높은 이득에 비해 낮은 비트율에서는 이득이 상대적으로 낮은 경향을 보이는데 원인 분석 결과 낮은 비트율에서는 양자화된 변환 계수 값들이 거의 영에 가까운 값을 갖게 되고, 결국 확률 분포 예측을 위해 사용해야 하는 히스토그램의 정확도가 떨어지게 되므로 성능 향상에 제약이 됨을 확인하였다.

그림 7부터 12까지는 각각의 실험 영상에 대한 윌-왜곡 그래프를 도시하였다. 'anchor'는 기존의 역양자화 기법을 이용한 결과이며 'proposed'는 본 논문에서 제안하는 기법의 결과를 나타낸다.

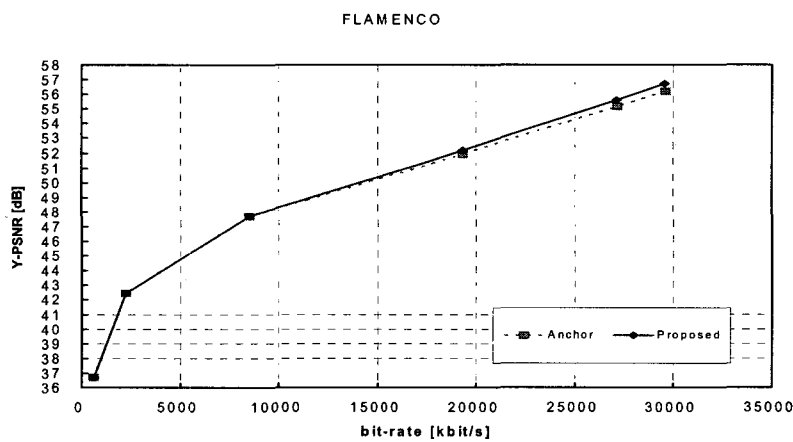


그림 7. 'Flamenco2'의 실험 결과
Fig. 7. Test results of 'Flamenco2'

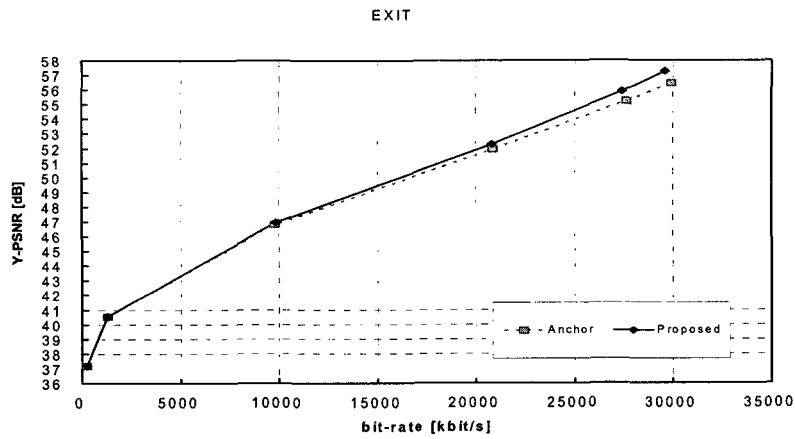


그림 8. 'Exit'의 실험 결과
Fig. 8. Test results of 'Exit'

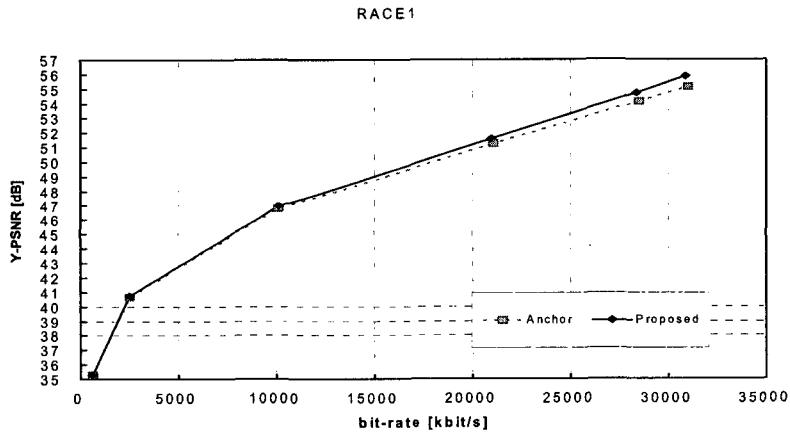


그림 9. 'Race1'의 실험 결과
Fig. 9. Test results of 'Race1'

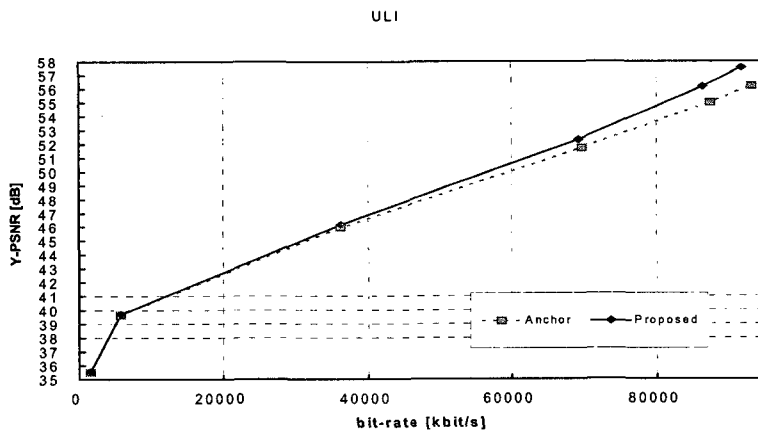


그림 10. 'Uli'의 실험 결과
Fig. 10. Test results of 'Uli'

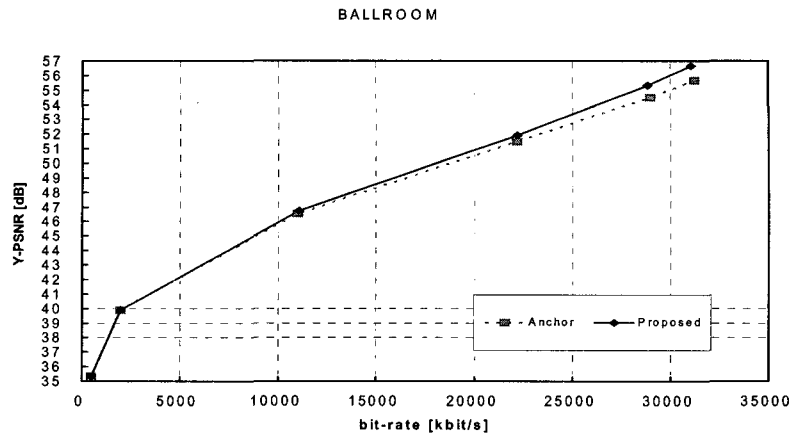


그림 11. 'Ballroom'의 실험 결과
 Fig. 11. Test results of 'Ballroom'

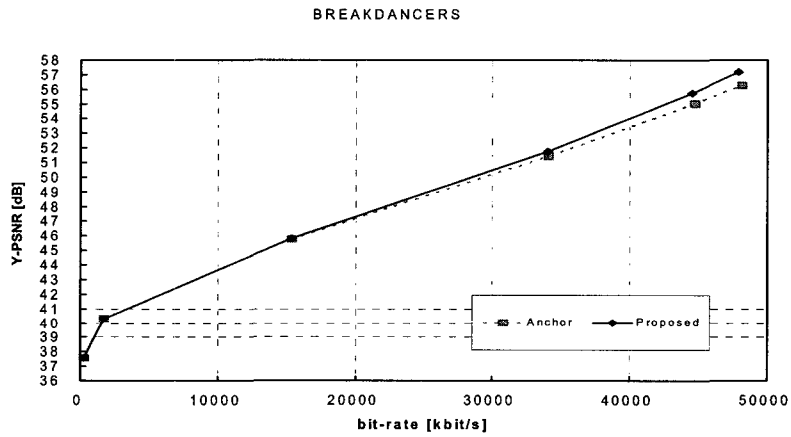


그림 12. 'Breakdancers'의 실험 결과
 Fig. 12. Test results of 'Breakdancers'

V. 결론

본 논문에서는 다시점 영상 부호화의 전반적인 성능 향상을 위하여 효율적인 역양자화 기법을 제안하였다. 효율적인 역양자화를 위해 부호화기에서 사용된 원본 오류 신호의 확률 분포를 예측할 수 있도록 복호기에 전송된 양자화 계수를 이용하여 확률 분포를 모델링하였고 이를 이용하여 역양자화 값을 구하였다. 확률 분포의 예측을 위해서 먼저 전송된 양자화 계수들을 누적하여 히스토그램을 얻었고 이를 이용하여 양자화 레벨 경계에서의 누적

값을 상대적 거리 가중치를 이용하여 예측하였다. 예측된 이산 확률 분포를 이용하여 사다리꼴 형태로 연속 확률 분포 함수를 모델링 하였으며 이를 기반으로 최소 평균 자승 오류를 만족하도록 역양자화값을 구하였다. 다시점 영상 부호화 표준화 회의에서 사용하는 표준 모델, 실험 환경, 테스트 영상을 사용하여 실험한 결과 제안하는 알고리즘이 기존 알고리즘에 비해 높은 이득을 보였으며 특히 높은 비트율에서 최대 1.5 dB, 최소 0.6 dB 이상의 PSNR 이득을 보였다.

참 고 문 헌

[1] M. Price, J. Price, J. Chandaria, O. Grau, G. Thomas, D. Chatting, J. Thorne, G. Milnthorpe, P. Woodward, L. Bull, E. Ong, A. Hilton, J. Mitchelson and J. Starck, "Real-Time Production and Delivery of 3D Medau," BBC R&D, White paper, 2002

[2] "Requirements on Multi-view Video Coding," N8064, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Montreux, Switzerland, April 2006

[3] A. Smolic and D. McCutchen, "3DAV Exploration of Video-Based Rendering Technology in MPEG," IEEE Trans, Circuits Syst, Video Tech, vol. 14, pp. 348-356, March 2004.

[4] P. Merkle, K. Muller, A. Smolic and T. Wiegand, "Multiview Coding using AVC," JVT-T100, JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Klagenfurt, Austria, July 2006.

[5] ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14 496-10 AVC, March 2003.

[6] S. Smoot, "Study of DCT coefficient distribution," in Human Vision and Electronic Imaging, vol. 2657, pp. 403-411, 1996.

[7] G. Yovanof and S. Lui, "Statistical analysis of the DCT coefficients and their quantization error," in Proceedings of the 30th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, pp. 601-605, November 1996.

[8] G. Sullivan, "Decoder inference of optimal reconstruction values for DZ+UTQ quantization of laplacian source random variables," JVT-P111, JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Poznan, Poland, July 2005.

[9] "Joint scalable video model version 6.7," JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Klagenfurt, Austria, July 2006.

[10] "Common Test Conditions for Multiview Video Coding," JVT-T207, JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Klagenfurt, Austria, July 2006.

저 자 소 개



박 승 욱

- 2000년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 2004년 8월 : 서울대학교 전기공학부 졸업 (석사)
- 2004년 8월 ~ 현재 : LG전자 디지털 미디어 연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 멀티미디어 통신



전 병 문

- 1991년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 1994년 8월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (석사)
- 1999년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (박사)
- 1999년 3월 ~ 2000년 3월 : University of Miami, Post Doc
- 2000년 4월 ~ 현재 : LG전자 디지털 미디어 연구소 책임연구원
- 주관심분야 : 비디오코딩, 영상처리, 병렬처리