

비디오 비트율 제어를 위한 적응적 모델 기반의 양자화 변수 결정 방법

정회원 김 선 기*, 호 요 성**

Adaptive Model-Based Quantization Parameter Decision for Video Rate Control

Seonki Kim*, Yo-Sung Ho** *Regular Members*

요 약

비트율 제어는 채널 용량이나 프레임율과 같은 제한 조건에서 더 좋은 화질을 제공하기 위해 비디오 부호화에 있어서 필요한 구성 요소이다. 일반적으로 양자화 변수를 결정할 때 양자화가 수행될 데이터를 단일 분포로 가정하면, 실제 데이터의 분포를 지나치게 간략화하게 되는 문제가 발생할 수 있으며, 이는 이동통신 환경과 같이 전송 대역의 제약이 심한 상황에서 부호화 효율을 떨어뜨리는 원인이 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 소스 분포를 일반화된 가우시안 분포(Generalized Gaussian Distribution)를 이용하여 정의하고, 각각의 분포 특성을 나타내는 모양 변수를 결정하여 일반화된 가우시안 분포의 비트율-왜곡 함수에 기반을 둔 양자화 변수 결정 모델을 설계한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 저 비트율 환경에서 우수한 성능을 제공하는 비디오 부호화 표준인 H.264 비디오 코덱에 구현하여 MPEG-2 TM5 및 H.263 TMN8과 그 성능을 비교한다.

Key Words : Rate Control, Quantization Parameter, Generalized Gaussian Distribution

ABSTRACT

The rate control is an essential component in video coding to provide better quality under given coding constraints, such as channel capacity, frame rates, etc. In general, source data cannot be described as a single distribution in a video coding, hence it can cause an exhaustive approximation problem. It drops a coding efficiency under weak channel environments, such as mobile communications. In this paper, we design a new quantization parameter decision model that is based on a rate-distortion function of generalized Gaussian distribution. In order to adaptively express various source data distribution, we decide a shape parameter by observing a ratio of samples, which have a small value. For experiment, the proposed algorithm is implemented into H.264/AVC video codec, and its performance is compared with that of MPEG-2 TM5, H.263 TMN8 rate control algorithm. As shown in simulation results, the proposed algorithm provides an improved quality rather than previous algorithms and generates the number of bits closed to the target bits.

I. 서 론

최근 통신 기술의 발전은 멀티미디어 기술들의 응용

에 있어서 빠른 속도의 변화와 확장을 이끌고 있다. 특히, 멀티미디어 데이터의 전송에 있어 기존의 저장 장치 및 유선 네트워크에서 벗어나, 이동통신 환경에서의 응

※ 본 연구는 광주과학기술원 실방방송연구센터(RBRC)를 통한 정보통신부 대학IT연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국 21(BK 21) 정보기술사업단 지원으로 수행되었음.

* LG 전자 (seonki@lge.com), ** 광주과학기술원 정보통신공학과 (hoyo@gist.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-01-029, 접수일자 : 2007년 1월 25일, 최종논문접수일자 : 2007년 4월 2일

용으로 그 범위가 확대되고 있다. 이와 같은 이동통신 기술의 발전으로 인해 이동 단말기들은 과거의 음성 통화나 SMS(Short Message Service)와 같은 단조로운 서비스에서 벗어나, MMS(Multimedia Message Service) 및 멀티미디어 콘텐츠들의 스트리밍 서비스를 비롯하여, 최근 전세계적으로 수요가 증가하고 있는 영상전화(video telephony) 및 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)와 같은 다양한 서비스를 제공하여 우리의 생활 속에서 더욱 가까워지고 있다. 그러나 이러한 서비스들을 위해 사용되는 통신 채널의 대역폭은 매우 제한적이다. 현재의 영상전화의 경우, 64kbps의 통신대역폭을 이용하나, 음성을 위한 8kbps를 제외하고, 56kbps 정도만이 실제 비디오 데이터를 위해서 사용가능하다. 따라서 낮은 비트율을 제공하는 채널상황에서도 높은 비디오 부호화 효율을 제공하기 위한 비디오 압축 기술의 개발이 요구되었다.

ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG에 의해 공동으로 개발된 H.264/MPEG-4 AVC 비디오 부호화 표준은 기존의 비디오 부호화 표준들보다 높은 부호화 효율을 제공한다^[1]. 이는 이동통신 환경과 같이 낮은 채널 대역폭을 제공하는 저 비트율 환경에 적합하다. 특히, 저 비트율 환경에서는 부호화의 효율성이 더욱 중요하고, 높은 부호화 효율을 얻기 위해서는 보다 비트율 제어를 신중하게 고려하여야 한다. 비트율 제어의 목적은 영상의 품질과 제약된 채널의 용량 사이의 균형을 조절하여 가장 좋은 부호화 성능을 제공함에 있다. 따라서 이동통신 환경에서의 응용을 위해서는 그에 적합한 비트율 제어 알고리즘이 요구된다.

일반적인 비트율 제어는 크게 두 부분으로 구성된다. 프레임 수준에서의 목표 비트수를 할당하기 위한 부분과 양자화 변수를 결정하는 부분이다. 본 논문에서는 비디오 부호화에 있어서 비트율 제어의 성능을 향상하기 위한 양자화 변수 결정 방법을 제안한다. 제안한 양자화 변수 결정 방법은 데이터 분포의 특성을 고려하여 최적의 양자화 변수를 결정하기 위하여 비트율-양자화 모델을 설계하고, 해당 모델로부터 양자화 변수를 결정한다. 최적의 모델 설계를 위해 입력 데이터의 분포를 나타내는 모양 변수의 값을 인접한 프레임 간의 대응하는 매크로블록들의 차이로부터 결정한다. 이전 매크로블록의 목표 비트수와 발생 비트수, 그리고 현재 가용한 비트수들을 고려하여 모델 변수를 결정한다. 제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 H.264/MPEG-4 AVC 비디오 코덱에 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 기반으로 하고 있는 일반화된 가우시안 분포(generalized Gaussian distribution)에 대해서 기술한다. 3장에서는 제안한 양자화 변수 결정 방법에 관하여 설명하고, 4장에서는 제안한 방법의 성능을 비교하여 보인다. 마지막으로 5장에서는 본 논문에 대한 결론과 의의를 기술한다.

II. 일반화된 가우시안 분포

비디오 신호를 효율적으로 압축 부호화하기 위해 입력 데이터의 분포를 적절히 표현하려는 많은 연구가 수행되고 있다. 특히, 양자화 및 부호화의 경우에 있어서 모델 설계를 통한 접근 방식은 일반적으로 데이터의 통계적인 특성에 의존한다. 기존의 소스 데이터의 통계적 확률 모델을 이용한 비트율 제어 방법들에서는 소스 데이터의 특징을 Laplacian 분포로서 해석하여 문제를 해결하고자 하였다^[2,3].

일반적으로, DPCM을 이용하여 양자화가 수행된 데이터는 Laplacian 분포의 형태로서 표현될 수 있다. 비록 Laplacian 분포가 차분 데이터를 표현하기 위한 통계적 모델로서 일반적으로 사용이 가능하지만, 실제의 데이터는 단일 분포 모델로서 그 특징이 완벽하게 정의될 수 없다. 이는 블록 정합(block matching)의 결과가 항상 최적의 경우를 제공하지 않기 때문이다. 따라서 단일 모델을 이용하여 소스 모델을 정의할 경우, 지나친 간략화에 따른 데이터 왜곡의 원인이 될 수 있다.

따라서 소스 데이터의 분포를 적응적으로 나타내기 위해서 일반화된 Gaussian 분포(generalized Gaussian distribution)를 이용한 연구가 진행되고 있다. 일반화된 가우시안 분포는 다양한 분포들을 모양 변수의 정의를 통해 정의할 수 있으며, 균등 분포(uniform distribution), Gaussian 분포, Laplacian 분포는 GGD를 이용하여 쉽게 표현할 수 있는 특수한 분포들이다^[4]. 소스 데이터에 대한 가장 적합한 확률밀도함수는 데이터의 표준편차와 모양변수에 의해 결정된다. 식 (1)은 일반화된 Gaussian 분포를 정의한다.

$$p(x) = \frac{\beta \cdot \gamma \cdot e^{-(\gamma|x|)^\beta}}{2\Gamma(1/\beta)}, \gamma = \frac{1}{\sigma} \sqrt{\frac{\Gamma(3/\beta)}{\Gamma(1/\beta)}} \quad (1)$$

$\beta=2$, $\gamma=\sqrt{2}$ 이면, 일반화된 Gaussian 분포는 표준 Gaussian 분포를 나타낸다. 만약 $\beta=1$, $\gamma=1/\lambda$ 이

면, 일반화된 Gaussian 분포는 Laplacian 분포를 나타낸다. β 가 0에 가까운 값을 가질수록, $p(x)$ 는 0이 아닌 분산을 갖는 임펄스 함수가 되고, β 가 무한대로 커질수록 분산 σ^2 를 갖는 균등 분포를 나타낸다. 따라서 β 가 증가하면 일반화된 Gaussian 분포는 평평해지고, β 가 작아지면 일반화된 Gaussian 분포는 임펄스와 같은 형태를 나타낸다.

III. 제안한 양자화 변수 결정방법

3.1 비트율-양자화 모델

우선 비트율-양자화 모델을 정의하기 위해 식 (1)의 일반화된 Gaussian 분포의 비트율-왜곡 함수에 대해 고려한다.

$$R = \frac{1}{\gamma} \log_2 \left(\frac{\sigma^\beta}{D} \right) \quad (2)$$

식 (2)에서 β 는 모양변수로서 분포의 기울기를 결정하고, γ 는 모델 변수를 의미하고, 이는 모양변수와 입력의 표준편차에 따라 결정된다. 소스 분포의 특성에 따라 적절한 양자화 변수가 결정이 되어야 하므로, 분포의 형태를 올바르게 결정하기 위한 모양변수의 선택이 매우 중요하다.

비트율-양자화 모델을 설계하는데 있어서 양자화 변수에 의해 발생하는 왜곡의 정도에 대해 고려해야 한다. 실제 왜곡의 정도는 양자화 변수 값이 증가함에 따라 그 크기가 증가한다. 실제 원 데이터와 양자화후, 복원된 데이터의 차이에 따른 왜곡을 다음의 식 (3)과 같이 정의한다.

$$D = c \cdot Q^2 \quad (3)$$

c 는 왜곡 변수로서 양자화 변수에 따른 왜곡의 발생 정도를 가리킨다. 만약, 큰 왜곡 변수 값이 되면 내 중요 영역에 대해 적용되면, 해당 영역에 대해 보다 개선된 화질을 제공할 수 있다. 식 (2)와 식 (3)으로부터 다음과 같은 비트율-양자화 모델이 얻어진다.

$$Q = \sqrt{\frac{\sigma^\beta \cdot 2^{-\gamma R}}{c}} \quad (4)$$

식 (3)에 정의된 왜곡 파라미터는 매크로블록 수준에서 다음과 같이 계산된다.

$$c = \frac{\alpha}{3}, \alpha = \begin{cases} \frac{B_T}{\sigma \times 256N}, & \frac{B_T}{256N} < \frac{1}{2} \\ 1, & o.w. \end{cases} \quad (5)$$

B_T 는 프레임에 할당된 목표 비트수를, N 은 프레임내의 매크로블록 수를 나타낸다.

3.2 변수 결정

3.2.1 모양변수 결정

모양변수는 분포의 형태를 결정하는 중요한 변수이다. 그러나 정확한 소스 분포를 표현하기 위한 필요한 모양변수를 결정하기 위해 제안된 기존의 방법들은 높은 연산량을 요구한다. 이러한 문제들을 해결하기 위해, 낮은 연산량을 갖는 최적의 모양 변수 결정 방법들이 연구되고 있다^{5,6}. 본 논문에서는 적은 연산량으로 적합한 모양변수를 결정할 수 있는 방법을 제안한다.

일반적으로 인접한 영상들은 유사하다는 특성에 기반하여, 이전에 부호화된 영상과 부호화되기 위한 영상간의 차이를 고려하여 모양변수를 결정한다.

$$\beta = \begin{cases} 1, & \omega > 0.9 \\ 2, & \omega < 0.7 \\ 2 - 3.3(\omega - 0.6), & 0.7 \leq \omega \leq 0.9 \end{cases} \quad (6)$$

$$\omega = \frac{1}{256} \sum_{i=1}^{256} v(i), v(i) = \begin{cases} 1, & |x - \hat{x}| < 2 \\ 0, & o.w. \end{cases}$$

식 (6)에서 x 와 \hat{x} 는 각각 현재 프레임과 참조 프레임의 대응하는 샘플들을 가리킨다. 본 연구에서는 대응하는 매크로블록에서 샘플들의 차이가 2 미만의 샘플들에 대한 비율이 90% 이상이면, 모양변수 β 값을 1로 설정하고 그 분포를 Laplacian 분포로 가정한다. 만약 비율이 70% 미만이면, Gaussian 분포로 가정하고 모양변수 β 의 값을 2로 설정한다. 그 밖의 경우에 대해서는 모양변수의 값을 1과 2 사이의 값으로 결정한다.

3.2.2 모델 변수의 결정 및 갱신

각 매크로블록을 부호화한 후에, 다음에 부호화될 매크로블록을 위해 사용할 모델 변수 γ 를 계산한다. 이는 이전에 부호화된 정보들에 기반하여 결정한다. RT를 부호화된 매크로블록에 대한 목표 비트수, RA를 실제 발생 비트수라고 하자. 식 (4)의 비트율-양자화 모델은 비트수와 사용된 양자화 변수와의 관계를 나타낸다. 따라서 이론적으로 RT와

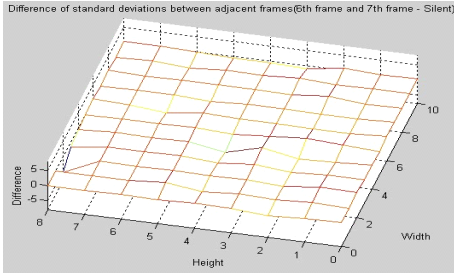


그림 1. 참조 프레임과 현재 프레임간의 대응하는 매크로블록들의 상관관계

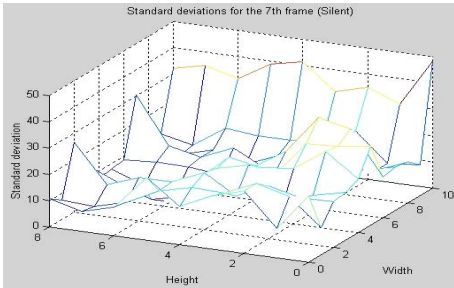


그림 2. 현재 프레임의 매크로블록과 인접한 매크로블록들 사이의 상관관계

RA는 제안한 비트율-양자화 모델에 의해 식 (7)과 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다. 모델 변수는 이 목표 비트수와 실제 발생 비트수의 관계를 고려하여 구한다.

$$R_T = \frac{K}{\gamma(j-1)} \log_2 \left(\frac{\sigma_E^\beta}{c \cdot Q^2} \right) \quad (7)$$

$$R_A = \frac{K}{\gamma(j)} \log_2 \left(\frac{\sigma_A^\beta}{c \cdot Q^2} \right) \quad (8)$$

여기서 K는 매크로블록에 있는 샘플들의 수를 나타낸다. 양자화 변수는 매크로블록의 단위로 결정 되고, 하나의 매크로블록의 크기는 16x16이므로 K의 값은 256이 된다. H.264 비디오 부호화에서는 비트율-왜곡 최적화로 인해 소스 데이터에 대한 통계적 특성을 얻을 때, 인과성 문제가 발생한다. 따라서 이전 부호화 정보들에 기반하여 현재 매크로블록에 대한 표준편차 값을 예측한다. 예측한 표준편차와 실제 표준편차는 매우 유사한 값을 갖는다고 가정하고, 식 (7)과 식 (8)에서는 같은 표준편차를 사용한다. $\gamma(j-1)$ 은 현재 매크로블록을 부호화하기 위해 사용된 모델 변수이고, $\gamma(j)$ 는 다음에 부호화할 매크로블록을 위해 사용될 모델 변수이다.

$$R_T - R_A = \left(\frac{1}{\gamma(j-1)} - \frac{1}{\gamma(j)} \right) \cdot K \cdot A \quad (9)$$

$$\leftrightarrow \frac{1}{\gamma(j)} = \frac{1}{\gamma(j-1)} - \frac{1}{A} \left(\frac{R_T - R_A}{K} \right)$$

식 (9)에서 $\frac{1}{\gamma(j-1)} - \frac{1}{A} \left(\frac{R_T - R_A}{K} \right)$ 을 T라고 정의하면 식 (10)과 같이 정리된다.

$$\gamma(j) = \frac{1}{T}, \quad A = \log_2 \left(\frac{\sigma^\beta}{c \cdot Q^2} \right) \quad (10)$$

3.2.3 양자화 변수 계산

마지막으로 설계한 비트율-양자화 모델을 이용하여 양자화 변수를 결정한다. 식 (4)의 비트율-양자화 모델과 계산된 변수 값들로부터 부호화시에 사용할 양자화 변수 값을 계산한다. 계산된 양자화 변수 값은 가장 가까운 값을 갖는 정수 값으로 결정한다.

$$QP^* = \begin{cases} QP - 2, & \text{if } (QP - QP_{prev}) < -2 \\ QP + 2, & \text{if } (QP - QP_{prev}) > 2 \\ QP, & \text{o.w.} \end{cases} \quad (11)$$

결정된 양자화 변수 값을 바로 이용할 경우, 지나친 양자화 변수 값의 변화에 따라, 인접한 매크로블록 사이의 지나친 화질 차이로 인한 영향이 발생할 수 있다. 이를 보정하기 위해, 양자화 변수를 식 (11)과 같이 ± 2 의 범위내로 제한한다. 식에서 QP_{prev} 는 이전 매크로블록의 양자화 변수 값을 가리키고, QP^* 는 현재 매크로블록을 위해 최종적으로 얻어진 양자화 변수 값이 된다.

IV. 실험 결과

4.1 실험 환경

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 우수한 부호화 효율을 갖는 H.264 비디오 코덱에 구현하여 실험을 수행하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 실험 환경은 H.264 비디오 부호화 표준에 명시된 기본 프로파일(baseline profile)에 기초하였다. 표 1은 제안한 알고리즘의 실험 조건이다.

H.264 비디오 부호화 표준에 명시한 기본프로파일은 I-프레임과 P-프레임의 부호화에 대해서만 그 부호화를 정의한다. 따라서 제안한 알고리즘에 대한

표 1. 실험 조건

RDO	On
GOP 구조	IPPP
부호화 심볼 모드	CAVLC
움직임 벡터 검색 범위	32
참조 프레임의 수	1

성능평가를 위한 실험은 IPPP의 형식을 갖는 GOP 구조에 대해 수행하였다. I-프레임에 대해서는 일반적으로 모든 경우에 있어서 보편적으로 적용이 가능하고 Empirical하게 설계된 MPEG-2 TM5 비트율 제어 알고리즘에 따른 양자화 변수 결정법을 이용하였다. P-프레임들에 대해서는 제안한 양자화 알고리즘을 통하여 양자화 변수를 결정하였다.

4.2 H.264 비트율-왜곡 최적화 및 제약조건

4.2.1 인과성 문제

H.264 비디오 표준에서는 부호화 효율을 높이기 위해 Lagrangian 최적화 방법에 기반한 비트율-왜곡 최적화를 사용한다. H.264에서는 Lagrangian multiplier의 값을 식 (12)와 같이 정의하여 구한다.

$$\lambda = 0.85 \times 2^{QP/3} \quad (12)$$

식 (12)를 보면, Lagrangian multiplier(λ)를 계산하기 위해서는 양자화 변수 값이 필요하다. 그러나 Lagrangian multiplier의 계산은 H.264 비디오 부호화 과정의 초기단계에서 이루어진다. 양자화 변수의 결정을 위해 필요한 데이터 특성은 그림 3에서 보이는 것과 같이 Lagrangian multiplier를 계산한 이후의 과정에서 구할 수 있다. 따라서, 실제적인 데이터의 표준편차 값을 직접적으로 구하여 이용할 수 없는 문제가 발생한다. 이는 인과성 문제 혹은 chicken-and-egg 문제로서 나타나게 된다. 따라서 H.264 비디오 부호화기에 제안한 알고리즘을 적용하기 위해서는, 인과성 문제를 해결하기 위한 표준편차 값을 예측하는 방법이 요구된다.

4.2.2 표준편차 예측

식 (4)의 비트율-양자화 모델에 기반하여 양자화 변수를 결정하기 위해서 양자화가 수행될 매크로블록에 대한 표준편차를 구해야 한다. 일반적인 비디오 부호화 과정에서 양자화가 수행될 데이터는 움직임 예측이 수행된 후에 얻어진다. 그러나 H.264

에서 사용하는 비트율-왜곡 최적화는 움직임 예측 및 움직임 보상 과정이 수행되기 전에 양자화 변수의 결정을 요구한다. 따라서 미리 양자화가 수행될 데이터의 특성인 표준편차를 예측하여야 한다. 이러한 문제는 Inter 16x16 모드의 매크로블록 부호화 모드를 제외한 모든 경우들에 대해서 발생한다.

그림 1은 현재 프레임과 참조 프레임에서 대응하는 매크로블록들의 실제 표준편차 값에 대한 시간적인 상관관계를 보이고, 그림 2는 프레임내의 인접한 매크로블록들 사이의 표준편차 값에 대한 공간적인 상관관계를 보인다. 그림에서 인접한 프레임간의 대응하는 매크로블록들에 대한 표준편차 값들의 시간적 상관관계가 프레임 내 매크로블록들의 표준편차 값들에 대한 공간적 상관관계보다 더 높음을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 참조 프레임과 현재 프레임에 대한 관계를 고려하여 예측 표준편차 값을 결정한다.

$$\sigma = \begin{cases} 1.1 \times \sigma_p, \frac{\sigma_c^L + \sigma_c^T}{2} > 1.1 \times \sigma_p \\ 0.9 \times \sigma_p, \frac{\sigma_c^L + \sigma_c^T}{2} < 0.9 \times \sigma_p \\ 6 \times \sigma_p + 2 \times (\sigma_c^L + \sigma_c^T), o.w. \end{cases} \quad (13)$$

식 (13)은 양자화가 수행될 현재 매크로블록에 대해 예측된 표준편차를 구하기 위한 식이다. 식에서 보이는 것과 같이 단순히 이전 참조 프레임의 대응하는 매크로블록에 대한 값만을 고려하지 않고, 공간적인 상관관계도 부분적으로 고려한다. 여기서 σ_p 는 현재 매크로블록과 대응하는 이전에 부호화된 프레임의 매크로블록에 대한 표준편차이고, σ_c 와 σ_{Lc} 는 각각 α 의 위쪽과 왼쪽에 위치한 매크로블록의 표준편차를 가리킨다.

4.2.3 성능 평가

본 논문에서는 MPEG-2 TM5^[7]와 H.263 TMN8^[8]의 비트율 제어 알고리즘들을 제안한 알고리즘과 함께 H.264/MPEG-4 AVC 코덱에 구현하였다. 기존의 알고리즘들과 더불어, H.264 표준을 위해 Siwei가 제안한 비트율 제어 알고리즘과도 성능을 비교하였다^[9]. 실험을 위해 QCIF 포맷의 Foreman, News, Silent, 그리고 MAD (Mother and Daughter) 시퀀스 영상들을 이용하였다. 또한 실험 목표 비트 수는 32, 48, 64kbps의 저 비트율 환경을 고려하였고, 프레임율은 10fps를 사용하였다.

표 2. 목표 비트수와 발생 비트수의 비교 (kbps)

실험 영상	목표 비트수	발생 비트수	차이
Foreman	32	32.08	0.08
Silent	48	48.06	0.06
News	32	31.83	0.17
MAD	48	48.34	0.34

표 3. 제안된 방법과 기존 방법들의 PSNR 비교 (dB)

실험 영상	목표 비트수	제안한 방법	Siwei's Alg.	H.263 TMN8
Foreman	32	32.89	32.01	31.73
Silent	48	35.64	34.90	34.31
News	32	34.49	33.48	33.00
MAD	48	40.04	39.57	38.50

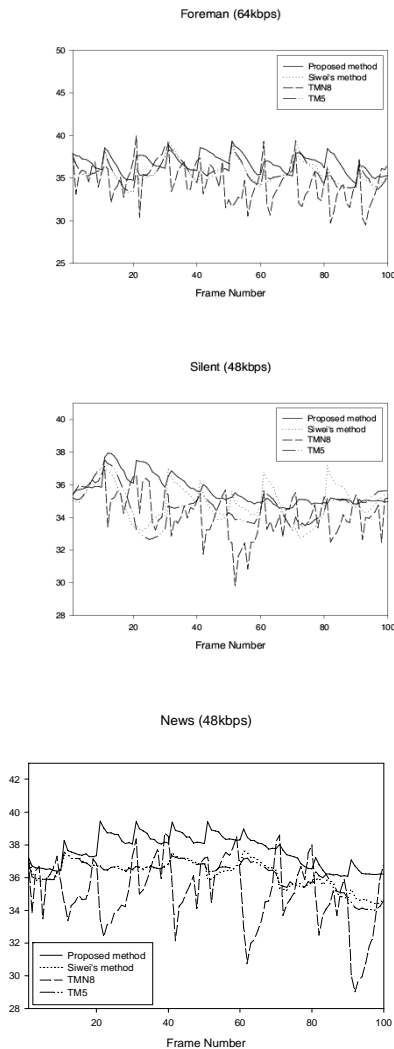


그림 4. PSNR 변화 그래프
Foreman(64kbps), Silent(48kbps), News(48kbps), QCIF

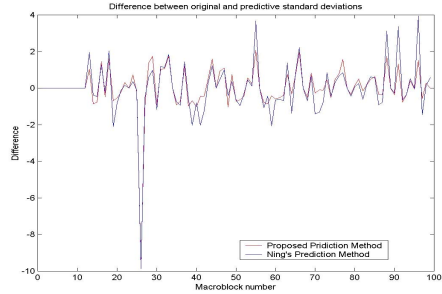


그림 5. 표준편차 예측 결과 비교

표 2는 제안한 알고리즘이 목표 비트수를 기준으로 $\pm 1\%$ 이내의 오차 범위 안에서 목표 비트수에 가까운 발생 비트수를 생성함을 보인다. 더불어 표 3은 제안한 알고리즘과 기존 방법들의 PSNR 차이를 보인다. 표에서 확인할 수 있듯이, 제안한 알고리즘을 사용하여 양자화 변수를 결정하는 경우, 기존의 방법들보다 우수한 객관적 화질 향상을 보임을 알 수 있다. 또한 제안한 알고리즘이 다른 알고리즘들과 비교하여 같은 목표 비트수에서 1dB 정도의 향상된 화질을 제공함을 알 수 있다. 그림 4는 제안한 알고리즘에 대한 프레임 별 PSNR 변화 그래프를 보인다. 제안한 알고리즘의 프레임 간 PSNR 변화가 적음을 알 수 있고, 더불어 전체적으로 다른 비트율 제어 알고리즘들에 비해 향상된 화질을 제공함을 알 수 있다. 그림 5는 제안한 표준편차 예측 방법을 통해 얻어진 예측된 표준편차와 실제 표준편차와의 차이를 보인다. 그림 5에서 알 수 있듯이, 제안한 알고리즘을 통해 실제 값과 비슷한 표준편차 값을 예측하여 얻을 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서는 H.264 비디오 압축 표준의 부호화 효율을 높이기 위해 발생 비트수와 양자화 변수 사이의 관계를 고려한 모델 기반의 양자화 알고리즘을 제안하였다. 제안된 비트율-양자화 모델은 일반화된 Gaussian 분포의 비트율-왜곡 함수를 모양 변수를 통해 양자화가 수행될 데이터의 특성을 적응적으로 반영하였다. 모양변수는 참조 프레임의 해당 매크로블록과의 차이를 고려하여 결정하였다. 그리고 RDO의 사용에 따른 데이터 통계 특성을 예측하였고, 이는 실제의 값과 매우 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 기존의 비트율 제어 알고리즘들과의 비교 실험을 통해, 제안한 알고리즘이 목표 비트수에

가까운 발생 비트수를 생성하고 기존의 알고리즘들보다 향상된 부호화 효율을 제공함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, "Study of Final Committee Draft of Joint Video Specification," Doc. JVT-F100, Dec. 2002.
- [2] L.-J Lin and A. Ortega, "Bit-Rate Control Using Piecewise Approximated Rate-Distortion Characteristics," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 4, pp. 446-459, Aug. 1998.
- [3] Z. He and S.K. Mitra, "A Linear Source Model and a Unified Rate Control Algorithm for DCT Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 12, no. 11, pp. 970-982, Nov. 2002.
- [4] E.Y. Lam and J.W. Goodman, "A Mathematical Analysis of the DCT Coefficient Distribution for Images," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, no. 10, pp. 1661-1666, Oct. 2000.
- [5] B. Aiuzzi, L. Alparone, and S. Baronti, "Estimation Based on Entropy Matching for Generalized Gaussian PDF Modeling," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 6, no. 6, pp. 138-140, June 1999.
- [6] G. S. Yovanof and S. Liu, "Statistical Analysis of the DCT Coefficients and Their Quantization Error," *Conference on the Thirtieth Asilomar*, Vol. 1, pp.601-605, Nov. 1996.
- [7] MPEG-2, MPEG-2 Test Model 5(TM5) Doc. ISO/IEC/ JTC1/SC29/WG11/N0400, Test Model Editing Committee, Apr. 1994.
- [8] ITU-T SG16 Video Coding Experts Group, Video Codec Test Model, Near-Term Version 8 (TMN8), Sep. 1997.
- [9] S. Ma, W. Gao, O. Gao, and Y. Lu, "Rate Control for Advanced Video Coding Standard," *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, vol. 2, pp. 892-895, May 2003.

김 선 기 (Seonki Kim)

정회원



2002년 2월 강원대학교 정보통신공학과 학사
 2004년 8월 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
 2004년 9월~현재 LG전자 <관심분야> 멀티미디어 시스템, 영상신호처리 및 압축

호 요 성 (Yo-Sung Ho)

정회원



1981년 2월 서울대학교 전자공학과 학사
 1983년 2월 서울대학교 전자공학과 석사
 1989년 12월 Univ. of California, Santa Barbara, Department of Electrical and Computer Engineering, 박사
 1983년 3월~1995년 9월 한국전자통신연구소 선임 연구원
 1990년 1월~1993년 5월 미국 Philips 연구소, Senior Research Member
 1995. 9~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
 <관심분야> 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV와 고선명 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송