

# H.264 비디오 부호화 표준을 위한 비트율 제어 알고리즘

김선기, 호요성

광주과학기술원 정보통신공학과

## A Rate Control Algorithm for the H.264 Video Coding Standard

Seon-Ki Kim and Yo-Sung Ho

Kwangju Institute of Science and Technology (K-JIST)

E-mail: {sunkee, hoyo}@kjist.ac.kr

### 요약

비디오 부호화기에서는 채널의 용량과 같은 주어진 제약 조건을 만족하면서 좋은 화질을 얻기 위해 비디오 부호화시 적절한 양자화 변수를 결정해야 한다. 본 논문에서는 H.264 비디오 부호화 표준에서 높은 압축 효율을 얻기 위해 비트율 왜곡 모델에 기반한 새로운 비트율 제어 알고리즘을 제안한다. 특히, 부호화될 매크로블록의 특성과 이전에 부호화 된 매크로블록의 발생 비트수를 고려하여, 제안한 비트율 모델을 통해 양자화 변수 값을 결정한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 목표 비트수에 가깝고, 기존의 방법보다 개선된 화질을 제공한다.

### 1. 서론

멀티미디어 데이터의 전송이 보편화 되면서 제한된 용량의 채널을 통해 더 많은 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 압축 알고리즘이 계속 개발되고 있다. 특히 비디오 데이터의 경우는 다른 멀티미디어 데이터에 비해 더 많은 정보량을 가지고 있다. 그러나 전송해야 할 데이터양의 증가에 비해 채널의 용량 및 저장 장치의 용량은 제한이 되어 있다. 따라서 보다 높은 부호화 효율을 제공하는 비디오 부호화 표준의 개발이 요구되었고, 그에 따라 국제 표준화 기구들은 MPEG 및 H.26x 시리즈의 비디오 부호화 표준들은 개발했다. 그 중에서 가장 최근에 개발된 비디오 부호화 표준은 ITU-T 산하 비디오 표준화 단체인 VCEG와 ISO/IEC 산하 비디오 부호화 표준화 단체인 MPEG이 공동으로 개발한 H.264 비디오 부호화 표준이다.

비디오 부호화는 크게 예측 부호화와 가변 길이 부호화 방식으로 구성된다. 예측 부호화의 정확도를 높일 수 있다면, 양자화를 통해 손실되는 정보의 양을 줄일 수 있기 때문에, H.264에서는 가변 블록 크기의 움직임 예측/보상 기술과 다중 참조 프레임 기술들을 표준으로 포함하였다. 이러한 기술들은 예측 오류를 줄이고, 압축 효율을 높이는 효과를 제공한다. 그러나 양자화 과정에

서 사용하는 양자화 변수의 값에 따라 왜곡의 정도와 발생 비트량의 양이 달라진다. 따라서 적절한 양자화 변수의 사용은 주어진 제한 조건들하에서 최적의 화질을 제공하기 위한 문제와 직결된다.

양자화 과정은 크게 프레임 수준에서의 비트율 할당 알고리즘과 매크로블록 수준에서 양자화 변수를 적용하여 양자화를 수행하는 두 가지 단계로 나뉜다. 프레임 수준에서 비트율을 할당하는 방법들 중에 가장 일반적으로 사용되는 알고리즘은 MPEG-2 TM5에서 사용하는 방식이다[1]. 양자화 변수를 결정함에 있어서, 많은 알고리즘들이 개발이 되었다. 비트율-왜곡 모델에 기반하여 비트율을 제어하는 알고리즘들은 실제 일어날 상황에 대한 근사화(approximation)를 통하여 비트율과 양자화 변수 사이의 관계를 고려한다[2, 3]. 그리고 모델 변수들은 이전에 부호화된 정보들에 기반하여 예측을 통해 그 값을 구한다. 이는 예기치 못한 프레임 버림(dropping)의 발생을 야기할 수 있다.

실제 응용에 있어서 MPEG-4 표준의 경우, 비트율-왜곡 모델로부터 얻어진 비트율-양자화 모델(Q2 Model)을 사용한다[4]. MPEG-2 TM5에서는 가상 버퍼의 충만도와 매크로블록들의 활동성(activity)를 고려하여 양자화 변수를 결정하는 알고리즘을 사용한다.

본 논문에서는 양자화 오류가 발생할 데이터의 특성을 이용한 비트율-왜곡 모델 기반의 비트율 모델을 제안하고, 매크로블록별 특성과 발생 비트량을 고려하여 양자화 변수를 구하는 비트율 제어 알고리즘을 제안한다.

### 2. H.264 비디오 부호화 표준

H.264 비디오 부호화는 기존의 비디오 부호화 표준들보다 향상된 압축 효율의 획득을 그 목적으로 한다. 첫 번째로 다양한 크기의 블록을 이용한 가변 블록 크기의 움직임 예측/보상을 수행한다. 4x4 크기까지의 블록을 사용한 예측과 더불어 16x8과 8x16, 8x4와 4x8의 비정사각형 모양의 블록들을 이용한 예측도 수행한다. 이는 계산상의 높은 복잡도를 요구하지만, H.264에서는 이를

고려하지 않고, 오직 최고의 부호화 효율만을 고려한다. 그리고 인트라 예측에서도 1/8 샘플 수준까지의 예측을 수행하고, 예측을 위해 사용할 참조 프레임의 수를 바로 이전 프레임에 국한하지 않고, 더 많은 참조 프레임을 이용하여 예측을 수행하는 다중 참조 프레임의 기술도 제공한다. 이러한 기술들의 목적은 예측 부호화를 높여, 양자화를 통해 손실되는 잔여 데이터들을 최소화하고자 하는데 있다.

현재 H.264 테스트 모델에 구현되어있는 비트율 제어 알고리즘은 Siwei[9]에 의하여 제안된 방법이다. 이 알고리즘은 전체적으로 MPEG-2 TM5를 기반으로 한다. Siwei의 알고리즘은 2가지로 나뉜다. 하나는 단일 패스 모드로 가상 버퍼의 충만도를 통하여 양자화 변수를 결정하는 방법이고, 다른 하나는 비트율-왜곡 최적화를 고려하여 가상 버퍼의 충만도로부터 양자화 변수를 구하는 알고리즘이다.

### 3. 제안한 비트율 제어 알고리즘

#### 3.1 비트율 모델

양자화 과정을 통한 정보의 손실은 원 영상과 예측 부호화를 통해 얻어진 예측 영상과의 차이에 대한 잔여 데이터들에 대해서 발생한다. 본 논문에서는 양자화 변수를 결정할 때, 잔여 데이터들의 분포 특성에 기반하여 얻어진 비트율-왜곡 모델을 이용한 비트율 제어 알고리즘을 제안한다. 예측 부호화를 통해 얻어진 영상과 원 영상과의 차이에 대한 잔여 데이터들은 0의 값 근처에 집중하는 분포를 갖는다. 한 화면 내 발생하는 잔여 데이터들을 확률 변수  $X$ 라 하면, 잔여 데이터들의 확률 밀도 함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$p_X(x) = \frac{\alpha}{2} e^{-\alpha|x|} \quad (1)$$

양자화 과정을 수행시 발생하는 왜곡을  $D$ 라 하고, 이를  $D = (S - S')$ 로 정의한다. 여기서  $S$ 는 양자화를 수행하기 전의 데이터이고,  $S'$ 은 양자화를 수행한 후에 복원된 값이다. Shannon은 연속 확률 변수에 대한 확률 밀도 함수와 차이 값의 절대값으로 정의한 왜곡에 대한 비트율-왜곡 모델의 하한선을 정의하였다[5, 8].

$$R(D) = h(x) - \log 2eD \quad (2)$$

따라서 확률 변수  $X$ 에 대한 비트율-왜곡 모델은 식 (3)으로 정리된다.

$$R(D) = \log\left(\frac{1}{\alpha D}\right) \quad (3)$$

양자화 과정에서 발생하는 손실은 양자화 변수의 크기와 관련이 있다. 다시 말해서, 양자화 변수의 의해 왜곡, 즉 손실의 정도가 결정이 된다. 높은 비트율하에서는 평균 왜곡이 균등 분포의 형태를 나타내며, 왜곡과 양자화 변수는  $D = Q^2/12$ 의 관계를 갖는다[6]. 그러나

낮은 비트율하에서는 평균 왜곡이 균등 분포를 갖지 않는다. 따라서 양자화 변수와 왜곡의 관계를 고려하여야 한다. 양자화 변수와 왜곡이  $D \propto Q$ 의 관계를 갖는다고 가정하자. 또한 이들 사이의 관계를 발생 비트량의 차이에 따른 왜곡 변수  $\rho$ 로서 다음과 같이 정의하자.

$$D = \rho \cdot Q \quad (4)$$

본 논문에서 제안하는 비트율 모델은 식 (3)과 식 (4)에 의해 다음과 같이 정리된다.

$$R(D) = \log\left(\frac{1}{\alpha \cdot \rho \cdot Q}\right) \quad (5)$$

식 (5)에서  $\alpha$ 는 모델 변수로써 이전에 부호화된 매크로블록들을 기반으로 하여 얻어진다.

#### 3.2 패턴 분류 알고리즘

매크로블록에 대한 양자화 변수를 결정할 때, 해당 매크로블록의 특성을 고려하여 그 영향을 반영하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 화면 내 매크로블록을 구성하는 화소들의 분포 특성을 이용하여 매크로블록들을 분류한 후에 같은 종류의 이전 매크로블록에 대한 부호화 결과와 바로 이전 매크로블록에 대한 부호화 결과를 고려하여 양자화 변수를 결정한다.

사람의 시각은 화면상의 윤곽선(edge)이나 비슷한 값의 화소들이 분포한 곳에 대한 변화의 민감도가 그렇지 않은 곳에 비해 더 높다. 또한 비슷한 값의 화소들이 분포한 부분, 즉 화소들이 균등 분포를 갖는 경우에도 구성하는 화소들의 밝기에 따라 그 시각적 민감도가 다르다[7]. 따라서 본 논문에서는 화면을 구성하는 매크로블록을 1) 윤곽선을 포함하는 매크로블록, 2) 매크로블록내 화소값들이 균등한 분포를 갖고, 그 평균값이 중간 범위의 값을 갖는 매크로블록, 3) 매크로블록내 화소값들이 균등한 분포를 갖고, 구성하는 화소들이 높거나 낮은 값으로 구성된 매크로블록, 그리고 4) 그 구성이 복잡한 매크로블록으로 나눈다. 이를 위해 사용하는 화면 정보는 휘도 영상을 기반으로 수행한다. 이는 사람의 눈은 색상보다 화면의 밝기에 대해 더 민감하기 때문이다.

부호화를 수행할 매크로블록에 대한 양자화 변수를 결정하기 전에 화소간의 경사도를 고려하여 윤곽선을 포함하는 블록인지, 아닌지를 구분한다. 이 작업을 수행하기 위하여 본 논문에서는 3x3 Sobel 마스크를 이용하여 필터링을 수행하였다. 식 (6)을 통해 얻어진 값은 Sobel 연산자를 이용하여 얻어진 매크로블록내 위치  $(x, y)$ 의 기울기를 의미한다.

$$\nabla f = \left[ (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3) \right] + \left[ (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7) \right] \quad (6)$$

여기서  $z$ 의 값은 Sobel 마스크에 의해 해당되는 매크로블록내 화소의 값이다. 아래의 그림 1은 Sobel 연산자를

보여주고 있다. 그림 1(a)는  $x$ 에 대한 기울기  $G_x$ 를 구하기 위한 Sobel 마스크이고, 그림 1(b)는  $y$ 에 대한 기울기  $G_y$ 를 구하기 위한 Sobel 마스크이다.

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(a)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(b)

그림 1. (a)  $G_x$ 를 구하기 위한 소벨 마스크, (b)  $G_y$ 를 구하기 위한 소벨 마스크

매크로블록내에 윤곽선의 존재 여부를 파악하기 위해서 Sobel 연산후의 매크로블록내 화소들 중 주위보다 밝은 값을 갖는 화소들의 수를 살핀다. 주위보다 큰 값을 갖는 화소의 수가 매크로블록의 한 변의 길이로 넘어서는 경우, 해당 매크로블록은 하나 혹은 그 이상의 영역으로 분할이 될 수가 있다. 따라서 매크로블록의 한 변의 길이를 경계값으로 하여, 만약 주변 값보다 큰 값의 화소의 수가 매크로블록의 한 변의 길이 이상일 경우, 해당 매크로블록을 윤곽선을 포함하는 매크로블록으로 분류하고, 해당 매크로블록들을 다시 윤곽선 매크로블록과 복잡한 매크로블록으로 나눈다. 만약 윤곽선을 포함하지 않는 매크로블록으로 분류가 될 경우, 해당 매크로블록을 앞에서 말한대로 매크로블록의 평균 값을 기준으로 하여 중간 값의 화소들로 구성된 매크로블록과 크거나 작은 평균 값을 갖는 매크로블록으로 나눈다. 아래의 그림 2(a)는 원 Akiyo 영상을 나타내고, 그림 2(b)의 패턴 지도는 Akiyo 영상에 대해 제안한 패턴 분류 방법을 적용하여 얻어진 결과이다.

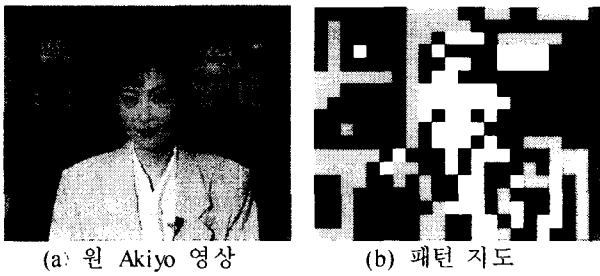


그림 2. 패턴 분석을 수행하기 전의 영상과 분석된 패턴들의 위치

여기서 검은색으로 표시된 매크로블록은 에지를 포함하는 매크로블록을 가리키고, 옅은 회색은 중간 값을 화소들을 갖는 균등 분포 매크로블록, 짙은 회색은 높거나 낮은 값의 화소들로 구성되고 균등 분포를 갖는 매크로블록을, 그리고 하얀 색은 복잡한 매크로블록을 가리킨다.

### 3.3 비트율 제어 알고리즘

비트율 제어는 크게 프레임 수준의 비트 할당 알고리즘

과 매크로블록 수준의 양자화 변수 결정 알고리즘으로 나뉜다. 본 논문에서는 프레임 수준의 비트 할당을 위해 JM6.1 테스트 모델에 구현된 Siwei의 비트 할당 알고리즘을 사용하였다. 이 알고리즘은 기본적으로 MPEG-2 TM5의 비트 할당 알고리즘을 그 기반으로 한다. 식 (7)은 본 논문에서 사용한 프레임의 종류에 따른 비트 할당 알고리즘이다.

$$\begin{aligned}
 T_I &= \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{N_p X_p}{K_p X_I} + \frac{N_B X_B}{K_B X_I}}, \frac{br}{8 \times f_r} \right\}, \\
 T_P &= \max \left\{ \frac{R}{N_p + \frac{N_B K_p X_B}{K_B X_p}}, \frac{br}{8 \times f_r} \right\}, \\
 T_B &= \max \left\{ \frac{R}{N_B + \frac{N_p K_B X_p}{K_p X_B}}, \frac{br}{8 \times f_r} \right\},
 \end{aligned} \tag{7}$$

여기서  $T_I$ ,  $T_P$ ,  $T_B$ 는 각각 I 프레임, P 프레임, B 프레임에 할당할 비트 수를 나타내고,  $N_p$ ,  $N_B$ 는 GOP상에 남아있는 P-프레임과 B-프레임의 수를 가리킨다.  $K_p$ ,  $K_B$ 는 상수 값으로서 실험적으로 얻어지는 변수 값으로 각각 1.1과 1.5이다.  $X_I$ ,  $X_p$ ,  $X_B$ 는 각 프레임 사이의 복잡도를 나타낸다.  $br$ 과  $f_r$ 는 각각 목표 비트율과 프레임 변화율을 가리킨다.

현재 변수의 양자화 변수를 결정하기 위해서 모델 변수  $\alpha$ 를 결정해야 한다. 모델 변수는 이전에 부호화된, 현재 매크로블록과 같은 종류의 매크로블록의 모델 변수를 참조한다. 이전 모델 변수를  $\alpha_{prev}$ 라고 하면,  $\alpha_{prev}$ 는 식 (8)과 같이 구해진다.

$$\alpha_{prev} = \frac{2^{-R_a}}{\rho_{I,P,B} \cdot Q_{prev}} \tag{8}$$

식 (8)에서  $R_a$ 는 해당 매크로블록을 부호화할 때 실제 발생한 비트량이다.

계산된  $\alpha_{prev}$ 를 이용하여, 양자화를 수행할 매크로블록을 위한 초기 양자화 변수  $Q_{ini}$ 를 구한다. 그리고 이 양자화 변수를 조절하기 위한 적응 양자화 변수  $\Delta Q$ 를 구해야 한다. 앞서 계산된  $Q_{ini}$ 는 적정 양자화 변수가 아니라 가장 최근에 부호화된 같은 종류의 매크로블록으로부터 추정된 초기 양자화 변수값이다. 적응 양자화 변수값을 구하기 위해 본 논문에서는 2가지 요소를 고려한다. 이전에 부호화된 같은 종류의 매크로블록의 실제 발생 비트량과 현재 부호화할 매크로블록의 샘플 당 목표 비트수  $R_M$ 의 차이의 절대값을  $e_1$ 이라 하고, 바로 이전에 부호화된 매크로블록에 대해 발생한 비트수와 현재 매크로블록의 샘플 당 목표 비트 수를  $e_2$ 라고 하자. 바로 이전에 부호화된 매크로블록을 고려하는

이유는 비록 그 분류는 다르지만 인접 매크로블록간의 영향을 고려해야 하기 때문이다.

이 두 차이 비트 수  $R_g = |e_1 - e_2|$ 로부터 적응 양자화 변수  $\Delta Q$ 를 구한다. 이를 이용하여 현재 매크로블록을 위한 양자화 변수  $Q$ 를 식 (9)와 같이 구한다.

$$Q = Q_{ini} + (sign) \times \Delta Q \quad (9)$$

$sign$ 은 적응 양자화 변수에 대한 부호로서, 이전 매크로블록과의 초기 양자화 변수와의 차이,  $(Q_{prev} - Q_{ini})$  대한 부호를 취한다.

또한 왜곡 변수에 대한 영향을 고려하여야 한다. 왜곡 변수는 부호화된 프레임에 대한 왜곡 정도를 나타낸다. 왜곡 변수는 식 (10)에서와 같이 이전에 부호화된 같은 종류의 프레임에 대해 프레임에 할당된 목표 비트 수와 발생 비트 수의 차이를 이용하여 구한다.

$$X = X_{prev} \times 2^{-(R_g - R_a)} \quad (10)$$

또한 왜곡 변수는 각 프레임 타입에 따른 상한선과 하한선을 기준으로 그 안에서 변화한다. 본 논문에서 사용한 초기 왜곡 변수의 값은 I 프레임에 대해 0.9, P 프레임에 대해 0.95, 그리고 B 프레임에 대해 0.95를 사용하였다.

#### 4. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 실험을 위해 JM6.1 테스트 모델을 기반으로 구현하였다. 그리고 제안한 비트율 알고리즘에 대한 결과를 JM6.1 테스트 모델에 구현되어있는 단일 패스 모드의 Siwei의 알고리즘과 성능을 비교하였다. 실험에서 사용한 영상 시퀀스는 4:2:0 형식의 QCIF 크기의 Foreman, Silent, News, 그리고 Container, 네가지를 사용하였다. 초당 목표 비트수는 48 kbps로 설정하였고, 초당 프레임 변화율은 30 프레임/초로 하였다. 그리고 부호화를 위한 시퀀스 형식은 IPPP를 사용하였으며, 부호화를 수행한 프레임수는 150 프레임으로 하였다.

표 1. 제안한 알고리즘과 Siwei의 알고리즘에 대한 PSNR 값 및 초당 발생 비트수 비교표

실험 영상	PSNR 값 (dB)		발생 비트 수 (kbps)	
	제안한 알고리즘	Siwei의 알고리즘	제안한 알고리즘	Siwei의 알고리즘
Container	34.09	33.82	48.01	48.00
News	31.16	31.09	47.92	47.97
Foreman	29.51	29.54	48.08	48.01
Silent	31.27	31.17	48.25	47.93

표 1은 QCIF 크기의 Container, Silent, Foreman, News의 4가지 H.264 실험 영상 시퀀스에 대해 실험한 결과를 제안한 알고리즘을 사용했을 때와 JM6.1에 실험 모

델로 구현되어 있는 Siwei의 알고리즘을 사용했을 때의 결과를 PSNR 값과 초당 발생 비트 수를 비교하여 나타내었다. 부호화를 위해 주어진 조건들은 앞서 언급한 조건들과 동일하다. 비트율 제어의 목적은 좋은 화질을 제공함과 동시에 주어진 제한 조건들을 충족해야 한다. 제안한 알고리즘은 표 1에서 보이는 것과 같이 초당 발생하는 비트 수는  $\pm 0.5$  kbps 이내의 오차 범위 내에서 목표 비트 수에 가까운 비트 수를 발생한다. 그리고 PSNR 값의 경우, 제안한 알고리즘이 Siwei의 비트율 제어 방법보다 최대 0.2 dB정도 향상된 성능을 보이고 있다.

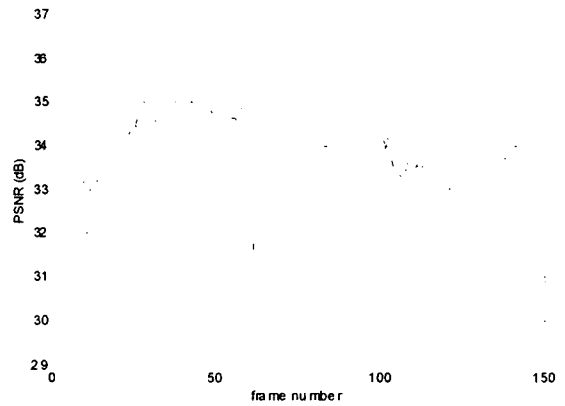


그림 3. Container 영상 시퀀스에 대한 프레임별 PSNR 값 변화율 그래프

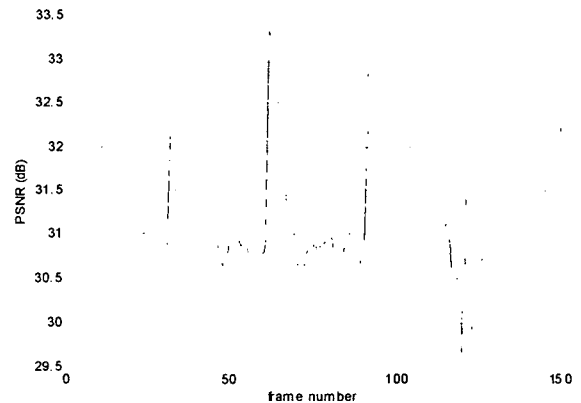


그림 4. Silent 영상 시퀀스에 대한 프레임별 PSNR 값 변화율 그래프

그림 3과 그림 4는 Container 영상 시퀀스와 News 영상 시퀀스에 대해 제안한 알고리즘과 기존의 알고리즘을 사용했을 때의 프레임별 PSNR 값의 변화를 보여준다. 그림 3은 Container 영상 시퀀스를 제안한 비트율 제어 알고리즘을 사용했을 때와 Siwei의 알고리즘을 사용했을 때의 결과를 비교한 결과를 나타낸다. 실선은 제안한 알고리즘을 적용하여 실험했을 경우에 얻어진 PSNR 값의 변화이고, 점선은 JM6.1에 구현되어 있는 Siwei의 알고리즘을 적용했을 때의 결과이다. 그림 3의 결과에서 나타나듯이, 제안한 알고리즘을 사용했을 경우 PSNR 값의 변화량이 Siwei의 방법보다 안정적임을

알 수 있다. 그림 2는 News 영상 시퀀스에 대한 결과이다. 전체적으로 PSNR 값의 변화는 있으나, Siwei의 알고리즘을 적용한 경우보다는 조금 덜 급격한 변화를 보인다. 제안한 알고리즘의 평균 PSNR 값은 31.27 dB이고, 기존의 알고리즘은 31.17 dB를 제공한다. 따라서 제안한 알고리즘이 보다 개선된 성능을 제공한다.

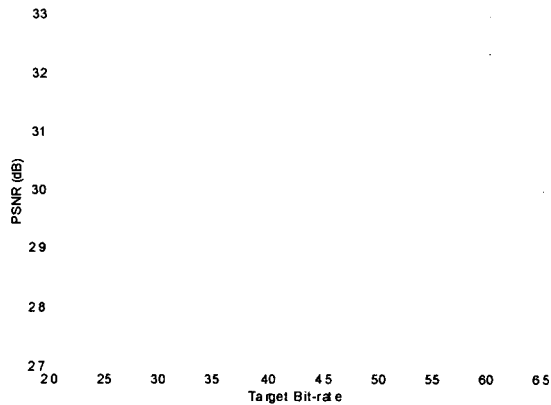


그림 5. 목표 비트수에 따른 PSNR 그래프

그림 5은 다른 목표 비트 수에 대해 부호화 후에 얻어진 평균 PSNR 그래프를 보이고 있다. 실험에 사용한 목표 비트수는 24, 33.6, 48, 그리고 64 kbps의 네가지 경우에 대해서 실험을 수행하였으며, 실험 시퀀스로 News 영상 시퀀스를 사용하였다. 그래프상에서 실선으로 표시된 결과는 다른 목표 비트 수에 대해서 제안한 알고리즘을 적용했을 경우 얻어진 평균 PSNR 값에 대한 결과이고, 점선으로 표시된 결과는 JM6.1에 구현된 Siwei의 알고리즘을 다른 목표 비트 수에 대해 수행하여 얻어진 결과에 대한 평균 PSNR 값이다. 제안한 알고리즘이 기존의 방법보다 개선된 PSNR 값을 제공함을 알 수 있다.

표 2. 다른 목표 비트수에 대한 발생 비트수와 PSNR

실험 영상	목표 비트수 (kbps)	발생 비트수 (kbps)	평균 PSNR 값 (dB)
News	24	23.94	27.25
	33.6	33.63	29.10
	48	47.92	31.16
	64	63.92	32.86

표 2는 제안한 알고리즘을 이용하여 다양한 목표 비트수에 대해 발생한 비트 수를 비교하고 있다. 실험에서는 목표 비트 수 24, 33.6, 48, 그리고 64 kbps의 4가지 경우에 대해 실험을 수행하였다. 표 2에서 보듯이 제안한 알고리즘은  $\pm 0.5$  kbps 이내에서 부호화를 수행하기 전에 미리 정해진 목표 비트 수에 가까운 비트 수를 발생한다.

## 5. 결론

본 논문에서는 매크로블록의 특성과 이전 매크로블록의

부호화 정보를 이용하여 비트율-왜곡 모델에 기반한 비트율 제어 알고리즘을 제안하였다. 기존의 알고리즘은 버퍼의 충만도를 기준으로하여 비트율 제어를 수행하여, 현재 매크로블록과 인접 매크로블록간의 관계에 따른 특성을 반영하지 못하는 문제점을 지니고 있다. 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 화면을 구성하는 매크로블록들을 특성에 따라 구분하고, 이전에 부호화된 같은 종류의 매크로블록으로부터 현재 매크로블록의 양자화 파라미터를 구하기 위한 모델 변수를 얻었다. 또한 이전에 부호화 된 같은 종류의 매크로블록과 바로 이전에 부호화된 매크로블록의 정보를 이용하여 왜곡의 정도를 평가하였다. 그리고 제안한 비트율-양자화 모델에 기반하여 양자화 변수를 결정한다. 실험 결과를 통하여 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘보다 개선된 화질을 제공함과 동시에 목표 비트 수에 가까운 비트 수를 생성함을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 광주과학기술원(K-JIST)과 광주과학기술원 실감방송연구센터를 통한 대학IT연구센터(ITRC), 그리고 교육부 두뇌한국21(BK21) 정보기술사업단의 지원에 의한 것입니다.

## 참고 문헌

- [1] ISO/IEC MPEG Document AVC-491B, MPEG-2 Test Model 5, Apr. 1993.
- [2] W. Ding and B. Liu, "Rate Control of MPEG Video Coding and Recording by Rate-Quantization Modeling, *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 6, No. 1, Feb. 1996.
- [3] L.-J. Lin and A. Ortega, "Bit-Rate Control using Piecewise Approximated Rate-Distortion Characteristics", *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 8, No. 4, Aug. 1998.
- [4] T. Chiang and Y.-Q. Zhang, "A New Rate control Scheme Using Quadratic Rate Distortion Model", *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 7, No. 1, Feb. 1997.
- [5] A. Gersho and R. M. Gray, *Vector Quantization and Signal Compression*, KAP, 1992.
- [6] T. Berger, "Rate Distortion Theory: A Mathematical Basis for Data Compression", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1971.
- [7] T.-Y. Chung, K.-H. Jung, Y.-N. Oh, and D.-H. Shin, "Quantization Control for Improvement of Image Quality Compatible with MPEG-2", *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol. 40, No. 4, Nov. 1994.
- [8] T. M. Cover and J. A. Thomas, *Elements of Information Theory*, Wiley Series Telecommunications, 1991.
- [9] Joint Video Team (H.264) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG Document JVT-F086, Proposed draft description of rate control on JVT standard, Awaji meeting, Dec. 2002.