

# MPEG4 Video 부호화를 위한 비트율 제어 알고리즘 개선에 관한 연구

김소영, 박정훈

삼성전자

전화 : 031-200-3747

## Improving Rate Control Algorithm for MPEG 4 Video

Kim So Young, Park Jeong Hoon

Samsung Electronics, co.

e\_mail : soyoung\_kim@samsung.com

### Abstract

This paper presents variable bit rate(VBR) rate control scheme based on MPEG-4 VM8 rate control scheme. An initial Q searching method provides more accurate bit allocation for the first frame. A frame skipping and RD Model update scheme when coded frame quality is too low or high prevents image quality fluctuation.

### 1. 서론

video data를 압축하여서 전송할 때에 고려해야 할 사항중의 하나는 일정한 bit 율을 유지하면서 전송하고, 동시에 영상의 quality가 떨어지지 않도록 해야 한다는 것이다. 이것이 바로 rate control 문제이며 이를 위해 MPEG4 VM8은 CBR (constant bit rate)과 VBR (variable bit rate)을 동시에 만족시킬 수 있는 rate control 방식을 제안하고 있다.

본 논문에서는 화질을 일정수준으로 유지하기 위한 VBR 방법과 초기 양자화 값을 찾는 방법을 제안하며, 이를 이용하여 VM8 rate control 방식의 성능을 보다 개선시킬 수 있는 방안을 제시한다.

### II. 초기 양자화 값 찾기

기존의 MPEG4 Encoder Rate Control 방법은 초기 양자화 값을 사용자가 정해진 임의의 값을 사용하도록 하고 있다. 이는 아직 아무런 data가 없는 상태이므로 RD Model을 적용하여 적절한 초기 양자화 값(Q)를 결정할 수 없기 때문이다. 사용자가 임의로 Q 값을 정할 경우, 잘못 정해진 Q값은 이후의 frame coding 시 rate control에 부정적인 영향을 미친다. 본 논문에서는 적절한 초기 양자화 값을 효율적으로 찾는 알고리즘을 제안하고, 이를 이용하여 rate control의 성능이 개선됨을 보인다.

초기 양자화 값을 찾는 방법은 여러 개의 Q를 시도하여, 해당 frame이 encoding되었을 때의 목표 bit 수에 가장 가까운 결과를 내는 Q를 선택하는 것이다. 모든 Q값을 모두 시도하면, 원하는 Q를 찾을 수 있겠으나, 이는 시간이 매우 많이 걸리는 일이다.

최적 양자화 값을 찾는 과정은 다음과 같은 몇 단계를 반복함으로써 모든 양자화 값을 시도하지 않고도 가장 적합한 양자화 값을 찾아 낼 수 있게 한다.

- (1) 양자화 값(Q)을 취할 수 있는 값의 범위 내에서 고르게 n개의 양자화 값 후보를 고른다.
- (2) 선택된 n개의 양자화 값을 적용하여 부호화한다.
- (3) 2번에서 얻은 n개의 부호화된 비트열의 길

이 중 목표 bit 수와 가장 근사한 것을 골라 낸다.

(4) 3에서 선택된 비트열을 생성하도록 한 Q 값의 주변 범위를 정한다.

(5) 4번에서 선택된 Q 값을 더 이상 주변 범위로 확대할 수 없다면 이 Q 값을 초기 Q 값으로 결정한다.

(6) 4번에서 선택된 Q 값이 다시 주변 범위로 확대 가능하다면, 4에서 정해진 주변 범위 내에서 고르게 n개의 Q 값 후보를 다시 고르고, 2 번으로 돌아가 이 과정을 반복한다.

예를 들어 설명하면, 양자화 값이 취할 수 있는 범위가 1부터 31이므로 이 범위 내에서 고르게 5, 10, 15, 20, 25의 5개의 후보를 정할 수 있다. 이 다섯 가지의 후보를 부호화에 적용하여 얻은 결과 중 만일 양자화 값이 10일 때의 부호화 결과로 얻은 비트열의 크기가 목표 bit 수와 가장 근사했다면, 첫 단계에서 선택된 양자화 값은 10이 된다. 다음 단계에서는 10을 중심으로 10 근처의 5개의 후보를 골라 내어 다시 시도한다. 10의 주변에 있으면서 5의 주변과 15의 주변을 침범하지 않는 범위에서 다시 5개의 후보를 고르면, 8, 9, 10, 11, 12가 후보로 선택될 수 있고, 이들을 부호화에 적용하여 다시 목표 비트 수와 가장 근사한 결과를 내는 양자화 값을 고를 수가 있다. 만일 11이 목표 bit 수와 가장 근사한 크기의 비트열을 만들어 냈다면 11이 초기 양자화 값 찾기 방법을 이용하여 결정된 초기 양자화 값이 된다. 이 예의 경우에는 9개의 양자화 값 시도를 통해 31개의 양자화 값 중 가장 좋은 양자화 값을 찾을 수 있다.

초기 양자화 값을 결정하기 위한 목표 비트 수는 초기 프레임이 아닌 다른 프레임에 목표 비트 수를 할당하는 것과 동일한 방법으로 할 수 있다.

### III. VBR Scheme의 개선

기존의 MPEG4 Encoder의 rate control 방식에서 제안하는 화질의 열화를 막는 방법은 최소한의 bit 수를 할당해 줌으로써 rate control 도중 할당되는 bit 수가 급격히 떨어져 생길 수 있는 문제를 막는 것이다. 그러나, 이 방식으로는 실제의 화질 열화 정도를 가능하여 열화를 방지하는 것이 불가능하며, video sequence의 특성의 변화에 따라 화질을 일정하게 유지시켜

주는 것 또한 불가능하다. 본 논문에서는 encoder에서 화질을 계속 감시하면서 화질이 일정 수준 이하로 떨어지는 것을 막는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 화질의 열화를 방지하는 rate control 방식은 화질을 측정하여 화질의 열화 여부를 판단하는 과정과 화질 열화의 frame skip과정, 그리고 화질 급변시의 모델 갱신 과정을 통해 이루어진다. 각각의 과정에 대한 상세 설명은 다음과 같다.

#### 3.1. 기준 이하의 화질일 경우 부호화한 프레임 버리는 과정

rate control 방식을 적용하면서 부호화를 진행하는 도중, 어느 프레임을 부호화한 후 그 부호화된 프레임의 화질을 측정하였더니, 기준 화질보다 열화되었다면, 이미 encoding한 해당 프레임을 버리고, 버림으로써 얻게 된 bit를 그 이후의 frame encoding에 할당해 줌으로써 화질의 열화 방지를 꾀한다.

특정 프레임을 부호화한 결과 화질이 기준 이하로 열화 되었다는 것은 그 프레임에 할당해 준 비트 수가 부족했다는 것을 의미하며, 이후의 프레임 역시 비트 수가 부족하게 할당될 확률이 높다고 볼 수 있다. 또한, 이미 열화된 프레임에 기초하여 다음 프레임을 encoding할 경우, 이후의 프레임들의 화질에 나쁜 영향을 미치게 된다.

따라서 frame skip을 통해 프레임이 어느 이상 열화되는 것을 막고, 버린 만큼의 비트 수를 이후에 부호화될 프레임들에 할당함으로써 비트 수의 부족 현상을 완화하며, 아래에 설명할 모델 갱신 방법을 이용하여 모델을 갱신해 줌으로써 이후에 부호화될 프레임들에는 보다 정확한 RD Model을 적용하도록 하여, 전체적인 rate control 방식의 성능 개선 효과를 가져 오게 된다.

#### 3.2. 화질 열화 정도를 판단하는 과정

화질 열화의 지표로 PSNR을 이용한다. 이 값은 이전에 부호화한 프레임들에 sliding window를 적용하여 구한 PSNR의 평균값에서 KdB 낮거나 높은 값으로 결정한다.

기준 PSNR을 구하기 위해서는 매 프레임이

부호화될 때마다 PSNR을 계산하여야 하며, 이는 sliding window 범위 내에서 누적되어 이용된다.

즉, 이를 식으로 표현하면

$$PSNR_{lower\_threshold} = \frac{1}{W_{PSNR}} \sum_{i=k}^{k+W_{PSNR}} PSNR_i - K$$

$$PSNR_{upper\_threshold} = \frac{1}{W_{PSNR}} \sum_{i=k}^{k+W_{PSNR}} PSNR_i + K$$

여기서,  $PSNR_{upper/lower\_threshold}$ 는 frame skip과 RD Model 갱신을 결정하기 위한 기준 PSNR이고,  $W_{PSNR}$ 은 sliding window의 크기,  $PSNR_i$ 는 i번째 프레임의 PSNR이다.

### 3.3. 모델을 갱신하는 과정

RD Model에 근거하여 rate control을 하는 도중, 화질이 기준 이하로 나빠지거나 혹은 기준 이상으로 화질이 좋아지는 것은 그동안 적용해 오던 RD Model이 잘 들어 맞지 않는다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 따라서, 이런 경우 RD Model을 갱신해 줌으로써 이후에 부호화될 프레임들에서는 할당 비트 부족/과잉 현상이 생기지 않도록 할 수 있다. 모델 갱신 방법은 이전에 모델 갱신 시 사용하던 sliding window의 크기를 줄여 주고 줄여준 데이터를 이용하여 모델을 갱신하도록 하는 것이다. 이를 통해 현재 부호화하는 영상의 데이터와 특성이 다른 것들은 버리고 특성이 비슷한 것들만을 취하는 효과를 얻게 되고, 이후에 적용될 프레임들은 보다 정확한 RD Model에 근거하여 양자화 값을 연산하게 되므로 이후의 rate control 성능 향상을 기대할 수 있게 된다.

갱신할 모델에서 적용할 sliding window의 범위는 이전의 모델에서 갖고 있던 sliding window의 범위 안에 있는 data 중 비트 수가 갑자기 증가하거나 감소한 프레임을 찾고, 그 프레임부터 현재 프레임까지의 범위로 하여 정할 수 있다.

즉, 현재 encoding한 frame의 PSNR이  $PSNR_{upper\_threshold}$ 보다 높으면, 현재 적용하던 RD Model의 sliding window 안에 있던 data 중 bit 수가 갑자기 감소한 것을 찾아, 그 때부터 지금까지의 범위로 sliding window의 크기를 줄여 주고, 현재 encoding한 frame의 PSNR이  $PSNR_{lower\_threshold}$ 보다 낮으면, 현재

적용하던 RD Model의 sliding window 안에 있던 data 중 bit 수가 갑자기 증가한 것을 찾아, 그 때부터 지금까지의 범위로 sliding window의 크기를 줄여 준다.

## IV. 실험 결과

초기 양자화 값 찾기 방법을 이용하였을 때의 성능 개선 정도를 보이기 위해 그림 1과 그림 2에 PSNR curve와 frame별 사용 bit 수 curve를 제시하였다. 사용한 sequence는 foreman.qcif이며, 128bps, 30fps로 encoding하였다.

초기 양자화 값을 찾은 결과는 I frame의 경우 5, P frame의 경우 5였다. 그림에 나타난 결과를 보면, initial Q값을 처음부터 잘 찾아 준 경우 사용 bit 수와 PSNR이 빨리 안정화 되는 것을 알 수 있다.

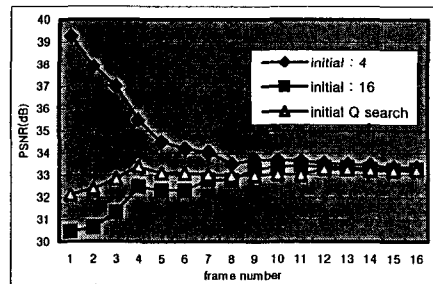


그림 1 초기 양자화 값에 따른 PSNR curve

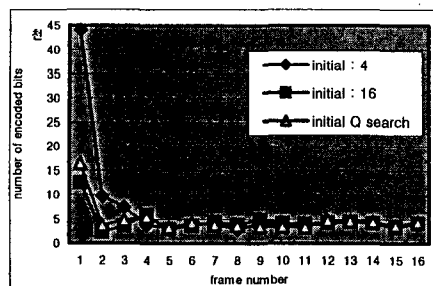


그림 2 초기 양자화 값에 따른 사용 bit 수 curve

frame skip방법과 RD Model 갱신 방법을 적용하여 VBR scheme의 성능을 개선한 결과가 그림 3, 4에 나타나 있다. 실험에 사용한 sequence는 동일하다. VBR scheme은 기준 PSNR보다 1.7dB 이상 높아지거나 낮아질 때

적용되었다.

논문에서 제시한 VBR scheme을 이용한 경우 VM8을 사용한 것보다 PSNR이 안정적임을 확인 할 수 있다. 그림에서 선이 끊어진 부분이 frame skip이 일어난 부분이다. frame skip은 총 400장 중 6장이었고, 총 사용 bit 수는 1704597로 VM 8을 사용할 경우의 bit 수인 1703549와 거의 동일하다.

version 18.0, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3908, January 2001, Pisa.

[2] H. J. Lee, T. Chiang, Y. Q. Zhang, "Scalable Rate Control for MPEG-4 Video," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* Vol. 10, pp.878-894, Sep. 2000

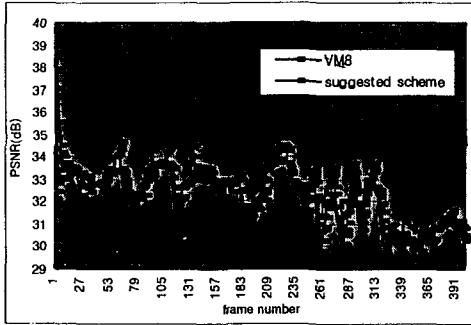


그림 3 VBR scheme에 따른 PSNR curve

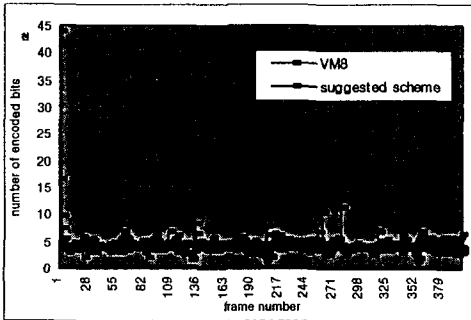


그림 4 VBR scheme에 따른 bit 수 curve

## V. 결론

기존의 MPEG4 rate control 방식인 VM8을 개선시키기 위한 방법으로 초기 양자화 값을 찾는 방법과 화질을 일정 수준으로 유지하기 위한 frame skip 및 RD Model 갱신 방법을 제시하였다. 제시한 방법을 이용할 경우 기대하는 바와 같이 성능이 향상되었음을 IV절에 보였다.

## VI. 참고 문헌

- [1] MPEG-4 Video Verification Model