
저전송률 비디오 압축에서 적응적 초기 QP 결정 알고리즘

박상현*

Adaptive Initial QP Determination Algorithm for Low Bit Rate Video Coding

Sang-Hyun Park*

본 지식재산권은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과임 (10-기반, 기술혁신사업)

요 약

비디오 코딩에서 GOP의 첫 번째 프레임은 많은 비트를 발생시키는 인트라 모드로 압축되고 다음 프레임의 인터 모드 압축에 사용되기 때문에 첫 프레임을 위한 초기 QP 값은 첫 프레임뿐만 아니라 이후 프레임에도 영향을 주게 된다. 일반적으로 GOP의 초기 QP 값은 이전 GOP의 인터 모드로 압축된 프레임의 평균 QP 값과 이전 GOP의 초기 QP 값에 의해 결정된다. 기존 방식인 JM의 경우 초기 QP 값이 인터 모드 평균 QP 값보다 2 정도 작게 설정 되도록 하고 있는데, 이것은 저전송률 비디오 코딩에 맞지 않다. 본 논문에서는 GOP의 초기 QP 값과 인터 모드로 압축된 프레임의 평균 QP 값의 비와 최적 초기 QP 값 사이에 존재하는 선형 관계를 분석하고 이를 바탕으로 선형 모델을 제안한다. 제안된 선형 모델은 이전 GOP의 인코딩 결과를 이용하여 현재 GOP의 초기 QP 값을 계산한다. 실험 결과는 제안하는 방법이 기존의 JM 알고리즘에 비해 정확하게 최적의 초기 QP 값을 예측하고 PSNR 성능도 더 우수함을 보여준다.

ABSTRACT

In Video coding, the first frame is encoded in intra mode which generates a larger number of bits. In addition, the first frame is used for the inter mode encoding of the following frames. Thus the initial QP for the first frame of GOP affects the first frame as well as the following frames. Traditionally, the initial QP of a GOP is determined by the initial QP of the previous GOP and the average QP of the inter mode frames. In case of JM, the initial QP of a GOP is adjusted as the initial QP being less than the average QP of inter mode frames by two. However, this method is not suitable for the low bit rate video coding. In this paper, the linear relationship between the optimal QP and the ratio of the PSNR of the first frame and the average PSNR of the inter mode frames is first investigated and the linear model is proposed based on the results of the investigation. The proposed model calculate the optimal initial QP using the encoding results of the previous GOP. It is shown by experimental results that the new algorithm can predict the optimal initial QP more accurately and generate the PSNR performance better than that of the existing JM algorithm.

키워드

H.264 코덱, 초기 QP, 비트율 제어, 영상 압축

Key word

H.264 Codec, Initial QP, Rate Control, Image Compression

* 순천대학교 멀티미디어공학과 (shark@scnu.ac.kr)

접수일자 : 2010. 07. 27

심사완료일자 : 2010. 08. 06

I. 서 론

비디오 코딩에서 비트율 제어는 MPEG, H.263, H.264와 같은 다양한 표준에서 다양한 응용에 맞게 연구가 진행되고 있다 [1]. 비디오 인코더를 구현하기 위해서는 매크로블록 모드, 양자화 파라미터 (QP: Quantization Parameter), 프레임 타입, 프레임 레이트와 같은 코딩 파라미터들이 결정되어야 한다. 이러한 코딩 파라미터들을 어떻게 결정하는지는 비디오 표준에 명시되어 있지 않지만 코딩 파라미터의 설정은 비디오 압축에서 성능에 많은 영향을 주게 된다. 특히 비트율 제어에서 QP 값의 설정은 결과 영상의 비트율을 목표 비트율에 맞추게 하거나 버퍼의 오버플로우와 언더플로우를 방지하는데 중요한 역할을 수행한다.

H.264 비디오 표준은 이전의 표준들에 비해 아주 뛰어난 압축 효율 때문에 최근에 많은 관심을 받고 있다 [2]. H.264 비디오 표준은 다양한 영상 압축 기법들이 사용되었다. 특히 RDO (Rate-Distortion optimization)라고 불리는 비트율-왜곡 (R-D: Rate-Distortion) 최적화 움직임 예측과 압축 모드 선택은 비디오 데이터의 압축율을 크게 향상시킨다. 또한 다양한 화면내 예측과 화면간 예측 모드 및 복수개의 참조 영상 사용 등으로 압축율을 극대화한다 [3, 4]. 반면 이러한 특징들은 H.264에서 비트율 제어를 어렵게 한다.

특히 비트율 제어에서 가장 많이 사용되는 모델 기반 알고리즘을 적용할 때, 현재 영상의 통계치를 이용한 모델 적용을 어렵게 한다. 예를 들어, 비트율 모델의 경우 많은 알고리즘에서 현재 영상의 MAD (Mean Absolute Difference)를 사용하고 있다. 하지만 MAD 값은 RDO 처리 후 움직임 예측과 압축 모드가 결정되면 계산이 가능하다. 또한 RDO는 비트율 모델에 따라 QP 파라미터가 결정되어야만 수행될 수 있다. 이러한 RDO와 현재 영상의 통계치 계산 간의 상호 의존적인 구조 때문에 다른 비디오 표준에 비해 H.264에서의 비트율 제어는 복잡한 형태가 된다.

기존의 많은 비트율 제어 알고리즘들은 최적의 QP를 찾기 위해 RDO와 영상의 통계치 간의 상호 의존적인 관계를 해결하기 위한 모델 개발에 초점을 맞추고 있다. 비트율 제어에서 모델은 중요한 요소이지만 그 외에는 다양한 요소들을 고려하여야 한다. 초기 QP (Initial QP)의 설정도 비트율 제어에서 중요한 요소이

다. 많은 H.264/AVC의 비트율 제어 알고리즘에서 초기 QP는 JM 알고리즘에서 사용되는 JVT-G012에서 제안된 bpp (bits per pixel)에 따라 설정하는 방법을 그대로 사용하고 있다 [5]. bpp에 따라 설정하는 방법은 간단하지만 정확하지 않다는 치명적인 단점이 있다. 초기 QP 값은 다음 GOP의 초기 QP 값에 영향을 미치기 때문에 처음 잘못 설정되면 그 효과가 다음 GOP까지 과급되어 전체 영상에 손실을 초래한다.

초기 QP 설정 문제는 영상의 처음뿐만 아니라 장면 전환에서도 적용된다. H.264/AVC는 인터 코딩 프레임도 인트라 모드로 압축할 수 있다. 즉, 장면 전환이 발생하면 장면 전환된 첫 프레임은 이전 프레임과 연관성이 매우 낮기 때문에 이전 프레임을 이용한 영상 압축이 불가능해지고 따라서 인트라 모드로 압축되게 된다. 이때도 정확한 초기 QP 값이 설정되지 않으면 그 효과가 다음 GOP까지 과급되어 전체 영상의 품질을 저하시킨다 [6].

첫 GOP의 초기 QP 값의 설정은 첫 프레임의 정보만을 이용하여 결정하여야 한다. 일반적으로 초기 QP 값은 현재 프레임의 복잡도와 비례 관계를 가지고 전송률과 반비례 관계를 가진다. 즉, 현재 프레임의 공간적 복잡도가 크면 큰 값의 초기 QP 값 사용이 유리하고, 대역폭이 증가하면 작은 QP 값의 사용이 유리하다 [5]. 두 번째 GOP부터는 첫 GOP의 결과를 이용하여 결정하게 된다.

기존 방법의 경우 단순히 이전 GOP에서 인터 모드로 압축된 프레임의 평균 QP를 계산하고 이 값에 GOP 크기를 고려하여 2 이하의 값을 뺀 후 첫 프레임의 QP와의 차이가 2 이상이 되지 않는 범위에서 다음 GOP의 초기 QP로 사용한다 [7]. 하지만 이 방법은 영상의 특성을 전혀 고려하지 않고 단순히 인터 모드로 압축된 프레임의 QP 평균보다 2정도 작은 값으로 다음 GOP의 초기 QP를 설정하게 된다. 본 논문에서는 저전송률 환경에 효과적인 초기 QP 값 결정 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘에서는 첫 프레임의 PSNR과 인터 모드로 압축된 프레임들의 평균 PSNR의 비와 최적 초기 QP 사이의 관계를 분석하여 간단하면서도 효과적인 초기 QP 계산 모델을 제시한다. 제안하는 알고리즘은 CBR 환경에서 H.264 베이스라인 프로파일을 기준으로 구현되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의

JM 알고리즘에서 사용되는 초기 QP 값 결정 알고리즘에 대해서 설명한다. 3장에서는 제안하는 고리즘을 설명하고, 4장에서는 제안하는 알고리즘과 JM 알고리즘과의 성능을 비교한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 연구 배경

비트율 제어에서 QP 값의 설정은 결과 영상의 비트율을 목표 비트율에 맞추게 하거나 버퍼의 오버플로우와 언더플로우를 방지하는데 중요한 역할을 수행한다. QP 값의 설정은 크기는 프레임 단위에서 작게는 매크로블럭 단위로 설정이 될 수 있다. 일반적인 비트율 제어의 순서는 할당된 대역폭에 맞게 GOP 단위로 비트를 할당하고 이것을 다시 프레임, 슬라이스 또는 매크로블럭으로 설정되는 Basic Unit 단위에 할당한다. 그리고 할당된 비트량에 맞는 QP 값을 예측 모델을 이용하여 결정한다 [8].

기존 JM 알고리즘에서 첫 GOP의 초기 QP 값을 결정하는 방법은 다음과 같다. 영상 시퀀스의 시작인 첫 프레임은 이용할 수 있는 이전 프레임의 정보가 없기 때문에 단순히 프레임 레이트, 화면 크기, 목표 대역폭에 따라서 식 (1)과 같이 결정된다 [7].

$$bpp = \frac{\text{Target bandwidth}}{\text{Frame rate} \times \text{Frame size}} \quad (1)$$

여기서 bpp 는 픽셀당 비트수를 나타내고, Target bandwidth는 목표 대역폭을, Frame size는 한 프레임의 화소 수를 나타낸다. 이렇게 구해진 bpp 에 따라 식(2)와 같이 초기 QP 값이 결정된다.

$$QP_{0,1} = \begin{cases} 35, & bpp \leq l_1 \\ 25, & l_1 < bpp \leq l_2 \\ 20, & l_2 < bpp \leq l_3 \\ 10, & bpp > l_3 \end{cases} \quad (2)$$

표준안에서 권장하는 l_1, l_2, l_3 값은 표 1과 같다.

표 1. 권장 임계값
Table. 1 Recommended threshold values

	QCIF	CIF	그외
l_1	0.1	0.2	0.6
l_2	0.3	0.6	1.4
l_3	0.6	1.2	2.4

JM 알고리즘의 초기 QP 값 결정 방법은 단순히 bpp 값을 계산하고, 식 (2)와 같이 임계치에 따른 네 개의 범주에 맞게 네 개의 값으로 초기 QP 값을 설정하고 있다. 하지만 JM 알고리즘은 영상의 복잡도를 전혀 고려하지 않고 있고, 대역폭이 저전송률에 해당하는 76 kbps 이하일 경우 모든 영상은 초기 QP 값이 35로 설정되게 된다.

첫 GOP를 위한 초기 QP 값은 GOP 내의 프레임뿐만 아니라 다음 GOP에도 영향을 미친다. 첫 GOP의 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임의 QP 값은 초기 QP 값으로 설정되고 다음 GOP 부터는 식 (3)과 같이 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임의 QP 값이 결정된다.

$$\begin{aligned} \nabla &= (N_p + N_b + 1)/15 \\ \text{if } (\nabla > 2) \\ \nabla &= 2; \\ \overline{QP}_{prev} &= \overline{QP}_{prev} - \nabla \\ QP_{0,n} &= \min(\overline{QP}_{prev}, QP_{0,n-1} - 2) \\ QP_{0,n} &= \min(\overline{QP}_{prev}, QP_{0,n-1} + 2) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $QP_{0,n}$ 은 n 번째 GOP의 시작 QP 값이고, \overline{QP}_{prev} 는 이전 GOP의 QP 값의 평균이다. 그리고 N_p 와 N_b 는 각각 P 프레임과 B 프레임의 개수이다. 먼저 인코딩된 이전 GOP의 QP 값들의 평균을 구하고, 이 값을 인터 모드 프레임 수에 비례하는 ∇ 만큼 빼준다. 이것은 GOP를 구성하는 프레임의 수가 많으면 초기 QP 값을 작게 하여 GOP 전체의 PSNR을 향상시키기 위한 것이다. 수정된 평균값은 이전 GOP의 시작 QP 값과의 차이가 2이하가 되도록 수정되고, 수정된 값을 현재 GOP의 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임을 압축하기 위한 QP

값으로 사용한다. 하지만 이 방법은 저전송률 비디오 코딩에 적당하지 않다. 그림 1은 Akiyo 영상을 70kbps 환경에서 GOP 크기 50으로 압축했을 때 PSNR을 보여준다. 첫 GOP의 초기 QP 값은 식 (1)과 (2)에 의해 35로 설정된다. 그런데 첫 GOP 압축 결과 이 값은 P 프레임 압축에 사용된 QP의 평균값보다 큰 값으로 P 프레임의 PSNR이 첫 프레임의 PSNR 보다 더 큰 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 그리고 첫 프레임이 너무 낮은 품질로 압축되었기 때문에 이 프레임을 참조해서 압축하는 이후 프레임도 영상 품질이 낮게 된다. 두 번째 GOP는 첫 GOP의 결과를 반영하여 초기 QP 값을 낮게 설정하여야 하지만 식 (3)에 의해 첫 GOP의 초기 QP 값보다 2가 작은 33의 값으로 설정된다. 그리고 세 번째 GOP는 두 번째 GOP보다 2작은 31의 값이 설정된다. 하지만 여전히 첫 프레임이 너무 낮은 품질로 압축되고 있어 전체 영상의 품질을 열화시킨다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.

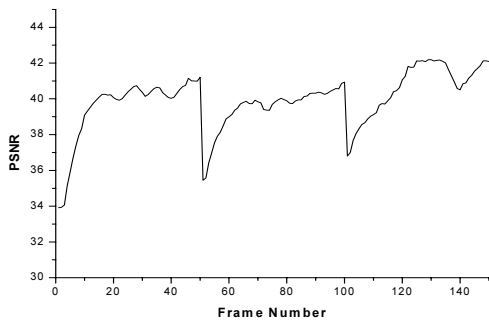
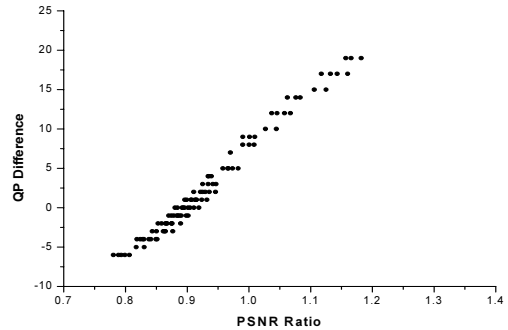


그림 1. JM 알고리즘으로 압축한 Akiyo 영상의 PSNR.

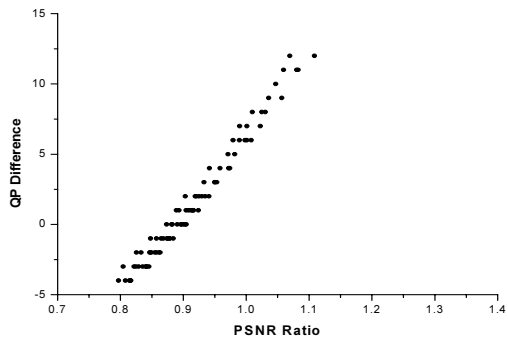
Fig. 1. PSNR performances Akiyo sequence encoded by JM.

III. 제안하는 알고리즘

한 GOP가 압축된 후 그 결과를 이용하여 다음 GOP의 초기 QP를 결정하기 위하여 압축된 GOP의 여러 결과물들을 분석하였다. 분석 결과 첫 프레임의 PSNR과 인터모드로 압축된 프레임의 PSNR을 평균한 값의 비와 첫 프레임 압축에 사용된 QP와 최적 초기 QP와의 차이 사이에 선형 관계가 있음을 알 수 있다. 그림 2는 Akiyo와 Salesman 영상에 대한 실험 결과를 보여준다.



(a)



(b)

그림 2. PSNR 비율과 QP 값 차이의 선형 관계. (a) Akiyo, (b) Salesman

Fig. 2. Linear relationship between PSNR ratio and QP difference. (a) Akiyo, (b) Salesman.

X축은 P 프레임의 PSNR 평균을 첫 프레임의 PSNR로 나눈 값이다. Y축은 사용한 초기 QP 값을 최적 QP 값으로 뺀 값이다. 최적 QP 값은 해당 GOP 전체의 PSNR을 가장 크게 하는 초기 QP 값이다. 두 영상에서 각각 3개씩의 GOP를 대상으로 초기 QP 값을 14에서 35까지 변화시키고 전송 속도는 50kbps, 60kbps, 70kbps로 변화시키면서 실험을 수행하였다. 그림 2를 보면 전송 속도에 상관없이 비슷한 형태의 선형 관계를 가지는 것을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 다음 식과 같은 선형 모델을 제안한다.

$$\Delta = a \cdot R_{PSNR} + b, \tag{4}$$

$$QP_{0,n} = QP_{0,n-1} - \Delta.$$

여기서 R_{PSNR} 은 한 GOP에서 P 프레임들의 평균 PSNR을 첫 프레임의 PSNR로 나눈 값이고, a 와 b 는 선형 모델의 파라미터이다. 한 GOP의 압축이 완료되면 R_{PSNR} 를 계산하여 Δ 를 구한다. 그리고 압축된 GOP의 초기 QP 값에서 Δ 를 뺀 값을 다음 GOP의 초기 QP 값으로 사용한다.

그림 2를 보면 제안하는 모델에서 모델 파라미터는 영상마다 다른 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 따라서 식 (4)를 영상 압축에 바로 적용할 수는 없다. 하지만 그림 2를 보면 두 영상 데이터 모두 최적의 초기 QP로 압축했을 때의 R_{PSNR} 값이 비슷한 것을 볼 수 있다. 네 개의 영상 (Akiyo, Mother & Daughter, News, Salesman)에 대해서 최적 초기 QP로 압축했을 때 R_{PSNR} 값을 분석하였다. 각 영상에서 세 개의 GOP를 선택하고 최적 QP 값을 찾은 후 그때의 R_{PSNR} 값을 조사하였다.

그림 3은 전송 속도 50kbps, 60kbps, 70kbps에 대해서 실험한 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 네 개의 영상 모두 전송 속도에 상관없이 비슷한 값을 가지는 것을 알 수 있다. 즉, 한 GOP에서 첫 프레임의 PSNR과 P 프레임의 PSNR 평균과의 최적의 비율은 영상의 종류와 전송 속도에 상관없이 일정한 값을 가진다. 그리고 이 비율로 압축을 하는 초기 QP 값이 최적 초기 QP 값이 된다. 이 비율을 R_{PSNR}^0 라고 하면 식 (4)의 Δ 는 다음 식으로 수정할 수 있다.

$$\Delta = a \cdot (R_{PSNR} - R_{PSNR}^0) \quad (5)$$

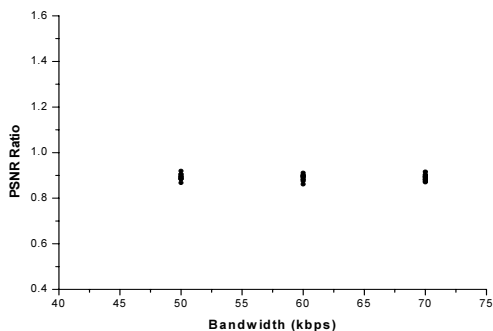


그림 3. 최적 초기 QP로 압축했을 때 R_{PSNR} 분포.
Fig. 3. Distribution of R_{PSNR} with the optimal initial QP.

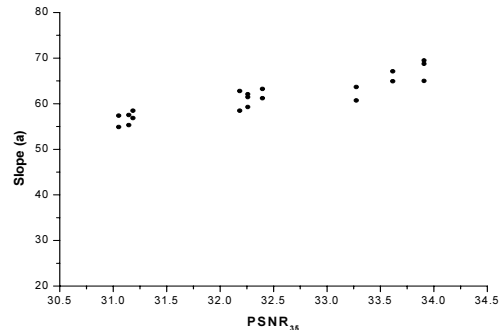


그림 4. 파라미터 a 와 $PSNR_{35}$ 의 관계.
Fig. 4. Relationship between parameter a and $PSNR_{35}$.

다음으로 파라미터 a 를 예측한다. 기술기에 해당하는 a 는 영상의 복잡도와 관련이 있다. 다양한 실험 결과는 영상의 복잡도가 높은 경우 a 가 상대적으로 작은 값을 가지는 것을 보인다. 제안하는 모델에서는 영상의 복잡도를 측정하기 위하여 $PSNR_{35}$ 을 이용한다. $PSNR_{35}$ 는 한 프레임을 QP 값 35로 설정하여 인트라 모드로 압축했을 때의 PSNR 값으로 복잡한 형태의 영상의 경우 상대적으로 작은 값으로 가진다. a 와 첫 프레임의 $PSNR_{35}$ 의 관계를 알아보기 위하여 다음과 같은 실험을 수행한다. 네 개의 영상을 대상으로 세 개씩의 QOP를 선정하여 50kbps, 60kbps, 70kbps 전송속도에 대하여 그림 2와 동일한 실험을 수행한다. 각 GOP에 대해서 선형회귀 방법으로 a 를 예측하고 첫 프레임에 대한 $PSNR_{35}$ 를 측정한다.

그림 4는 a 와 첫 프레임의 $PSNR_{35}$ 의 관계를 보여 준다. 그림에서 a 와 $PSNR_{35}$ 는 근사적으로 선형 관계에 있는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 다음 식과 같이 선형 모델을 이용하여 a 를 예측한다.

$$a = m \cdot PSNR_{35} + n. \quad (6)$$

여기서 파라미터 m 과 n 은 영상의 종류와 전송 속도에 상관없이 상수 값을 가진다.

제안하는 모델에서 모델 파라미터 상수는 R_{PSNR}^0 와 m, n 이다. 이 값들은 충분한 실험을 통해 크기가 QCIF

인 영상을 목표 대역폭 76kbps 이하로 압축할 때 영상과 전송 속도에 상관없이 하나의 값으로 적용할 수 있음을 알 수 있었다. 하지만 GOP 크기에 따라 이 값들은 다른 값을 가진다. 일반적으로 영상 압축 응용에서 GOP의 크기는 변하지 않기 때문에 사용하는 QOP 크기에 따른 파라미터 상수 값을 결정하면 응용에 효과적으로 적용할 수 있다. GOP 크기가 50일 때 제안하는 모델의 파라미터 상수는 표 2와 같다.

표 2. 모델의 파라미터 상수
Table. 2 Parameter constants of the model

파라미터 상수		값
R_{PSNR}^0		0.88
a	m	4.78
	n	-93.04

IV. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 JM 11.0에 사용된 비트율 제어 알고리즘 [7]과 성능을 비교하였다. 각 알고리즘은 H.264 베이스라인 프로파일을 기반으로 구현되었다. 실험에 사용된 영상 시퀀스는 모두 QCIF 영상 포맷 (176×144)이고 프레임 레이트는 30fps, GOP 크기는 50이다. 자세한 실험 조건은 표 3과 같다.

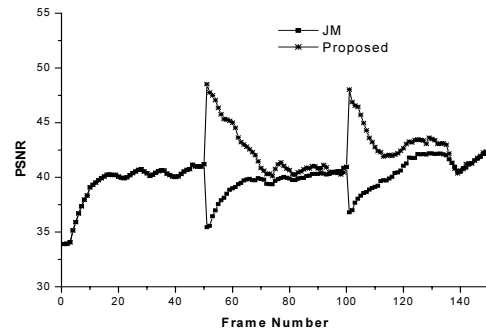
표 3. 실험 조건
Table. 3 Experimental conditions

MV resolution	1/4 pel
Hadamard	On
RDO	On
Search range	16
Reference frame	2
Symbol	CAVLC

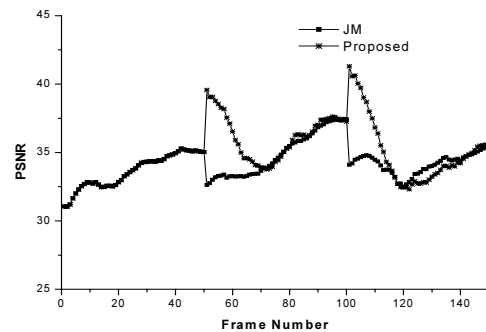
그림 5는 Akiyo, Salesman, Mother & Daughter (M&D) 영상을 전송 대역폭 70kbps에 맞춰 압축했을 때 PSNR 값을 보여준다. JM 알고리즘의 경우 초기 QP 값은 35이

고, 두 번째 GOP와 세 번째 GOP는 각각 33과 31이다. 제안하는 방법에서는 첫 GOP는 JM 방식과 동일하게 35의 값으로 설정하여 압축한다.

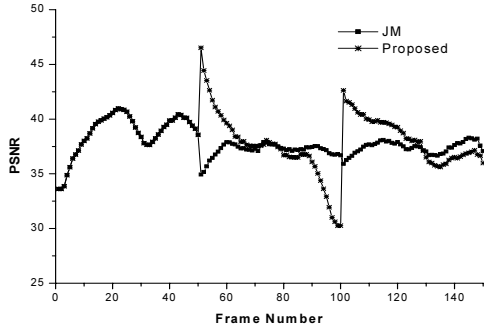
따라서 그림에서 첫 GOP의 PSNR은 JM과 동일하다. 두 번째 GOP부터는 제안하는 선형 모델을 이용하여 JM 보다 효과적으로 초기 QP 값을 설정하고 있다. Akiyo와 Salesman 영상의 경우 PSNR을 상당히 향상시키는 것을 볼 수 있다. M&D 영상에서 두 번째 GOP의 경우 후반부의 프레임에서 JM 방식에 비해 낮은 PSNR 값을 보인다. 이것은 첫 QOP와 달리 두 번째 GOP의 중반부터 손동작이 나타나는데 이것을 고려하지 못해서 제안하는 모델이 초기 QP 값을 잘못 예측했기 때문이다. 하지만 두 번째 GOP 압축 결과를 이용하는 세 번째 GOP에서는 JM 알고리즘 보다 좋은 성능을 보여준다. 즉, 제안하는 알고리즘은 예측을 잘못하여도 다음 GOP에서 즉시 최적의 초기 QP를 찾을 수 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 5. PSNR 값 비교 (70kbps).
 (a) Akiyo, (b) Salesman, (c) M&D.
 Fig. 5. Comparison of PSNR (70kbps).
 (a) Akiyo, (b) Salesman, (c) M&D

표 4는 네 개의 영상에 대해서 전송 속도별로 두 번째 GOP와 세 번째 GOP의 PSNR 평균을 보여준다. 첫 번째 GOP의 경우 동일하게 압축되기 때문에 비교하지 않았다. 표에서 볼 수 있듯이 제안하는 방법이 JM 방법에 비해 PSNR을 상당히 향상시키는 것을 알 수 있다. M&D 영상에서 50kbps와 60kbps로 압축한 경우를 제외하면 모든 GOP에서 PSNR 값을 향상시키고 있다.

M&D 영상의 경우 두 번째 GOP에서 첫 번째 GOP와 다른 손 동작이 나타나기 때문에 제안한 방법이 최적 초기 QP 값을 잘못 예측한다. 하지만 두 번째 GOP의 압축 결과를 이용한 세 번째 GOP의 초기 QP 값 예측은 JM 알고리즘에 비해 정확하기 때문에 세 번째 GOP에서 PSNR 값이 좋게 나타난다. 전체적으로 영상의 큰 변화가 없는 조건에서 제안하는 모델이 잘 동작하는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 H.264 비트율 제어에서 GOP의 초기 QP 값 결정 알고리즘을 제안하였다. JM 모델에서 사용하는 초기 QP 값 결정 알고리즘은 영상의 복잡도를 고려하지 않으며, 단순히 인터 모드 영상의 PSNR 평균값을 이용하여 결정한다. 실험 결과 JM 알고리즘은 영상과 전송률에 따른 초기 QP 값을 정확하게 예측하지 못하는 것을 볼 수 있었다. 제안하는 알고리즘에서는 실험을 통해 인트라 모드 압축 영상과 인터 모드 압축 영상의 품질 비를 이용한 모델과 영상의 복잡도를 고려한 파라미터 결정 방법을 이용하여 영상의 특성에 맞게

표 4. PSNR 비교
 Table. 4 Comparison of PSNR

영상	대역폭	JM				Proposed			
		두 번째 GOP		세 번째 GOP		두 번째 GOP		세 번째 GOP	
		초기 QP	PSNR	초기 QP	PSNR	초기 QP	PSNR	초기 QP	PSNR
Akiyo	50kbps	33	37.91	31	39.04	19	40.54	18	41.23
	60kbps	33	38.73	31	39.96	17	41.45	17	42.16
	70kbps	33	39.48	31	40.67	15	42.21	16	42.91
News	50kbps	33	32.98	31	33.34	26	34.05	25	34.29
	60kbps	33	33.80	31	34.50	24	35.12	25	35.27
	70kbps	33	34.71	31	35.07	22	36.01	24	36.15
Salesman	50kbps	33	33.33	31	32.76	20	35.47	25	36.68
	60kbps	33	34.07	31	33.49	25	35.45	23	34.15
	70kbps	33	34.89	31	34.17	24	36.24	22	35.02
M&D	50kbps	33	35.71	31	36.17	20	34.27	25	33.21
	60kbps	33	36.60	31	36.80	18	36.44	24	37.59
	70kbps	33	37.17	31	37.41	17	37.38	22	28.25

GOP의 초기 QP를 결정한다. 따라서 제안하는 알고리즘은 영상의 특성과 전송 대역폭에 맞게 초기 QP 값을 설정하게 된다. 실험 결과를 통해 제안된 알고리즘이 기존의 알고리즘에 비해 최적 초기 QP 값에 가까운 초기 QP 값을 예측하는 것을 볼 수 있었다. 이를 통해 영상의 품질인 PSNR을 기존의 알고리즘에 비해 향상시키는 것을 볼 수 있었다.

많은 프레임 레이어 비트율 제어 알고리즘이 제안되었다. 하지만 대부분의 알고리즘에서 초기 QP 값 설정은 JM 알고리즘에서 사용하는 방법을 그대로 따르고 있다. 제안된 알고리즘은 저전송률 환경에서 실시간으로 최적의 초기 QP 값을 예측하기 때문에 실시간 저전송률 환경에서 사용되는 프레임 레이어 비트율 제어 알고리즘들에 효과적으로 사용될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Z. Chen and K.N. Ngan, "Recent advances in rate control for video coding," *Signal Process.: Image Commun.*, vol 22, pp. 19-38, Jan. 2007.
- [2] 윤홍준, 서영호, 최현준, 김동욱, "H.264/A VC의 고속 인트라 예측 방법," 한국해양정보통신학회논문지, vol. 10, no. 7, pp. 1172-1179, 2006년 7월.
- [3] T. Wiegand, H. Schwarz, A. Joch, F. Kossentini, and G. J. Sullivan, "Rate-constrained coder control and comparison of video coding standards," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, pp. 688-703, Jul. 2003.
- [4] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, no. 7, pp. 1-19, Jul. 2003.
- [5] H. Wang and S. Kwong, "Rate-Distortion Optimization of Rate Control for H.264 With Adaptive Initial Quantization Parameter Determination," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 18, no. 1, pp. 140-144, Jan. 2008.
- [6] C. Lee, Y. Jung, S. Lee, Y. Oh, and J. Kim, "Real-Time Frame-Layer H.264 Rate Control for Scene-Transition

Video at Low Bit Rate," *IEEE Trans. Consumer Elect.*, vol. 53, no. 3, pp. 1084-1092, Aug. 2007.

- [7] Z. Li, F. Pan, and K. P. Lim, Adaptive Basic Unit Layer Rate Control for JVT Doc. JVT-G012-r1, Thailand, Mar. 2003.
- [8] 박상현, "적응적 베이직 유닛 레벨 H.264 비트율 제어," 한국해양정보통신학회논문지, vol. 13, no. 2, pp. 355-361, 2009년 2월.

저자소개

박상현 (Sang-Hyun Park)

한국해양정보통신학회 논문지
제13권 제2호 참조