

---

# 저전송률 비디오 압축에서 초기 QP 결정 알고리즘

박상현\*

Initial QP Determination Algorithm for Low Bit Rate Video Coding

Sang-Hyun Park\*

## 요 약

비디오 코딩에서 첫 번째 프레임은 많은 비트를 발생시키는 인트라 모드로 압축되고 다음 프레임의 인터 모드 압축에 사용되기 때문에 첫 프레임을 위한 초기 QP (Quantization Parameter) 값은 첫 프레임뿐만 아니라 이후 프레임에도 영향을 주게 된다. 일반적으로 초기 QP 값은 bpp 값에 따라 4가지 값 중에 하나로 설정되는데, 저전송률 비디오 코딩의 경우 전송률에 상관없이 35의 값으로 설정된다. 이렇게 설정하는 것은 간단한 반면 부정확한 문제가 있다. 정확한 초기 QP 값 예측을 위해서는 bpp 뿐만 아니라 영상의 복잡도와 전송률도 함께 고려하여야 한다. 제안하는 알고리즘에서는 전송 대역폭과 최적 초기 QP 값 사이에 존재하는 선형 반비례 관계를 모델링하기 위하여 선형 모델을 사용하였고, 첫 프레임의 공간적 복잡도에 따라 모델 파라미터를 결정하였다. 실험 결과는 제안하는 방법이 기존의 JM 알고리즘에 비해 정확하게 최적의 초기 QP 값을 예측하고 PSNR 성능도 더 우수함을 보여준다.

## ABSTRACT

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 (Quantization Parameter) for the first frame affects the first frame as well as the following frames. Traditionally, the initial QP is determined among four constant values only depending on the bpp. In the case of low bit rate video coding, the initial QP value is fixed to 35 regardless of the output bandwidth. Although this initialization scheme is simple, yet it is not accurate enough. An accurate initial QP prediction scheme should not only depends on bpp but also on the complexity of the video sequence and the output bandwidth. In the proposed scheme, we use a linear model because there is a linear inverse proportional relationship between the output bandwidth and the optimal initial QP. Model parameters of the model are determined depending on the spatial complexity of the first frame. 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, 초기 QP, 비트율 제어, 영상 압축

## 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 (MeH.2Absolute Diffe 예측 반면)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 GOP (Group of Pictures)의 초기 QP 값에 영향을 미치기 때문에 처음 잘못 설정되면 그 효과가 다음 GOP까지 파급되어 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 파급되어 전체 영상의 품질을 저하시킨다 [6].

초기 QP 값의 설정은 현재 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. 논문 [5]에서는 현재 프레임의 복잡도를 측정하기 위하여 H.264 AVC에서 제공되는 예측 모드 중 INTRA16 dc 모드를 이용하여 복잡도를 계산하고 각 화소값들에 대한 엔트로피를 계산하여 복잡도를 측정한다. 그리고 이 값과 bpp를 이용하여 초기 QP를 결정한다. 논문 [5]의 경우 대상 대역폭이 20 kbps에서 380 kbps이지만 주로 100kbps 이상의 대역폭에 초점을 맞추고 있어 저전송률 환경에 적합하지 않다. 본 논문에서는 저전송률 환경에 효과적인 초기 QP 값 결정 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘에서는 전송 대역폭과 최적 QP 사이의 관계를 분석하여 간단하면서도 효과적인 모델을 제시한다. 제안하는 알고리즘은 CBR (Constant Bit Rate) 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 알고리즘을 설명하고, 4장에서는 제안하는 알고리즘과 JM 알고리

증과의 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 매크로 블럭으로 설정되는 Basic Unit 단위에 할당한다. 그리고 할당된 비트량에 맞는 QP 값을 예측 모델을 이용하여 결정한다 [7].

H.264/AVC 표준에서는 각 GOP의 첫 프레임과 두 번째 프레임은 비트율 제어를 적용하지 않고 고정 QP 값을 사용한다. 세 번째 프레임부터 비트율 제어가 적용이 되어 Basic Unit 단위로 QP 값을 예측하고, 예측된 QP 값은 급격한 프레임간 영상의 품질 변화를 방지하기 위하여 프레임간 QP 값 변화가 2이하가 되도록 수정된다. 따라서 초기 QP 값이 잘못 설정되면 다음 프레임까지 영향을 미치게 된다. 초기 QP 값이 큰 값 또는 작은 값으로 정해지면 다음 프레임에서는 차이가 2이하가 되는 범위 안에서 증가 또는 감소가 이루어져서 각 프레임에 맞는 QP 값이 되기 위해서는 시간이 걸리게 된다. 또한, 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 (1)과 같이 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임의 QP 값이 결정된다.

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

여기서  $N_p$ 와  $N_b$ 는 한 GOP에서 P 프레임의 개수와 B 프레임의 개수를 나타내며,  $QP_{0,n}$ 은  $n$ 번째 GOP의 시작 QP 값이고,  $\overline{QP}_{prev}$ 는 이전 GOP의 QP 값의 평균이다. 먼저 인코딩된 이전 GOP의 QP 값들의 평균을 구하고, 이 값을  $\nabla$ 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. 따라서 초기 QP 값은 다음 GOP에도 영향을 미치게 되는 것이다. 기존 JM 알고리즘에서 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 (2)와 같이 결정된다 [8].

$$bpp = \frac{\text{Target bandwidth}}{\text{Frame rate} \times \text{Frame size}} \quad (2)$$

여기서  $bpp$ 는 픽셀당 비트수를 나타내고, Target bandwidth는 목표 대역폭을, Frame size는 한 프레임의 화소 수를 나타낸다. 이렇게 구해진  $bpp$ 에 따라 식(3)과 같이 초기 QP 값이 결정된다.

$$QP_{0,1} = \begin{cases} 35 & bpp \leq l_1 \\ 25 & l_1 < bpp \leq l_2 \\ 20 & l_2 < bpp \leq l_3 \\ 10 & bpp > l_3 \end{cases} \quad (3)$$

352×288 크기의 CIF 영상과 176×144 크기의 QCIF 영상에 대해서 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 (3)과 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.

### III. 제안하는 알고리즘

첫 프레임의 공간적 복잡도가 높은 영상의 경우 다음 프레임도 복잡도가 높고, 따라서 주어진 대역폭에 맞게 영상을 압축하기 위해서는 큰 QP 값으로 압축을 시작해야 전체 영상의 품질이 좋아진다. 반대로 첫 프레임의 공간적 복잡도가 낮은 경우 작은 QP 값으로 압축을 시작해야 전체 영상의 품질이 좋아진다. 그리고 전송 대역폭이 증가하면 초기 QP 값은 작은 값을 사용해야 전체 영상의 품질이 좋아진다. 먼저, 초기 QP 값과 전체 영상의 품질 사이의 관계를 살펴보자. 그림 1은 전송 대역폭이 30 kbps일 때 Mobile 영상을 초기 QP 값을 35와 42로 설정하여 압축할 때 PSNR 값을 비교한 것이다.

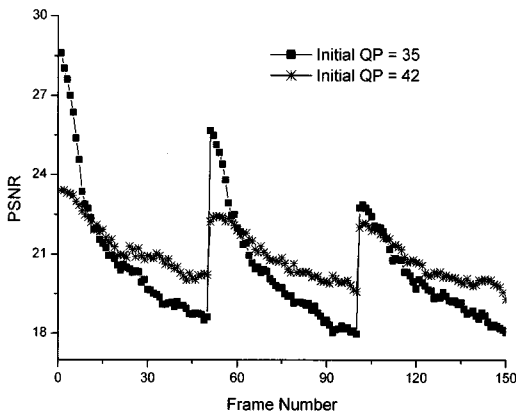


그림 1. 초기 QP 값에 따른 PSNR 성능.  
Fig. 1. PSNR performances according to the initial QP values.

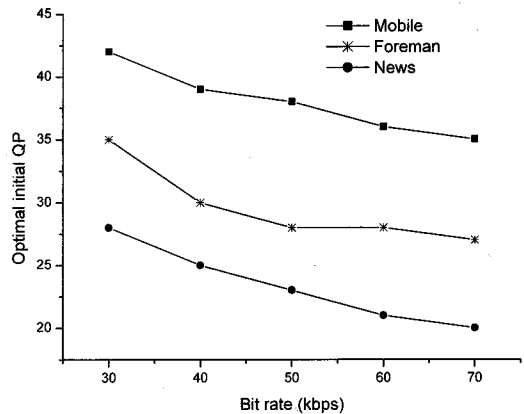


그림 2. 전송률에 따른 최적 초기 QP.  
Fig. 2. Optimal QP's according to the bit rates.

그림 1을 보면 초기 QP 값이 전체 영상의 품질에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다. 또한 초기 QP 값에 의한 영향은 첫 GOP에서 가장 크게 나타나고 이후 GOP에서는 점점 그 영향이 감소하는 것을 볼 수 있다. 제안하는 알고리즘은 첫 프레임의 영상의 복잡도와 전송 대역폭을 고려한 초기 QP 값 결정 방법을 제시한다.

다음으로 전송 대역폭과 최적의 초기 QP 값과의 관계에 대해서 살펴보자. 그림 2는 전송 대역폭이 30kbps에서 70kbps까지 변할 때 최적의 초기 QP 값을 보여준다. 여기서 최적의 QP 값은 전체 영상의 PSNR 값을 최대로 하는 초기 QP 값이다. 실험에 사용된 영상은 Mobile, Foreman, News 시퀀스이다. 이 세 영상 시퀀스는 각각 높은 공간적 복잡도, 중간 정도의 공간적 복잡도, 낮은 공간적 복잡도를 가지는 영상이다. 그림을 보면 영상의 복잡도와 상관없이 전송 대역폭과 초기 QP 값이 반비례하는 것을 알 수 있다. 그리고 기울기는 영상에 관계없이 비슷한 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이러한 특성을 반영하여 제안하는 알고리즘에서는 식 (4)와 같이 선형 모델을 사용하여 초기 QP 값을 결정한다.

$$QP_0 = \alpha \cdot R + \beta \tag{4}$$

여기서  $R$ 은 전송 대역폭이고,  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 모델 파라미터이다. 각 영상의 실험 데이터에 대해서 모델 파라미터를 최소제곱법으로 계산하면  $\alpha$ 는 음의 값을 가지고 영상마다 조금씩 다른 값지며,  $\beta$ 는 영상의 복잡도에 따라

다른 값을 가진다.

제안된 모델의 파라미터들과 영상의 복잡도와와의 관계를 살펴보자. 본 논문에서는 첫 프레임의 공간적 복잡도를 계산하기 위하여 JM 알고리즘을 이용하여 첫 프레임을 압축한다. 즉, 초기 QP 값을 35로 설정하고 첫 프레임을 압축한다. 첫 프레임이기 때문에 Intra 예측 부호화를 수행하게 되는데, Intra 예측 부호화의 경우 Inter 예측 부호화에 비해 부호화 시간이 1/4 ~ 1/2 정도이기 때문에 실시간 처리에 전혀 문제가 없다. 부호화를 수행한 후 영상의 복잡도에 대한 정보로 결과 PSNR 값을 이용한다. 동일한 QP 값으로 압축을 수행할 때 영상이 복잡할 경우 PSNR 값은 작은 값을 가지고 단순한 영상의 경우 PSNR 값은 큰 값을 가진다.

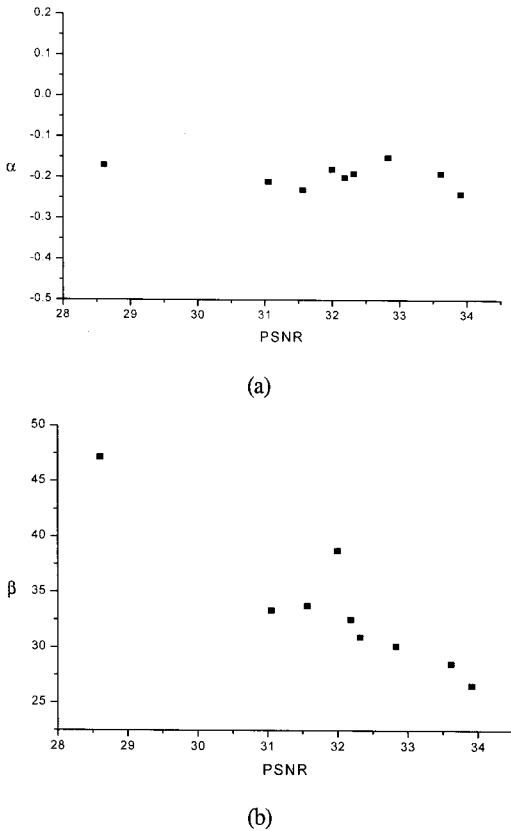


그림 3. 최적 초기 QP 값과 모델 파라미터와의 관계. (a)  $\alpha$ , (b)  $\beta$ .

Fig. 3. Relations between optimal initial QP and model parameters. (a)  $\alpha$ , (b)  $\beta$ .

그림 3은 9개의 영상 시퀀스 (Mobile, Foreman, News, Salesman, Akiyo, Mother & Daughter, Container, Hall monitor, Silent)에 대한 모델 파라미터와 PSNR과의 관계를 보여준다.  $\alpha$ 의 경우 영상의 복잡도에 상관없이 일정한 값을 가지는 것을 알 수 있다. 그리고  $\beta$ 의 경우 영상의 복잡도를 나타내는 PSNR 값과 반비례 관계를 가지는 것을 알 수 있다.

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

파라미터 상수		값
$\alpha$		-0.183
$\beta$	$a$	-4.014
	$b$	164.25

실험 결과를 반영하여 제안하는 알고리즘에서는  $\alpha$ 는 상수를 사용하였고,  $\beta$ 는 식 (5)과 같은 선형 모델을 사용한다.

$$\beta = a \cdot PSNR_{35} + b \quad (5)$$

여기서  $PSNR_{35}$ 는 첫 프레임을 QP 값을 35로 설정하여 첫 프레임을 압축했을 때의 PSNR 값이고  $a$ 와  $b$ 는 모델 파라미터 상수이다. 충분한 실험을 통해 크기가 QCIF인 영상을 목표 대역폭 76kbps 이하로 압축할 때 제안하는 모델의 파라미터 상수를 표 2와 같이 제시한다.

#### IV. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 JM 11.0에 사용된 비트율 제어 알고리즘 [8]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

프레임을 QP 값 35로 압축했을 때 PSNR 값이 28.61이기 때문에 제안 하는 모델에 의해 초기 QP 값은 39로 설정 된다. Mobile 영상의 경우 영상의 공간적 복잡도가 높은 영상이다. 그림과 같이 초기 QP 값 35는 너무 작은 값으로 초기 프레임들이 상대적으로 높은 PSNR을 가진다. 이것은 GOP 내의 초기 프레임들의 압축 결과 비트량이 너무 많기 때문에 나머지 프레임들에 할당할 비트가 부족하여 GOP 내에서 후반부의 프레임들은 낮은 PSNR 값을 가지게 된다.

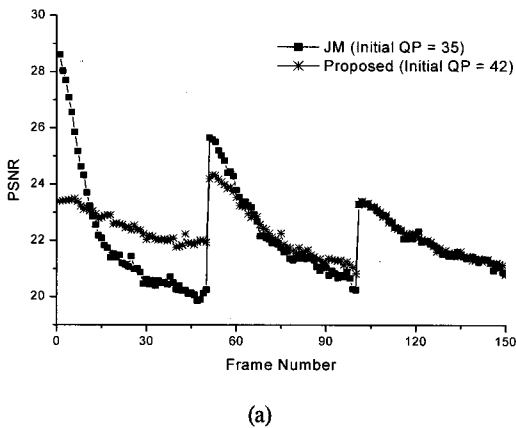


표 4. 최적 초기 QP 값과의 차이  
Table. 4 Difference between the optimal initial QP value and QP values

영상	JM	Proposed
Foreman	5.4	2.8
Mobile	3.0	2.2
News	11.6	2.6
Salesman	10.8	5.8
Akiyo	17.6	0.6
M&D	15.6	0.6
Container	13.2	3.2

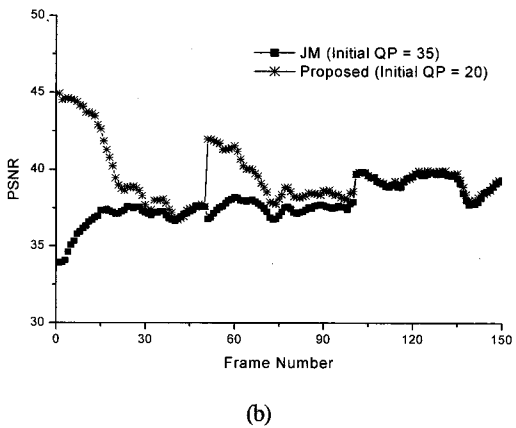


그림 4. PSNR 값 비교 (40kbps).  
(a) Mobile, (b) Akiyo.  
Fig. 4. Comparison of PSNR (40kbps).  
(a) Mobile, (b) Akiyo.

그림 4의 (a)는 Mobile 영상을 전송 대역폭 40kbps에 맞춰 압축했을 때 PSNR 값을 보여준다. JM 알고리즘의 경우 초기 QP 값은 35이고, 제안하는 알고리즘의 경우 첫

그림 4의 (b)는 Akiyo 영상을 전송 대역폭 40kbps에 맞춰 압축했을 때 PSNR 값을 보여준다. 첫 프레임을 QP 값 35로 압축했을 때 PSNR 값이 33.91이므로 제안하는 모델에 의해 초기 PSNR 값은 20이 된다. JM 알고리즘은 영상에 상관없기 때문에 35로 설정된다. Akiyo 영상은 영상의 공간적 복잡도가 낮은 영상으로 초기 QP 값 35는 너무 큰 값이다. 처음 프레임이 너무 큰 QP 값으로 압축되기 때문에 나머지 영상들의 PSNR 값도 같이 낮은 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 제안하는 알고리즘에서는 적절한 초기 QP 값으로 압축을 시작하기 때문에 전체 영상의 PSNR을 향상시키는 것을 볼 수 있다.

표 4는 전체 영상의 PSNR을 최대로 하는 최적의 초기 QP 값과 각 알고리즘에서 계산한 초기 QP 값과의 차이를 보여준다. 각 영상에 대해서 30, 40, 50, 60, 70kbps에 대해 실험을 수행하여 차이의 평균을 계산하였다. 영상에 상관없이 제안하는 알고리즘이 JM 알고리즘에 비해 비교적 정확하게 최적의 초기 QP 값을 계산하는 것을 보여준다.

표 5. PSNR 비교  
Table. 5 Comparison of PSNR

영상	대역폭	JM			Proposed		
		초기 QP	PSNR	PSNR <sub>0</sub>	초기 QP	PSNR	PSNR <sub>0</sub>
Foreman	40kbps	35	30.34	31.12	29	30.42	31.31
	70kbps	35	32.99	33.38	23	33.01	33.60
Mobile	40kbps	35	22.08	21.98	42	22.27	22.52
	70kbps	35	24.78	25.11	37	24.77	25.05
News	40kbps	35	32.17	32.37	28	32.65	33.94
	70kbps	35	35.20	35.14	22	36.15	37.40
Salesman	40kbps	35	32.02	31.35	32	32.24	32.05
	70kbps	35	34.58	33.62	26	35.55	35.52
Akiyo	40kbps	35	37.83	36.79	20	39.53	39.99
	70kbps	35	40.21	39.53	14	42.38	42.62
M&D	40kbps	35	35.66	36.37	21	36.36	38.46
	70kbps	35	38.05	38.76	16	38.92	40.84
Container	40kbps	35	34.82	34.41	27	35.49	36.01
	70kbps	35	36.67	36.41	21	37.63	38.08

표 5는 JM 알고리즘과 제안하는 알고리즘의 PSNR 성능을 비교한 것이다. 전체 영상의 PSNR을 비교하면 제안하는 알고리즘이 우수한 PSNR 성능을 보이는 것을 알 수 있다. Mobile 영상의 경우 70kbps로 압축할 때 전체 영상에 대한 PSNR 값이 제안하는 알고리즘보다 JM 알고리즘이 더 좋다. 이것은 최적의 초기 QP 값이 우연히 JM 알고리즘에서 사용하는 35와 일치하기 때문이다. 제안하는 알고리즘은 2만큼 크게 예측을 하기 때문에 PSNR 값이 낮게 나온다. 하지만 그 차이는 그렇게 크지 않은 것을 알 수 있다. 초기 QP 값의 설정은 첫 GOP뿐만 아니라 이후 GOP에도 영향을 준다. 하지만 첫 번째 GOP에 가장 큰 영향을 준다. PSNR<sub>0</sub>는 첫 번째 GOP의 PSNR 값이다. 첫 번째 GOP의 PSNR 값의 경우 제안하는 알고리즘이 JM 알고리즘에 비해 큰 값을 가지는 것을 볼 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 H.264 비트율 제어에서 초기 QP 값 결정 알고리즘을 제안하였다. JM 모델에서 사용하는 초기

QP 값 결정 알고리즘은 영상의 복잡도를 고려하지 않으며, 영상의 크기와 프레임 레이트, 대역폭을 고려하여 네 개의 범주로 나누고 각 범주마다 하나의 값을 할당하고 있다. 실험 결과 JM 알고리즘은 영상과 전송률에 따른 초기 QP 값을 정확하게 예측하지 못하는 것을 볼 수 있었다. 제안하는 알고리즘에서는 전송 대역폭에 따른 초기 QP 값 설정 모델을 제시하였고, 각 영상의 복잡도에 맞게 파라미터를 결정하는 모델을 제시하였다. 따라서 제안하는 알고리즘은 영상의 특성과 전송 대역폭에 맞게 초기 QP 값을 설정한다. 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 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] 박상현, "적응적 베이직 유닛 레벨 H.264 비트율 제어," 한국해양정보통신학회논문지, vol. 13, no. 2, pp. 355-361, 2009년 2월.
- [8] Z. Li, F. Pan, and K. P. Lim, Adaptive Basic Unit Layer Rate Control for JVT Doc. JVT-G012-r1, Thailand, Mar. 2003.

## 저자소개

박 상 현 (Sang-Hyun Park)

한국해양정보통신학회 논문지  
제13권 제2호 참조