

# 비트율 제어를 위한 인트라 프레임 양자화 모델링

박상현\*

## Quantization Modeling of Intra Frame for Rate Control

Sang-Hyun Park\*

### 요약

비디오 코딩에서 GOP의 첫 번째 프레임은 많은 비트를 발생시키는 인트라 모드로 압축되고 다음 프레임의 인터 모드 압축에 사용되기 때문에 첫 프레임인 인트라 프레임의 압축 결과는 이후 프레임에도 영향을 주게 된다. 기존 알고리즘의 경우 인트라 프레임의 압축은 bpp 값에 따라 양자화 파라미터를 설정하여 압축하는데, 이때 bpp는 영상의 특성을 전혀 고려하지 않는다. 정확한 인트라 프레임 압축을 위해서는 bpp 뿐만 아니라 영상의 복잡도와 전송률을 함께 고려하여 양자화 파라미터를 결정하여야 한다. 본 논문에서는 GOP의 인코딩 특성에 대한 분석을 바탕으로 인트라 프레임 압축을 위한 양자화 파라미터를 계산에 필요한 실시간 양자화 모델링 방법을 제안한다. 실험 결과는 제안하는 모델이 인트라 프레임의 특성을 잘 반영하고 있으며 또한 실시간으로 모델 파라미터를 구하는 방법도 효과적으로 작동함을 보여준다.

### ABSTRACT

The first frame of a GOP 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 encoding results of the intra frame affects the first frame as well as the following frames. Traditionally, the quantization parameter for an intra frame is determined only depending on the bpp not considering the characteristics of the intra frame. For accurate intra frame encoding, we should consider not only bpp but also the complexity of the video sequence and the output bandwidth. In this paper, we propose a real-time quantization model which is used to calculate the quantization parameter for an intra frame encoding based on the investigation on the characteristics of a GOP. It is shown by experimental results that the proposed quantization model captures the characteristics of an intra frame effectively and the proposed method for model parameters accurately estimates the real values.

### 키워드

Rate Control, Video Compression, H.264/AVC, Initial QP, Quantization Model  
비트율 제어, 영상 압축, H.264/AVC, 초기 QP, 양자화 모델

## 1. 서론

비디오 코딩에서 비트율 제어는 MPEG, H.263, H.264와 같은 다양한 표준에서 다양한 응용에 맞게

연구가 진행되고 있다[1-2]. 비디오 인코더를 구현하기 위해서는 매크로블록 모드, 양자화 파라미터 (QP: Quantization Parameter), 프레임 타입, 프레임 레이트와 같은 코딩 파라미터들이 결정되어야 한다. 이러한

\* 교신저자(corresponding author) : 순천대학교 멀티미디어공학과(shark@scnu.ac.kr)  
접수일자 : 2014. 08. 28

심사(수정)일자 : 2014. 09. 25

게재확정일자 : 2014. 10. 17

코딩 파라미터들을 어떻게 결정하는지는 비디오 표준에 명시되어 있지 않지만 코딩 파라미터의 설정은 비디오 압축에서 성능에 많은 영향을 주게 된다. 특히 비트율 제어는 압축 결과 비트양을 조절하는 것으로 양자화 파라미터 (Quantization Parameter : QP)의 설정을 통해 결과 영상의 비트율을 목표 비트율에 맞추거나 버퍼의 오버플로우와 언더플로우를 방지하는데 중요한 역할을 수행한다[2-3].

H.264 비디오 표준은 이전의 표준들에 비해 아주 뛰어난 압축 효율 때문에 많은 관심을 받고 있다[4]. 이러한 압축 효율을 구현하기 위하여 H.264 비디오 표준은 다양한 영상 압축 요소기법들이 사용한다. 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[5-6].

비트율 제어를 위한 방법의 경우 많은 알고리즘들은 최적의 QP를 찾기 위해 RDO와 영상의 통계치 간의 상호 의존적인 관계를 해결하기 위한 모델 개발에 초점을 맞추고 있고 상대적으로 하나의 양자화 파라미터를 사용하는 인트라 프레임에 대한 비트율 제어 연구는 부족한 상황이다. 인트라 프레임은 주로 bpp (Bits Per Pixel)에 따라 설정된 양자화 파라미터를 이용하여 압축하는 방법을 사용하고 있다[6]. bpp에 따라 설정하는 방법은 간단하지만 정확하지 않다는 치명적인 단점이 있다. 인트라 프레임의 압축에서 양자화 파라미터의 설정은 다음 GOP (Group of Pictures)의 양자화에도 영향을 미치기 때문에 처음 잘못 설정되면 그 효과가 다음 GOP까지 과급되어 전체 영상에 걸쳐 손실을 초래하기 때문에 정확하게 설정되어야 한다[7].

본 논문에서는 저전송률로 영상을 압축할 때 인트라 프레임의 QP에 따른 GOP의 PSNR 특성을 분석하고 이를 바탕으로 효과적으로 QP를 결정하기 위한 적응적 양자화 모델을 제안한다. 이를 위해 JVT에서 제공되는 참조 소프트웨어 중 최신 버전인 JM 18.4를 사용한다. JM 18.4에서는 초기 QP를 결정하는 방법은 JVT-W057에서 제안된 방법을 사용한다[6]. 먼저, JVT-W057에서 제안된 방법의 문제점을 분석하고 이

를 바탕으로 GOP의 양자화 모델을 제안한다. 그리고 제안하는 모델의 파라미터를 실시간으로 결정하는 알고리즘을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 JVT 알고리즘에서 사용되는 초기 QP 값 결정 알고리즘에 대해서 설명한다. 3장에서는 제안하는 초기 QP 모델과 실시간으로 모델 파라미터를 결정하는 알고리즘을 설명하고, 4장에서는 제안하는 알고리즘의 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 연구 배경

H.264/AVC의 비트율 제어는 JVT-W057에 제시되어 있다[6]. 비트율 제어는 레이어별로 구성되며 본 논문에서는 GOP 레이어 비트율 제어에 대해서 설명한다. JVT-W057에서는 각 GOP의 첫 프레임과 두 번째 프레임은 비트율 제어를 적용하지 않고 고정 QP 값을 사용한다. 세 번째 프레임부터 비트율 제어가 적용된다.

첫 GOP의 경우 인트라 프레임의 QP (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[6].

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

여기서  $bpp$ 는 픽셀당 비트 수를 나타내고,  $Target\ bandwidth$ 는 목표 대역폭을,  $Frame\ size$ 는 한 프레임의 화소 수를 나타낸다. 이렇게 구해진  $bpp$ 에 따라 식(2)와 같이 첫 GOP의 초기 QP 값 ( $QP_1(1)$ )이 결정된다.

$$QP_1(1) = \begin{cases} 40 & bpp \leq l_1 \\ 30 & l_1 < bpp \leq l_2 \\ 20 & l_2 < bpp \leq l_3 \\ 10 & bpp > l_3 \end{cases} \quad (2)$$

영상의 크기에 따라에 권장하는  $l_1, l_2, l_3$  값은 표준안에 정의되어 있다[6].

두 번째 GOP 부터는 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임의 QP 값이 식 (3)과 같이 결정된다.

$$\begin{aligned} QP_1(i) &= \overline{PQP}(i-1) - \min\left(2, \frac{N(i-1)}{15}\right), \\ QP_1(i) &= \min\{QP_1(i-1) + 2, QP_1(i)\} \\ QP_1(i) &= \max\{QP_1(i-1) - 2, QP_1(i)\}. \end{aligned} \quad (3)$$

여기서  $QP_1(i)$   $i$ 번째 GOP의 초기 QP이고  $N(i)$  는  $i$ 번째 GOP의 크기를 나타내며,  $\overline{PQP}(i)$ 는  $i$ 번째 GOP의 P 프레임 압축에 사용된 QP의 평균이다. JVT에서 사용하는 GOP 레이어 비트율 제어에서는 식 (1)에 의해 초기 QP가 이전 GOP의 P 프레임에 사용된 QP들의 평균 ( $\overline{PQP}$ )과의 차이가 2 이하가 되도록 설정된다. 하지만 모든 영상에 이 방법이 최적인 것은 아니다[8].

각 영상의 특성을 반영하기 위한 방법으로 인트라 프레임과 인트라 프레임 사이의 PSNR 값을 이용하는 방법이 제안되었다[8]. 이 알고리즘에서는 인트라 프레임인 I 프레임과 P 프레임의 PSNR 비율 ( $R_{psnr}$ )을 이용한다. 한 GOP에 대해서  $R_{psnr}$ 는 식 (4)와 같이 정의된다.

$$R_{psnr} = \frac{PSNR_P}{PSNR_I} \quad (4)$$

여기서  $PSNR_I$ 는 I 프레임의 PSNR이고  $PSNR_P$ 는 GOP의 P 프레임들의 평균 PSNR이다. 여러 시험 영상을 대상으로 다양한 전송 대역폭에 대해서  $R_{psnr}$  특성을 분석했을 때 영상과 전송 대역폭에 따라  $R_{psnr}$  값은 달라진다. 같은 영상일 때도 GOP의 크기가 다르면  $R_{psnr}$  값은 역시 다른 값을 가진다. 하지만 GOP의 PSNR이 최대가 될 때의  $R_{psnr}$  값 ( $R_{op}$ )은 비슷하게 나타난다. 다양한 시험 영상에 대해서 전송 속도별  $R_{op}$  값을 실험했을 때  $R_{op}$ 는 영상과 전송 속도에 상관없이 0.91에서 1.0 사이의 값을 가지는 것을 알 수 있다. 즉,  $R_{op}$ 는 영상과 전송 속도에 상관없이 비교적 일정한 값을 가짐을 알 수 있다.  $R_{op}$ 는 영상과 전송 대역폭에 상관없이 일정한 값을 가지므로  $R_{psnr}$ 과 초기 QP 사이의 관계를 모델링 할 수 있

게 쉽게 최적의 초기 QP 값을 구할 수 있다. 본 논문에서는  $R_{psnr}$ 과 초기 QP 사이의 관계를 실시간으로 모델링하는 효과적인 방법을 제안한다.

### III. 제안하는 실시간 모델

본 논문에서는 다양한 영상에 대해서 여러 초기 QP 값을 이용하여 인트라 코딩한 결과를 바탕으로 모델을 수립하였다.

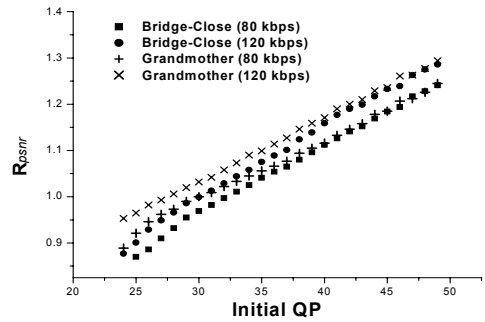


그림 1.  $R_{psnr}$ 와 초기 QP 사이의 관계  
Fig. 1 Relations between  $R_{psnr}$  and initial QP

그림 1은 Bridge-Close 시험 영상과 Grandma 시험 영상을 대상으로 전송 대역폭이 80 kbps와 120 kbps일 때  $R_{psnr}$ 와 초기 QP와의 관계 결과를 보여준다. 초기 QP가 너무 작으면 인트라 프레임의 결과 비트양이 너무 커서 전체 QOP의 인코딩 결과가 할당된 비트양을 초과하게 된다. 본 논문에서는 초과 비트양이 한프레임에 할당된 비트양의 절반을 초과하지 못하도록 설정하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 영상과 전송 속도에 따라 다른 특성을 보여준다. 또한, 각각의 그룹이 선형의 형태를 띠는 것도 알 수 있다. 본 논문에서는 이러한 선형의 특성을 반영하여  $R_{psnr}$ 과 초기 QP 사이의 관계에 대해서 식 (5)와 같은 선형 모델을 사용한다.

$$R_{psnr} = a \cdot QP_1(i) + b \quad (5)$$

여기서  $a$ 와  $b$ 는 모델 파라미터이다.

식 (5)의 선형 모델에서 중요한 것은 모델 파라미터를 어떻게 결정하느냐이다. 실시간 압축에서는 데이터를 미리 분석할 수 없기 때문에 실시간으로 적용할 수 있는 적절한 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 Recursive Least Squares Estimation (RLSE) 방법[9]을 이용하였다. RLSE를 식 (5)에 적용하기 위해서는 다음 식에 맞게 상태를 정의하여야 한다.

$$y_i = H_i \cdot x_i + v_i \quad (6)$$

제안하는 알고리즘에서는 식 (7)과 같이 상태를 정의하고 정의된 상태를 바탕으로 필요한 파라미터도 정의하였다.

$$\begin{aligned} x_i &= \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}, \\ y_i &= R_{psnr}(i), \\ H_i &= (QP_1(i), 1), \\ E(v_i^2) &= R_i. \end{aligned} \quad (7)$$

여기서 값을 예측해야 하는 것은  $x_i$ 이다.  $x_i$ 에 대한 예측값을  $\hat{x}_i$ 라고 하면 예측값은 식 (8)과 같이 재귀적으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} K_i &= P_{i-1}H_i^T(H_iP_{i-1}H_i^T + R_i)^{-1}, \\ \hat{x}_i &= \hat{x}_{i-1} + K_i(y_i - H_i\hat{x}_{i-1}), \end{aligned} \quad (8)$$

$$P_i = (I - K_iH_i)P_{i-1}(I - K_iH_i)^T + K_iR_iK_i^T.$$

여기서  $K_i$  은 이전 예측값에 어느 정도 측정값을 반영하여 현재 예측값을 결정할지를 나타내는 가중치이고  $P_i$ 는 예측 에러에 대한 공분산이다.

실제로 파라미터를 예측하기 위하여 RLSE 알고리즘을 적용하기 위해서는 먼저 초기값이 결정되어야 한다.  $y_i$ 는 실측값이기 때문에 초기값 설정이 필요 없지만  $x_i$ 의 경우 첫 GOP부터 예측하는 것은 불가능하다.  $R_i$ 는 측정 에러를 반영하기 위한 파라미터이기 때문에 실시간 모델링의 경우 모델의 정확도를 측정하여 그 값을 반영하여야 한다.  $P_i$ 는 상대적으로 결과값에 민감하지 않은 파라미터로 실험을 통해 적절

한 초기값만 설정하면 된다. 본 논문에서 제안하는 실시간 파라미터의 예측 방법은 다음의 세 단계로 이루어진다.

**1단계** - 2개의 GOP를 정해진 QP로 인코딩

제안하는 알고리즘에서 전체 영상 시퀀스의 처음 두 개의 GOP는 정해진 값으로 인코딩을 하고, 그 결과값을 이용하여 세 번째 GOP부터 파라미터를 예측한다. 두 개의 GOP 중 첫 번째 GOP는 기존 알고리즘을 이용하여 초기 QP를 계산하여 인코딩한다. 그리고 두 번째 GOP는 첫 번째 초기 QP에 5를 뺀 값으로 인코딩한다.

**2단계** - 모델 파라미터의 초기값 결정

인코딩된 두 개의 GOP에 대한  $R_{psnr}$  값과 초기 QP 값을 이용하여  $\hat{x}_2$ 의 요소인  $a$ 와  $b$ 의 초기값을 계산한다.  $R_2$ 는 측정된 에러값이 없기 때문에 0으로 설정하고  $P_i$ 는 실험을 통해 적절한 상수값을 설정한다. 초기값 설정은 식 (9)와 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} a &= \frac{R_{psnr}(2) - R_{psnr}(1)}{QP_1(2) - QP_1(1)}, \\ b &= R_{psnr}(2) - a \cdot QP_1(2), \\ R_2 &= 0, \quad P_2 = \begin{pmatrix} 0.7 & 0 \\ 0 & 0.7 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (9)$$

**3단계** - 파라미터 계산 및  $R_i$  업데이트 반복

3단계는 반복적으로 파라미터를 예측하는 단계로 먼저 식 (3)을 이용하여  $\hat{x}_i$  계산한다. 그리고 인코딩 후 인코딩된 결과인 측정값  $y_i$ 를 이용하여  $R_i$ 를 식 (10)을 이용하여 갱신하고  $i+1$ 단계로 넘어가 다시 파라미터를 예측한다.

$$\begin{aligned} v_i &= y_i - H_i\hat{x}_i, \quad (i \geq 3) \\ \mu_i &= \frac{i-3}{i-2}\mu_{i-1} + \frac{1}{i-2}v_i, \\ R_i &= \frac{i-3}{i-2}R_{i-1} + \frac{1}{i-2}(v_i - \mu_i)^2. \end{aligned} \quad (10)$$

#### IV. 실험결과

제안하는 양자화 모델의 성능을 분석하기 위해서 다양한 영상과 다양한 전송률에 대해서 실험을 수행하였고, 제안하는 파라미터 예측 방법이 실시간으로 모델 파라미터를 정확하게 예측하는지를 분석하였다. 본 논문에서는 저전송률에 적합한 영상을 중심으로 실험을 수행하였다. 저전송률에 적합한 응용은 원격감시, 화상전화 등의 응용으로, 원격감시에 해당하는 Bridge-Close, Bridge-Far 시험영상과 화상전화에 해당하는 Grandmother, Mother & Daughter 시험영상에 대한 실험결과를 제시한다. 실험에 사용한 H.264 코덱은 JVT에서 제공되는 참조 소프트웨어 중 최신 버전인 JM 18.4이며, 인트라 프레임 코딩에서 양자화 파라미터를 계산하는 부분에 대해서 제안하는 알고리즘을 적용하였다. H.264 코딩에 필요한 파라미터는 표 1과 같다.

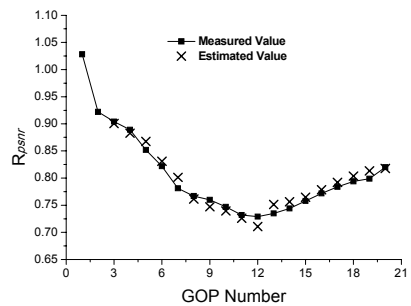
표 1. 실험환경

Table 1. Experimental environment

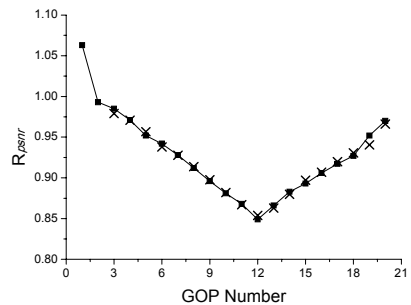
Source Resolution	176×144
Basic Unit	1
RDO	ON
Search Range	16
Reference Frames	2
GOP Structure	IPPPP
Intra Period	30

그림 2는 Bridge-Close, Bridge-Far, Grandmother, Mother & Daughter 시퀀스를 120 kbps로 압축했을 때  $R_{psnr}$  값을 보여준다. 파라미터 예측의 정확도를 측정하기 위하여 20개의 GOP에 대해서 실험을 수행하였고, 첫번째 GOP는 JVT 알고리즘을 적용하여 초기 QP 값으로 30을 설정하고 두 번째 GOP는 25를 적용하였다. 나머지 18개의 GOP는 초기 QP값을 25에서 15까지 순차적으로 변화시키면서 압축하였다. 각 시퀀스의 20개 GOP는 시퀀스 내에 장면전환이 없기 때문에 비슷한 형태의 프레임으로 구성되어 있으나 완전히 동일한 프레임이 아니기 때문에 이전 GOP의 압축 결과를 이용하여 예측한 값이 다음 GOP의 실제

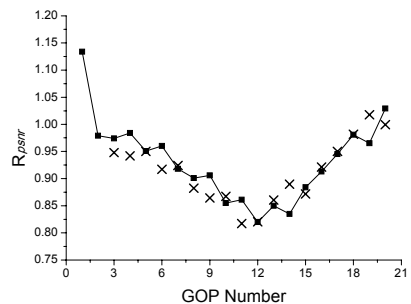
특성과 약간의 오차를 발생시키게 된다. 오차의 크기는 영상의 특성에 따라 다양하게 나타날 수 있다. Bridge-Close와 Bridge-Far 영상의 경우 아주 작은 움직임이 일관되게 영상에 나타나기 때문에 GOP 사이의 차이를 비교적 정확하게 예측할 수 있다. 하지만 Grandmother와 Mother & Daughter 영상의 경우 불규칙한 움직임이 갑자기 발생하기 때문에 예측값과 실측값에 약간의 차이가 발생하는 것을 알 수 있다. 전체적으로 제안하는 모델이 약간의 오차가 있지만 실측값을 잘 예측하는 것을 알 수 있다.



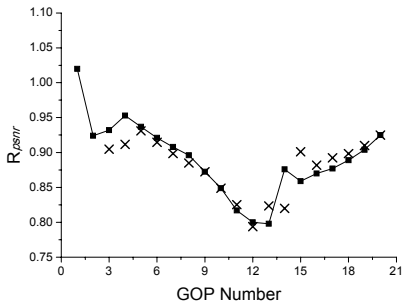
(a) Bridge-close sequence



(b) Bridge-far sequence



(c) Grandmother sequence

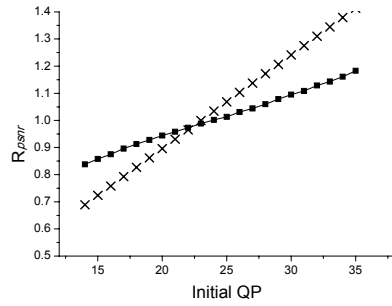


(d) Mother & daughter sequence

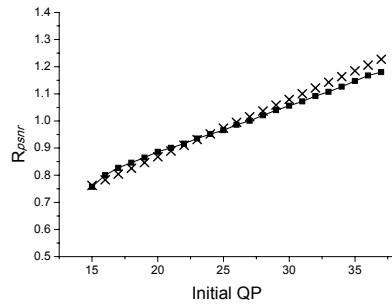
그림 2. 예측값과 실측값 비교

Fig. 2 Comparison between estimated values and measured values

그림 3은 그림 2의 실험에서 19번째 GOP에 대한 초기 QP와  $R_{psnr}$  관계를 보여준다. 인트라 프레임을 다양한 초기 QP로 압축했을 때 초기 QP와  $R_{psnr}$  관계는 선형형태를 보인다.

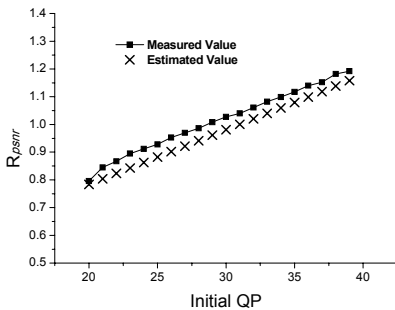


(c) Grandmother sequence

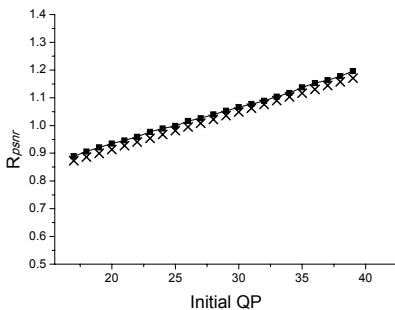


(d) Mother & daughter sequence

그림 3.  $R_{psnr}$ 와 초기 QP 사이의 관계  
Fig. 3 Relations between  $R_{psnr}$  and initial QP



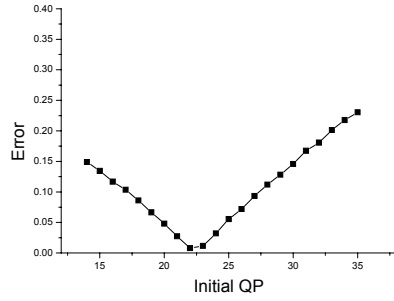
(a) Bridge-close sequence



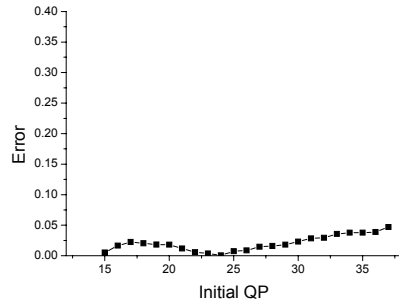
(b) Bridge-far sequence

Bridge-Close와 Bridge-Far 영상의 경우 모든 GOP의 파라미터를 비교적 정확하게 예측하고 있으며, 따라서 19번째 GOP에 대해서도 초기 QP와  $R_{psnr}$  관계를 잘 예측함을 보여준다. Grandmother와 Mother & Daughter 영상의 경우 불규칙한 움직임으로 인해 전체 GOP에 대한 결과에서 약간의 오차가 발생하는 특성이 있다. 19번째 GOP에 대해서 Grandmother의 경우는 예측한 파라미터가 비교적 부정확하여 실측값과 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 반면, Mother & Daughter의 경우 비교적 정확하게 예측하는 것을 알 수 있다. Mother & Daughter 영상의 경우 Grandmother 영상과 유사하게 예측값이 약간의 에러를 포함하게 된다. 하지만 제안한 모델은 불규칙한 움직임에 의한 오류결과를 반영하여 다시 예측하기 때문에 오차를 빠르게 보정할 수 있다. 이러한 특성으로 Mother & Daughter 영상의 19번째 GOP에서는 비교적 정확하게 GOP의 특성을 예측하고 있다.

그림 4는 그림 3의 실험 결과에서 실측값과 예측값의 차이를 보여준다. Birdge-Close, Bridge-Far, Mother & Daughter 영상은 모두 0.05 이하의 에러를 보이고 있다. 이것은 제안하는 모델이 GOP의 특성을 잘 예측한 결과이다. 그런데 Grandmother 영상의 경우 초기 QP값이 22와 23일 때 에러값이 최소이고 22와 23에서 멀어질수록 에러가 커지는 것을 알 수 있다. 그런데 그림 3의 (c)를 보면 초기 QP 값 22와 23은  $R_{psnr}$  값이 0.9와 1 사이일 때에 해당되는 것을 알 수 있다. 일반적으로  $R_{psnr}$  값이 너무 작으면, 즉 인트라 프레임에 너무 많은 비트가 할당되면 인코딩 결과가 하나의 GOP에 할당된 비트양을 초과하게 되어 다음 GOP의 성능을 나쁘게 하고  $R_{psnr}$  값이 너무 크면, 즉 인트라 프레임의 화질이 너무 나쁘면 전체 GOP의 화질도 같이 나빠지게 된다. 따라서 초기 QP는  $R_{psnr}$ 이 0.9에서 1 사이의 값이 되도록 관리한다[8]. Grandmother 영상의 경우에도 이 범위를 적용하면 오차 범위가 0.05 이하에서 예측되고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 제안하는 모델은 실질적인 비트율 제어에 아주 효과적으로 사용될 수 있음을 알 수 있다.



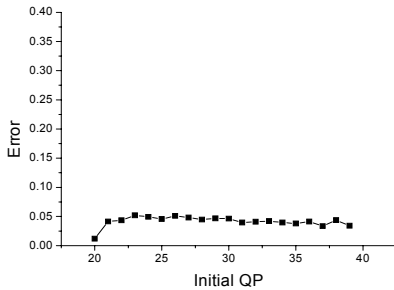
(c) Grandmother sequence



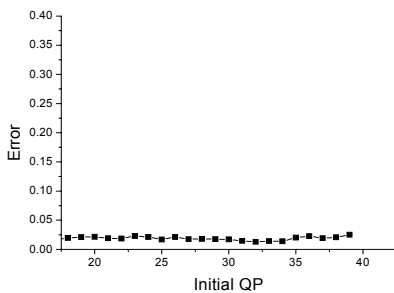
(d) Mother &amp; daughter sequence

그림 4. 제안한 모델의 예측 오류 분석

Fig. 4 Analysis on estimation error of the proposed model



(a) Bridge-close sequence



(b) Bridge-far sequence

## V. 결론

본 논문에서는 H.264 비트율 제어에서 인트라 프레임 압축을 위한 초기 QP 값 결정에 필요한 양자화 파라미터를 실시간으로 예측하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 초기 QP와  $R_{psnr}$  관계를 선형으로 모델링하고 모델 파라미터를 실측된 값을 반영하여 실시간으로 계산하는 방법을 제시한다. JVT에서 사용하는 초기 QP값 결정 알고리즘은 영상의 복잡도를 고려하지 않으며, 영상의 크기와 프레임 레이트, 대역폭만을 고려하여 네 개의 범주로 나누고 각 범주마다 하나의 값을 할당하기 때문에 해당 영상의 품질을 최적으로 압축할 수 없다. 제안하는 모델은 여러 GOP에 대해서 다양한 초기 QP를 이용하여 압축한 결과를 바탕으로 제안되었으며, 영상의 특성 및 전송 속도에 대한 특성을 효과적으로 반영할 수 있다. 실험을 통해 제안하는 모델이 다양한 영상의 GOP 특

성을 잘 반영하고 있음을 확인하였고, 파라미터 예측 알고리즘도 정확하게 해당 영상의 특성을 예측함을 알 수 있었다.

제안하는 모델은  $R_{op}$  값이 결정되면 간단하게 최적의 초기 QP값을 구해준다.  $R_{op}$ 의 경우 단순히 GOP의 PSNR을 최대로 하는  $R_{op}$ 로 정의할 수 있지만 응용에 따라서는 I 프레임과 P 프레임의 PSNR 차이를 줄이는 방향으로 설정할 수 있다. 응용에 맞게  $R_{op}$ 를 설정한 후 제안하는 모델을 이용하여 목적에 맞게 초기 QP를 결정할 수 있기 때문에 제안하는 모델은 영상통화와 같은 실시간 응용에 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.

### References

[1] Z. Chen and K. N. Ngan, "Recent advances in rate control for video coding," *Signal Process. : Image Commun.*, vol. 22, Jan. 2007, pp. 19-38.

[2] Y.-J. Shin, N.-R. Son, N. D. Toan, and G.-S. Lee, "H.264/AVC to MPEG-2 Video Transcoding by using Motion Vector Clustering," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 5, no. 1, 2010, pp. 23-30.

[3] S.-W. Kwak, H. Choi, and J.-M. Yang, "A Real-time Video Transferring and Localization System in HSPDA Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 21-26.

[4] H. Yun, Y. Seo, H. Choi, and D. Kim, "High-speed Intra Prediction Method for H.264/AVC," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 10, no. 7, 2006, pp. 1172-1179.

[5] 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, July 2003, pp. 688-703.

[6] K. Lim, G. Sullivan, and T. Wiegand, "Text Description of Joint Model Reference Encoding

Methods and Decoding Concealment Methods," *JVT-W057*, San Jose, CA, Apr. 2007.

[7] 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, Jan. 2008, pp. 140-144.

[8] S.-H. Park, "Initial QP Modeling for GOP Layer Rate Control," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1377-1383.

[9] P. C. Young, *Recursive Estimation and Time-Series Analysis*. Berlin : Springer-Verlag, pp. 29-45, 2011.

### 저자 소개

#### 박상현(Sang-Hyun Park)



1995년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1997년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2002년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

2001년 현대네트웍스(주) 과장

2004년 순천대학교 멀티미디어공학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 패턴인식