

# H.264/AVC를 위한 초기 Quantization Parameter 결정 알고리즘

(The First Quantization Parameter Decision Algorithm for the H.264/AVC Encoder)

권 순 영<sup>†</sup>      이 상 현<sup>\*\*</sup>      이 동 하<sup>\*\*\*</sup>  
(Soon-young Kwon)   (Sang-heon Lee)   (Dong-ha Lee)

**요 약** 동영상 압축 표준인 H.264/AVC는 압축 효율을 높이기 위해서 기존의 표준과는 다른 적응적인 비트율 제어(Adaptive Rate Control) 기법을 제공한다. 하지만 동영상의 첫 프레임에 대한 QP를 정확히 예측하지 못하는 문제점을 보인다. 부호화 입력 변수 중 일부 값을 이용해서 3~4개의 특정 상수 값 중에 하나를 선택하여 초기 QP 값을 정하게 된다. 이렇게 구해진 초기 QP값은 실제 부호화 되었을 때의 비트양을 고려하지 않은 방법이라서 특정 영상에서는 비트율 제어에 실패하거나 화질이 급격하게 변하는 모습들을 보여준다. 본 논문에서는 H.264/AVC 부호화기에서 첫 번째 프레임의 QP값을 결정하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 기존의 방법에 따라 초기 QP를 결정해서 부호화를 수행한 후 생성되는 비트양에 따라서 새로운 초기 QP 값을 구한다. 생성되는 비트양과 새로운 초기 QP 값 사이에는 선형 관계(A linear QP prediction model)가 성립하므로 최적에 가까운 초기 QP값을 예측 할 수 있다. 이렇게 구해진 새로운 초기 QP값을 이용해서 첫 프레임을 재부호화 한다. 실험결과 기존 알고리즘으로는 비트율 제어가 불가능 했던 영상을 효율적으로 비트율 제어를 하였고 기존의 방법보다 평균 PSNR의 향상을 확인하였다. 화면 사이의 화질 변화 폭을 줄임으로써 주관적인 화질 또한 향상하였다.

**키워드** : H.264/AVC 부호화기, 초기 QP, 비트율 제어, 선형 QP 예측 모델

**Abstract** To improve video quality and coding efficiency, H.264/AVC adopted an adaptive rate control. But this method has a problem as it cannot predict an accurate quantization parameter (QP) for the first frame. The first QP is decided among four constant values by using encoder input parameters. It does not consider encoding bits, results in significant fluctuation of the image quality and decreases the average quality of the whole coded sequence. In this paper, we propose a new algorithm for the first frame QP decision in the H.264/AVC encoder. The QP is decided by the existing algorithm and the first frame is encoded. According to the encoded bits, the new initial QP is decided. We can predict optimal value because there is a linear relationship between encoded bits and the new initial QP. Next, we re-encode the first frame using the new initial QP. Experimental results show that the proposed algorithm not only achieves better quality than the state of the art algorithm, but also adopts a rate control for the sequence that was impossible with the existing algorithm. By reducing fluctuation, subjective quality also improved.

**Key words** : H.264/AVC Encoder, initial QP, rate control, and a linear QP prediction model

· 본 연구는 교육과학기술부에서 지원하는 기관고유사업비로 수행하였습니다.

† 정 회 원 : 대구경북과학기술원 SW연구팀 연구원  
ksy2020@dgist.ac.kr

\*\* 정 회 원 : 대구경북과학기술원 SW연구팀 선임연구원  
pobylee@dgist.ac.kr

\*\*\* 정 회 원 : 대구경북과학기술원 SW연구팀 책임연구원/팀장  
dhlee@dgist.ac.kr

논문접수 : 2007년 9월 27일

심사완료 : 2008년 3월 14일

Copyright©2008 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 정보통신 제35권 제3호(2008.6)

## 1. 서론

동영상 압축 기법인 H.264/AVC는 ISO(International Organization for Standardization)와 ITU(International Telecommunication Union)에서 2003년 표준으로 승인되었다. 이 표준은 MPEG-2 압축 방식의 화질을 유지하면서 압축률을 50%로 낮추기 위해 가변 블록 움직임 보상, 복수 참조 영상, 1/4 화소 움직임 벡터와 같은 다양한 기법을 추가하였다[1-3]. 동영상 스트리밍 서비스를 지원하는 응용프로그램에서 성능을 평가한 결과, H.264/AVC Main Profile의 평균 비트율은 MPEG-2에 비하여 63%, MPEG-4 Visual Advanced Simple Profile에 비하여 37% 정도 성능이 더 우수한 것으로 나타났다[4]. 우수한 압축 성능으로 H.264는 다양한 사용자 환경에 사용될 것으로 보이며 기존의 압축 표준을 대체할 것으로 예상된다.

최근 네트워크를 통한 멀티미디어 전송이 증가하고 다양한 단말에서 멀티미디어를 수신함으로써 H.264/AVC에서 비트율 제어(Rate Control)가 중요한 이슈가 되고 있다. 비트율 제어는 현재 프레임을 위한 양자화 파라미터(QP) 값을 계산하고 현재 프레임의 프레임 넘김(Skipped)을 결정한다. 특히 H.264/AVC에서는 가변 블록 움직임 보상, Intra 예측 등에서 QP값을 사용하므로 비트율 제어에 대한 중요성이 높다.

현재 권장되고 있는 적응적인 H.264/AVC 비트율 제어 방법에서는 비트율 제어가 이루어지기 위해서는 몇 초간의 시간이 필요하다. 첫 프레임에 대한 QP를 특정 값으로 고정 시켜놓기 때문에 입력 영상에 적응하기 위한 시간이 필요하다. 이 과정에서 오버플로우, 언더플로우가 많이 발생하고 화질 열화가 심하고, 화질 변화 또한 심하다[5].

본 논문에서는 영상의 특징에 따라 적응하는 시간을 줄이고 화질 변화를 줄이기 위한 초기 QP 값을 결정하는 알고리즘을 제안한다.

기존의 비트율 제어에 의해서 정해진 QP값을 이용해서 첫 프레임을 인코딩 한 후 생성된 비트양에 따라서 최적의 QP값을 예측한다. 첫 프레임의 경우 Intra 프레임이므로 생성되는 비트양과 QP의 값은 반비례의 관계가 있다. 즉 QP값이 증가하면 생성되는 비트양이 줄어 들고 반대로 QP값이 감소하면 생성되는 비트양이 늘어난다. 이러한 특징과 실질 영상들을 인코딩해서 얻어진 관계 값들을 이용해서 최적의 초기 QP를 예측할 수 있는 선형 QP 예측 모델(A linear QP prediction model)을 제안한다.

실험에서는 현재 최신 버전인 H.264/AVC jm12.2 부호화기에 제안하는 알고리즘을 구현하여 지상파 DMB

(Digital Multimedia Broadcasting) 서비스 규격에 맞추어 다양한 비디오에 대해서 객관적인 화질 향상을 평균 PSNR 값으로 확인하였고, 화면 사이의 화질 변화의 폭을 PSNR 분산의 값으로 주관적인 화질 향상을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 H.264/AVC에서의 비트율 제어 기법과 첫 프레임의 QP 결정 방법에 대해서 살펴보고, H.264/AVC에서의 초기 QP 결정 방법의 문제점을 살펴보고 이러한 문제점을 해결하는 새로운 초기 QP 결정 알고리즘을 3장에서 제안한다. 제안된 기법의 비교분석을 4장에서 기술하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 H.264/AVC에서의 비트율 제어(Rate Control)

비트율 제어는 비디오 부호화 표준에 포함되어 있지 않지만 실제 비디오 부호화 응용에서 매우 중요한 역할을 담당한다. H.264/AVC의 비트율 제어에서는 양자화 변수(QP)가 비트율 제어와 비트율-왜곡 최적화(RDO : Rate Distortion Optimization)와 연관되어 있기 때문에 구현에 약간의 문제가 발생한다. 즉, 양자화 변수(QP)는 매크로블록의 왜곡 값을 이용하여 결정되지만 현재 매크로블록의 왜곡 값은 비트율-왜곡 최적화 과정 후에 결정되어야 하는 문제점이 있는데, 이것이 "chicken and egg dilemma"이다. 그림 1은 이러한 과정을 블록 다이어그램으로 보여준다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 현재 매크로블록의 왜곡 값을 효율적으로 예측해야 한다. 표준안에 제안된 비트율 제어 방법에서는 식 (1)과 같은 선형 왜곡 추정 모델(a linear MAD prediction model)을 통하여 현재 매크로블록의 왜곡 값을 예측한다.

$$MAD_{cb} = X_1 \times MAD_{pb} + X_2 \quad (1)$$

$$MAD = \sum |residual| = \sum |source - prediction| \quad (2)$$

여기서  $MAD_{cb}$ 는 현재 부호화 단위의 예측된 왜곡 값을 나타내고,  $MAD_{pb}$ 는 이전화면에서 현재 부호화할 단위와 동일 위치의 왜곡 값을 나타낸다. 또,  $X_1, X_2$ 는 각각 부호화후 얻어지는 모델 변수 값을 나타낸다. 이러한 이론들을 바탕으로 비트율 제어의 일반적인 과정은 다음과 같다.

- Step 1. 유동 트래픽 모델을 이용하여 현재 화면의 목표 비트를 할당한다.
- Step 2. 남아 있는 비트를 부호화할 전체 부호화 단위에 균등하게 할당한다.
- Step 3. 현재 부호화할 단위의 왜곡 값을 선형 왜곡 예측 모델을 이용하여 결정한다.

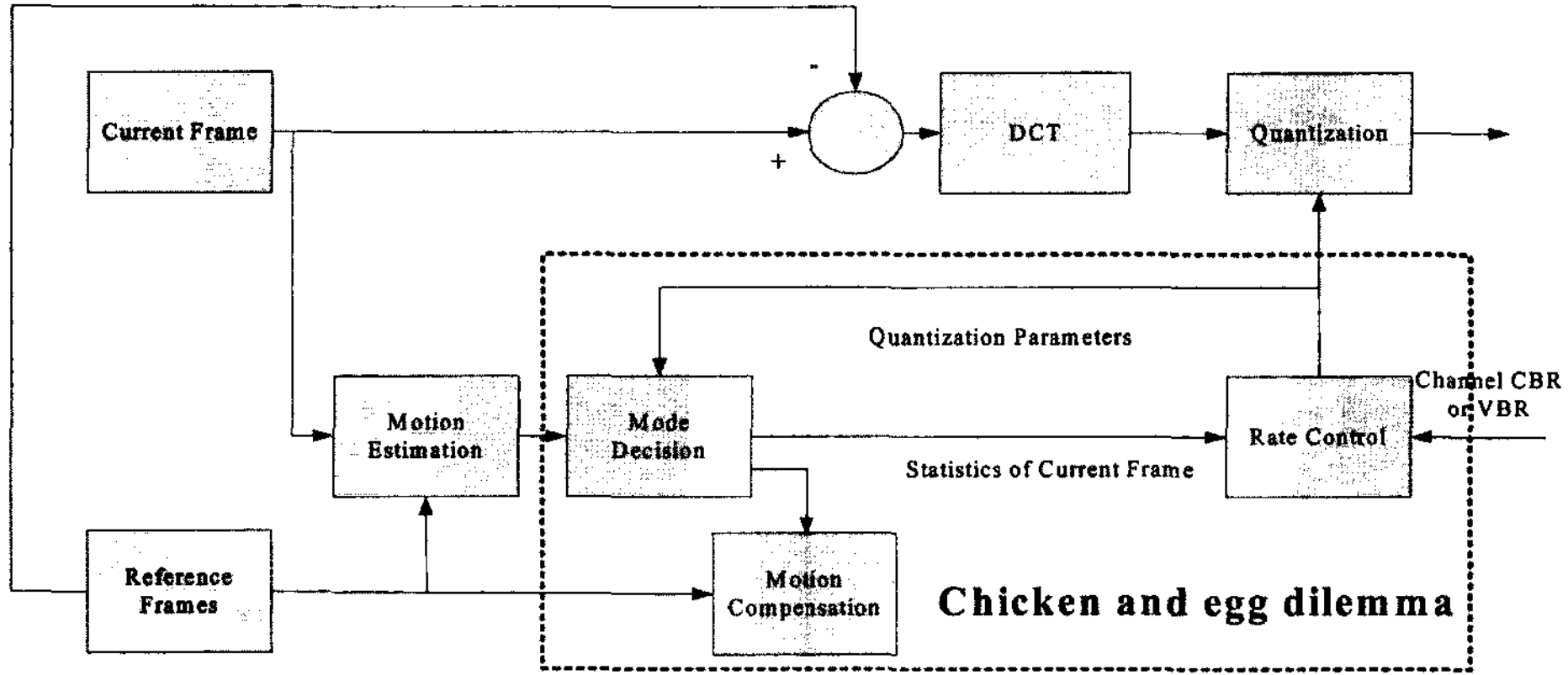


그림 1 비트율 제어와 관련된 부호화 과정

Step 4. Step1~Step3을 통해 정해진 값과 2차 비트율-왜곡 모델을 이용하여 양자화 구간을 결정하고 다시 양자화 변수로 변화한다. 2차 비트율-왜곡 모델은 식 (3)과 같다.

$$ResidualBits = \frac{C_1 \times MAD}{Q_{step}} + \frac{C_2 \times MAD}{Q_{step}^2} \quad (3)$$

여기서 *ResidualBits*는 현재 화면의 예측된 목표 비트이고,  $C_1$ 과  $C_2$ 는 부호화 후 얻어지는 모델 변수 값이고,  $Q_{step}$ 는 양자화 크기(Quantization Step)를 나타낸다.

Step 5. Step 4를 통해 얻어진 양자화 변수 값을 이용하여 비트-왜곡 최적화를 수행한 후 부호

화 하고, 모든 모델 변수 값을 갱신한다.

그림 2는 비트율 제어기의 중요한 요소들을 나타내는 블록다이어그램이다. 요구되어지는 비트율(Demanded Bitrate)을 기준으로 GOP 단위로 비트를 할당하고 Basic Unit 단위로 비트를 할당한 후 나온 목표 비트(Target Bits)와 식 (2)을 통해 구해진 *MAD* (Mean Absolute Difference)를 사용해서 선형 왜곡 추정 모델을 이용해서 QP 값을 구하게 된다(Step 4).

이렇게 구해진 QP값은 프레임간의 QP 변화량을 ±2로 제한하는 블록(QP-Limiter)을 거쳐 최종적인 QP 값을 구하게 된다. 여기서 QP 제한 블록을 두는 이유는 프레임간의 급격한 화질 변화를 막기 위해서이다. 초기

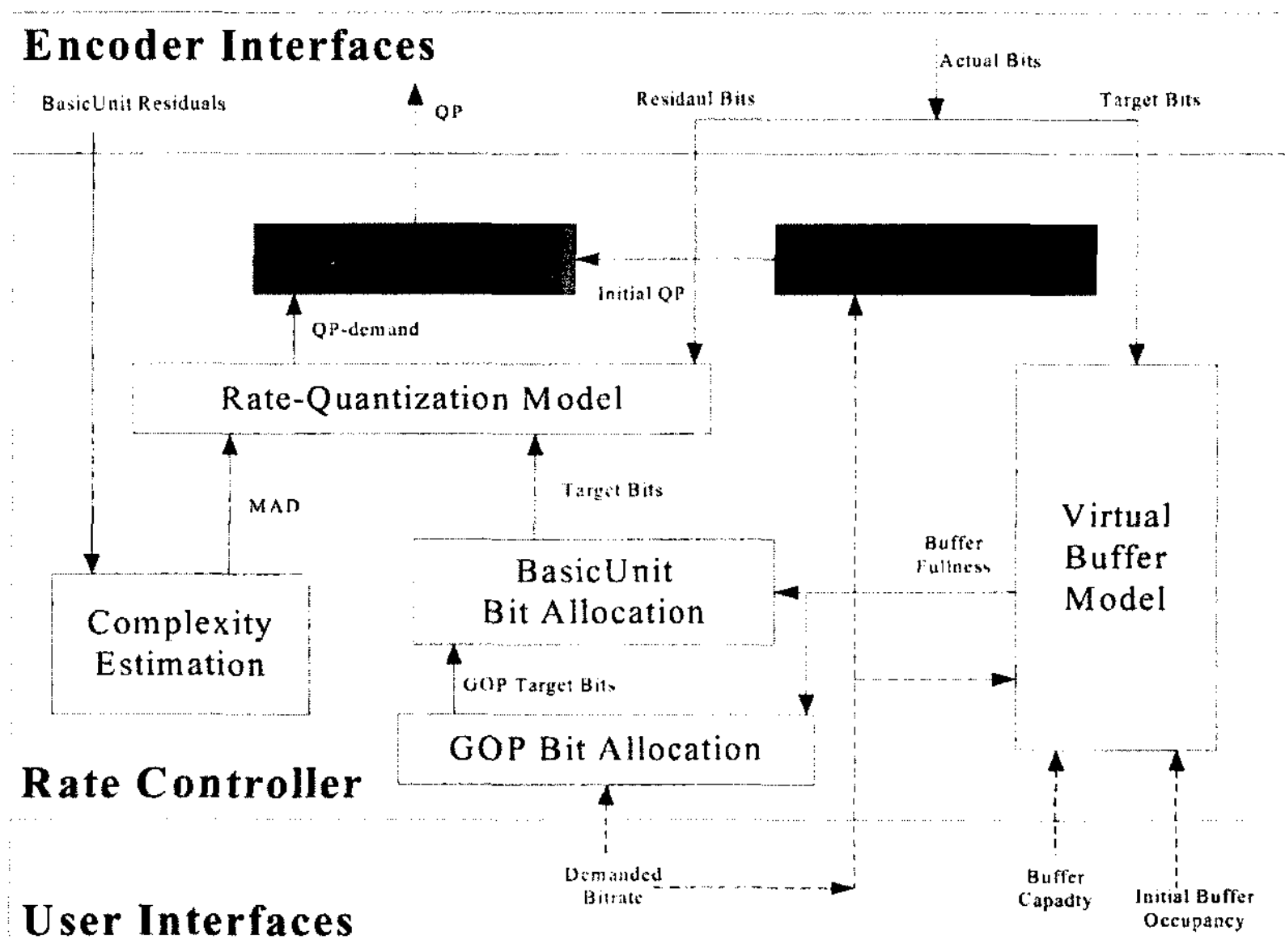


그림 2 H.264/AVC 비트율 제어기의 블록다이어그램

QP 값이 잘못 정해지면 다음 프레임까지 영향을 미치는 이유이다. 초기 QP 값이 큰 값 또는 작은 값으로 정해졌다고 해서 다음 프레임에 바로 QP 값을 바꿀 수가 없고  $\pm 2$  범위 안에서 증가, 감소가 이루어지므로 영상에 맞는 QP값이 되기 위해서는 시간이 필요하다. 본 논문에서 초점을 맞추고 있는 초기 QP 값을 정하는 블록(QP Initializer)에 대해서는 다음 장에서 자세히 알아보고 다른 구성 요소에 대한 자세한 내용은 [6,9]를 참조하라.

**2.2 H.264/AVC의 첫 프레임을 위한 QP 결정 방법**

영상의 시작인 첫 프레임은 시간적 중복성을 위한 참조 프레임이 없으므로 일반적으로 Intra 인코딩을 수행한다. 또한 QP의 값을 예측 할 수 있는 정보가 없으므로 현재 H.264/AVC에서는 프레임 레이트, 화면 크기, 비트율에 따라서 4개의 값 중에서 하나를 선택하게 된다. 그림 2에서 “QP Initializer” 블록에 해당하고 선형 왜곡 추정 모델을 사용하지 않고 “Demanded Bitrate” 값을 이용해서 초기 QP 값을 제공한다.

식 (4)를 이용해서 초기 QP 값을 구한다.

$$b_{pp} = \frac{Target\ Bit\ Rate}{Frame\ Rate \times Frame\ Size} \quad (4)$$

여기서  $b_{pp}$  (Bits Per Pixel)는 픽셀 당 비트수를 말하고,  $Target\ Bit\ Rate$ 는 목표 비트율을,  $Frame\ Size$ 는 화면 크기( $height \times width$ )를 나타내고,  $Frame\ Rate$ 는 초당 부호화 되는 프레임 수이다.

이렇게 구해진  $b_{pp}$  값을 4개의 범위로 나누어서  $QP_0$ 의 값을 구하게 된다.

$$QP_0 = \begin{cases} 35 & b_{pp} \leq l_1 \\ 25 & l_1 < b_{pp} \leq l_2 \\ 20 & l_2 < b_{pp} \leq l_3 \\ 10 & b_{pp} > l_3 \end{cases} \quad (5)$$

표준안에서 권장되는  $l_1, l_2, l_3$  값이 표 1에 나와 있다.  $QP_0$ 의 값과  $l_1, l_2, l_3$  값은 표준화가 완료된 후에도 계속 바뀌고 있다. 제안하는 알고리즘의 구현과 성능 테스트는 jm12.2에서 수행을 하였고 위의 값 또한 jm12.2를 기준으로 제시된 값이다. 이렇게 구해진 초기 QP 값을 이용해서 첫 프레임을 부호화하게 된다. 본 논문의 초점은 초기 QP에 대해서 한정하므로 GOP 첫 프레임의 QP, 비트율의 할당 또는 “Basic Unit”에 대한 내용은 [6-8]을 참조하라.

표 1 jm12.2에서의 화면 크기에 따른  $l_1, l_2, l_3$  값

	QCIF	CIF	그 외
$l_1$	0.1	0.2	0.6
$l_2$	0.3	0.6	1.4
$l_3$	0.6	1.2	2.4

**3. 제안하는 초기 QP 결정 알고리즘**

**3.1 H.264/AVC의 초기 QP 결정 방법의 문제점**

앞에서 살펴본 바와 같이 초기 QP 결정시 영상의 특징을 고려하지 않는 비트율 제어 방법을 사용하면 효율적인 비트율 제어가 되지 않는다. 예를 들어 QCIF 크기의 이미지를 목표 비트가 544Kbps이고 초당 15프레임으로 부호화 하였을 경우 영상에 상관없이 초기 QP가 “10”으로 고정된다. 움직임이 큰 영상의 경우 더 큰 QP를 사용해야 되지만 고정 값으로 정해지고 QP 제한 정책에 의해 다음 프레임 또한 원하는 값 보다 작은 QP 값을 사용하게 되어서 이미지 전체의 화질이 열화되고 프레임 간의 화질 변화가 커지게 된다.

이러한 방식은 영상의 크기에 따라 성능에 차이를 보인다. QCIF의 경우 움직임이 비교적 적은 영상에서는 H.264/AVC 비트율 제어 방식이 가능 하지만 움직임이 많을수록 효율이 떨어지고, 반대로 CIF의 경우 H.264/AVC 비트율 제어 방식으로는 움직임이 많은 영상에서는 비트율 제어가 가능하지만 움직임이 비교적 적은 영상에서는 효율이 떨어진다.

그림 3과 그림 4는 “Football”, “Carphone” QCIF (176 × 144) 영상을 1초당 30프레임, 지상파 DMB 표준 비트율인 544Kbps로 부호화한 영상의 프레임별 PSNR 값과 부호화된 비트율을 보여주고 있다. “Football” 영상의 경우 움직임이 많고 객체가 많아서 Intra, Inter 프레임에 큰 QP가 필요하지만 초기 QP값이 “10”이라는 작은 값이 결정되어서 화질 변화가 크고 PSNR 값 또한 변화가 크고 평균값으로도 화질 열화를 볼 수 있다. 또한 약 13번의 GOP에서 4번의 GOP에서 목표 비트양을 초과하였고 7번의 GOP에서 목표 비트양보다 훨씬 적은 비트수로 부호화 된 것을 그림 4에서 볼 수 있다. 결과적으로 “Football” 영상에 대해서는 비트율 제어를 실패한 것으로 볼 수 있다. “Carphone” 영상의 경우도 초기 30프레임까지는 프레임 간의 화질 변화가

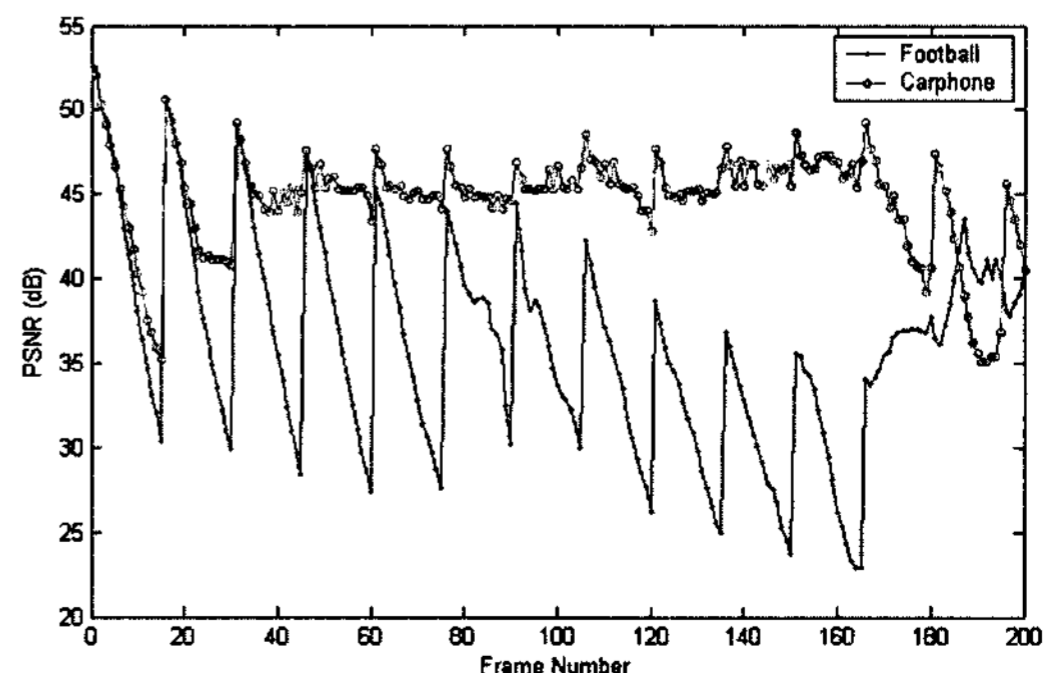


그림 3 프레임 변화에 따른 PSNR 비교

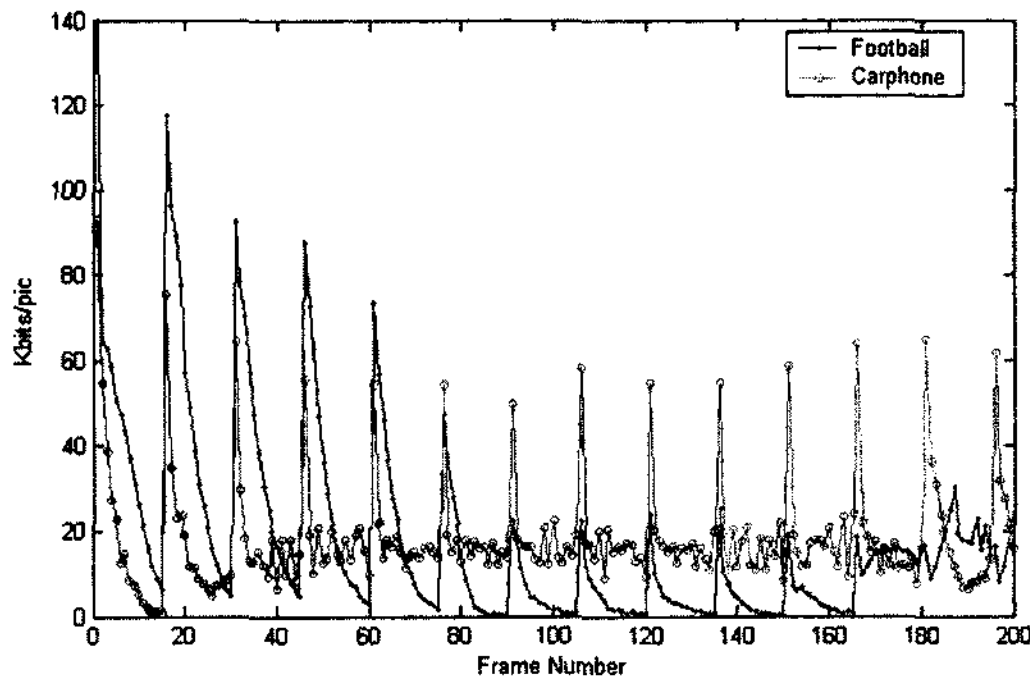


그림 4 프레임 변화에 따른 부호화된 비트율

급격한 것을 그림 3에서 볼 수 있다. H.264/AVC에서는 GOP의 시작 QP 또한 이전 GOP의 시작 QP에서 변화 값을 제한하므로 다음 GOP에서도 프레임간의 화질 변화가 급격한 것을 볼 수 있다.

3.2 제안하는 알고리즘(A linear QP prediction model)

H.264/AVC 비트율 제어 방식으로 초기 QP를 결정할 경우 부호화 효율이 낮아지는 것을 앞에서 살펴보았다. 이 장에서는 현재 사용되고 있는 방법을 기반으로 새로운 초기 QP 예측 알고리즘인 선형 QP 예측 모델을 제안한다.

“Bitrate”와 “QP” 사이에는 그림 5와 같이 반비례 관계가 있다. “QP” 값이 증가하면 “Bitrate”는 감소하고 반대로 “QP” 값이 감소하면 “Bitrate”는 증가하게 된다. 특히 H.264/AVC에서는 통계적으로 QP 값이 12% 증가하면 비트율이 거의 12% 감소한다[9]. 이러한 관계를 생각해보면 첫 프레임의 부호화된 결과 나온 비트양을 이용해서 최적의 초기 QP 값을 예측 할 수 있다. 부호화된 결과 나온 비트양이 기준 이상이라면 새로운 초기

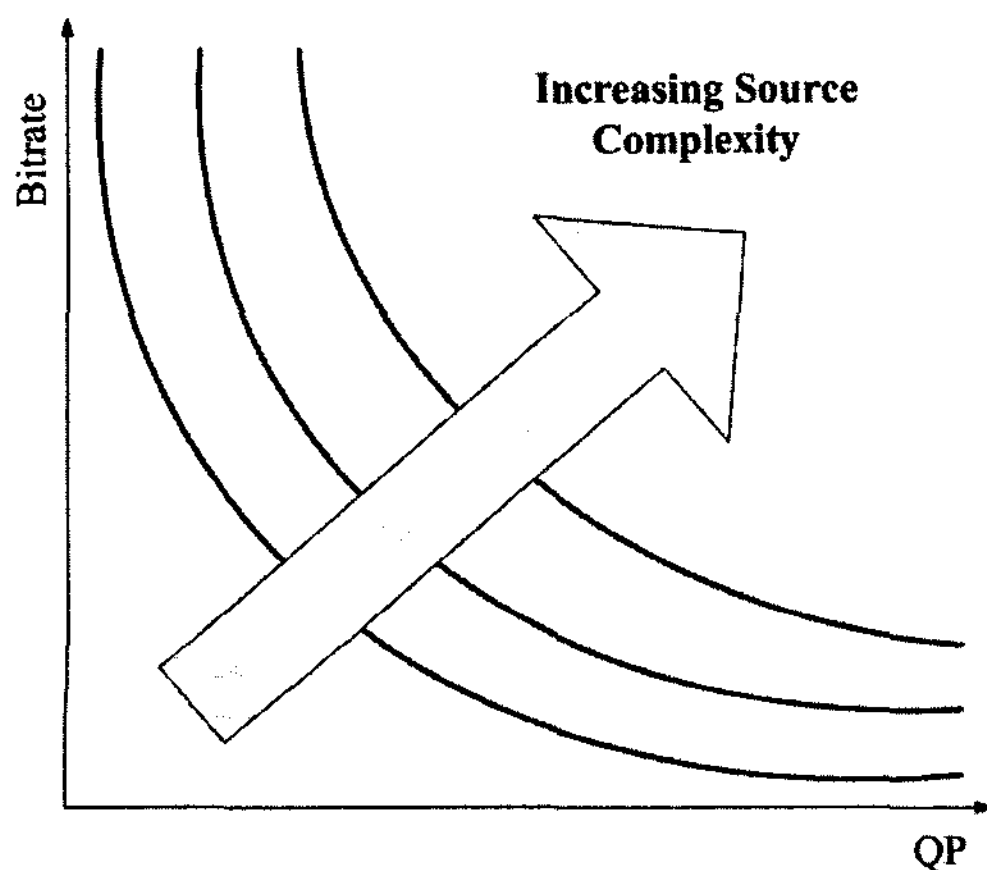


그림 5 Bitrate와 QP 사이의 반비례

QP 값은 더 큰 값을 사용해야만 하고 반대로 부호화 결과 나온 비트양이 기준 이하이면 새로운 초기 QP 값을 감소 시켜야 한다. 즉 생성된 비트양의 값과 최적의 초기 QP값은 비례 관계에 있다.

본 논문에서는 첫 프레임을 부호화 후 나온 비트양을 기준으로 입력 영상의 특징을 예측하고 이 값을 이용해서 새로운 초기 QP 값을 예측하는 알고리즘을 제안한다. 즉, H.264/AVC 비트율 제어 방식을 사용해서 고정된 초기 QP 값으로 부호화 후 나온 비트양이 기준 이상이나 이하일 경우 오버플로우(overflow)나 언더플로우(underflow)가 발생할 확률이 크므로 선형 QP 예측 모델(a linear QP prediction model)로 새로운 초기 QP 값을 정하게 된다. 앞에서 살펴본 바와 같이 부호화된 비트양과 새로운 초기 QP 값 사이에는 식 (6)과 같은 선형적인 관계가 있다[10,11]. 즉, 선형 QP 예측 모델은 첫 프레임을 부호화한 후 나온 비트양의 값을 입력으로 하여 새로운 QP를 예측하는 선형 함수이다.

$$Z = \text{round}(\alpha \times \text{EncodedBits} + \beta) \tag{6}$$

$$QP'_0 = \text{Max}(1, \text{Min}(Z, 51)) \tag{7}$$

여기서  $QP'_0$ 는 새로운 초기 QP 값이고  $\text{EncodedBits}$ 는 H.264/AVC 비트율 제어 방식으로 부호화된 첫 프레임의 비트양을 나타낸다.  $\alpha, \beta$ 의 경우 선형 관계 변수이고 이미지와 부호화 조건에 따라서 변하는 변수이다. QP 값은 1~51 사이의 값이므로 식 (7)을 이용해서 범위를 제한한다. 선형 관계 변수인  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 경우 부호화 조건에 따라서 변하므로 다양한 영상에 대해서 실험을 수행하여 휴리스틱(Heuristic)하게 구해진다. 표 2는 현재 H.264/AVC가 사용되는 지상파 DMB 표준에서 주로 사용되는 영상의 크기인 QCIF와 CIF에 대한 선형 관계 변수를 제시하였다. 영상에 따라 조금의 차이는 있지만 대부분이 식 (6)의 선형 예측 관계를 유지하는 것을 확인하였다. 또한 이미지가 작을수록 선형 함수의 기울기가 커지는 것을 볼 수 있다. 동일한 비트율에서 동일한 크기의 QP 값의 변화 일 경우 QP 값이 작을수록 생성되는 비트양의 변화 폭이 크기 때문이다.

예를 들어 QCIF 크기의 영상 “Football”을 초당 30 프레임에 비트율이 544Kbps로 부호화를 한다면 기존의 방법은 초기 QP 값을 “10”으로 선택하지만 제안하는 알고리즘은 식 (6)에 따라서 아래와 같이 구하게 된다. 첫 프레임을 Intra 프레임으로 기존의 방법으로 초기

표 2 선형 QP 예측 모델에서의 선형 변수 값

	QCIF	CIF
$\alpha$	$2.17 \times 10^{-4}$	$1.04 \times 10^{-4}$
$\beta$	-4	24



QP를 “10”으로 부호화해서 나온 비트양이 “143272” bits 이고 선형 변수  $\alpha, \beta$  값을 표 2의 값을 사용하면 최적의 초기  $QP'_0$  값은 “27”로 구해진다. 이렇게 구해진 새로운 초기 QP 값으로 첫 프레임을 재 부호화 하게 된다. 부호화 효율에 대해서는 다음 장에서 자세히 알아본다.

$$\text{round}(2.17 \times 10^{-4} \times 143272 - 4) = 27 \quad (8)$$

결과적으로 고정된 초기 QP 값으로 부호화를 했을 경우 오버플로우와 언더플로우를 예측해서 선형 QP 예측 함수에 적용을 시키면 새로운 초기 QP를 구할 수 있고, 이렇게 구해진 초기 QP값을 이용해서 다시 부호화를 시작한다. 제안하는 알고리즘은 첫 프레임을 한 번 더 부호화하는 복잡도가 추가 되지만 전체 영상을 부호화 하는 시간을 고려했을 때 그 시간은 미비할 것으로 예상된다. 또한 Intra 프레임의 부호화 시간은 Inter 프레임의 부호화 시간의 1/3 ~ 1/4 밖에 되지 않는다.

#### 4. 실험 결과

제안된 기법의 성능을 평가하기 위해서 H.264/AVC jm12.2[12]의 부호화기와 복호화기를 사용하였다. 실험에 사용된 동영상과 실험 조건은 지상파 DMB 표준을 기준으로 하였다. 지상파 DMB의 표준을 살펴보면 화면 크기는 320 × 240 이하이고 프레임 레이트는 30 frames/sec, 500msec 안에 하나 이상의 IDR, 비트율은 544Kbps 이하이다. 실험의 편리를 위해 영상은 움직임이 많은 영상, 움직임이 적은 영상 등 다양한 특징의 영상과 QCIF, CIF 크기의 영상에 대해서 실험을 실시한다. 영상 부호화의 초기 QP에 대한 제안 알고리즘이므로 각 영상 마다 60프레임을 부호화한 후 결과를 분석한다. GOP의 크기는 15로 설정하였고 H.264/AVC 대한 테스트 조건은 표 3과 같다.

표 4에서 전체 실험 결과를 보여주고 있다. “Original”은 H.264/AVC의 비트율 제어 알고리즘을 사용한 결과이고 “Proposed”는 제안하는 알고리즘을 사용한 결과를 나타낸다. “초기 QP”는 H.264/AVC 방법의 고정 방법과 제안하는 알고리즘에 의해 구해진 QP를 나타낸다. “평균 PSNR”은 60프레임 전체의 PSNR 평균값을 나타

표 3 테스트 조건

MV resolution	1/4 pel
Hadamard	On
RDO	On
Search range	± 32
Reference frame	1
Symbol	CAVLC
Platform	jm12.2
Basic Unit	99 MBs

낸다. “PSNR 분산”의 경우 프레임간의 화질 변화를 알아보기 위한 수치로 60프레임의 분산 값을 나타낸다. “비트율”은 60프레임 즉 2초 동안의 비트율을 초당 비트율로 나타내었다.

평균 PSNR은 “Football” 영상을 제외한 나머지 영상에서는 기존의 비트율 제어 방법보다 우수한 성능을 보여주고 있다. “Football” 영상의 경우 부호화된 비트율이 목표 비트율에 약 2배로 목표 비트율인 544Kbits/sec를 넘어서는 오버플로우가 발생한 경우이다. 그에 반해 제안하는 알고리즘은 성공적인 비트율 제어 결과(543.92Kbits/sec)를 보여주고 있다.

또한 표 4에서는 프레임간의 화질 변화를 알아보기 위해 PSNR 분산을 보여주고 있다. 물론 PSNR 분산이 정확한 화질 변화를 나타낼 수는 없지만 수치로 표현하기 위한 방법으로 제시하였다. “Tempete” 영상을 제외한 나머지 영상에서 제안하는 알고리즘이 우수한 성능을 나타내고 있다. “Tempete” 또한 적은 값의 분산 차이를 나타내므로 주관적인 화질 차이는 거의 없다.

그림 6과 그림 7에서 프레임 변화에 따른 PSNR 변화를 보여주고 있다. 그림 6은 QCIF 영상인 “Foreman”에 대한 결과이다. 제안하는 알고리즘이 우수한 성능을 나타내는 것을 볼 수 있다. 기존의 방법은 프레임 변화에 따른 PSNR 값 변화가 급격히 변하는 것을 볼 수 있고 50프레임 이상이 지나야지 변화가 줄어들어 비트율 제어가 되는 것을 볼 수 있다. 그림 7의 경우는 CIF 영상인 “Paris”에 대한 결과이다. 기존의 방법은 30프레임 이전에는 PSNR이 꾸준히 올라가고 있다. 이는 정확한 초기 QP 예측을 못하고 더 큰 값을 사용했

표 4 테스트 영상에 대한 실험 결과

테스트 영상	초기 QP		평균 PSNR (dB)		PSNR 분산 (dB)		비트율 (Kbits/sec)	
	Original	Proposed	Original	Proposed	Original	Proposed	Original	Proposed
Football(QCIF)	10	27	39.27	35.32	47.09	1.08	1107.59	543.92
Carphone(QCIF)	10	17	44.46	45.16	11.87	0.80	545.55	545.61
Foreman(QCIF)	10	20	41.24	42.14	24.43	0.88	544.26	539.94
Paris(CIF)	35	32	33.19	33.77	0.56	0.50	546.70	548.03
Highway(CIF)	35	26	39.54	39.98	0.90	0.18	547.53	548.49
Tempete(CIF)	35	32	30.47	30.55	0.44	0.70	547.22	548.05

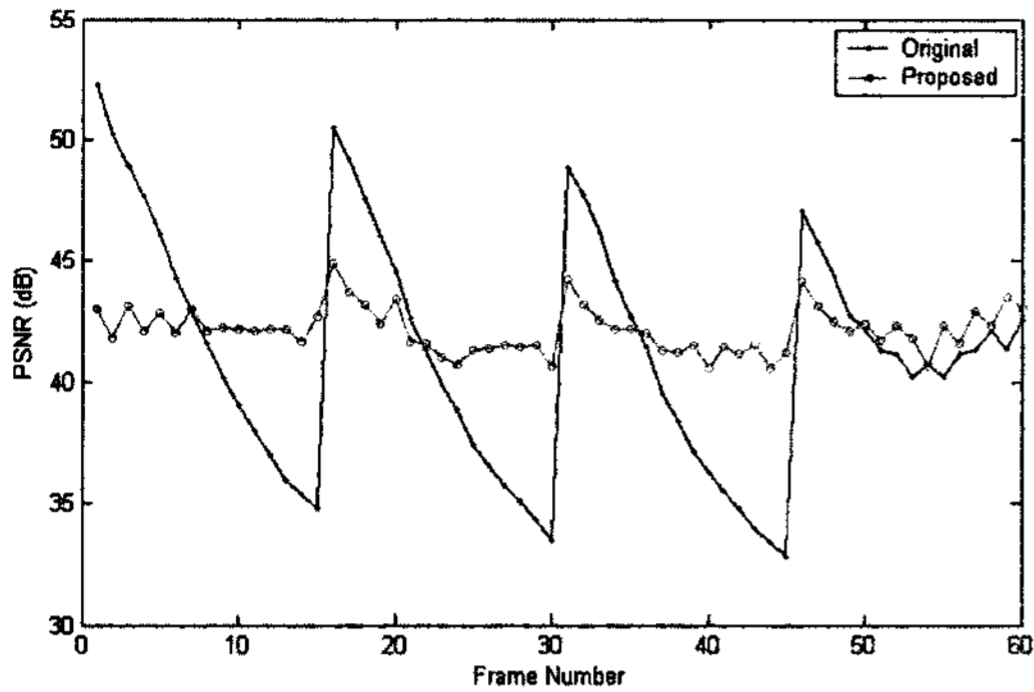


그림 6 Foreman(QCIF) 영상에 대한 프레임 변화에 따른 PSNR 비교

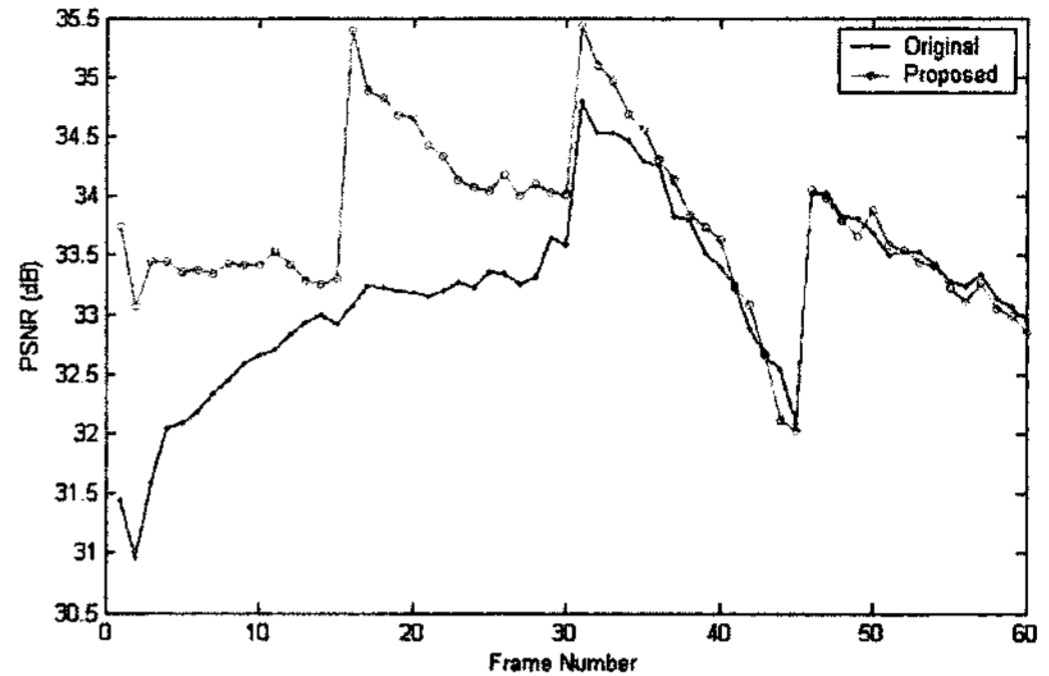


그림 7 Paris(CIF) 영상에 대한 프레임 변화에 따른 PSNR 비교

기 때문이다.

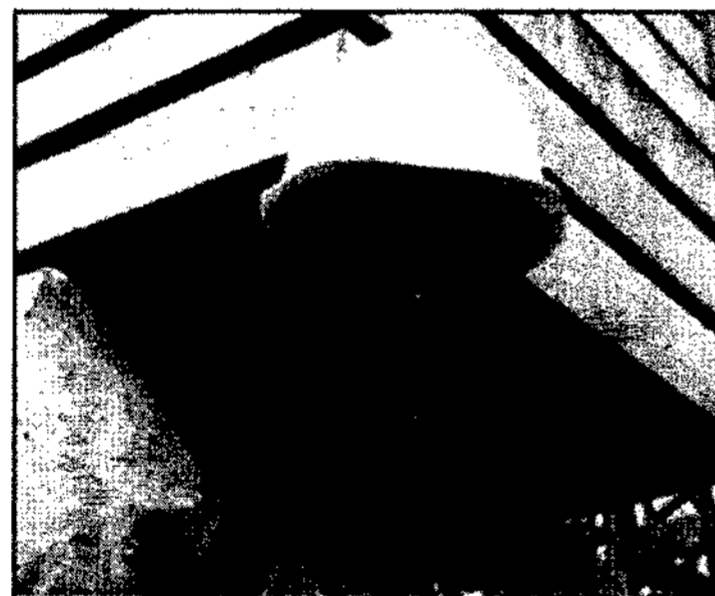
그림 8에서는 QCIF와 CIF 영상을 부호화한 뒤 복호화된 실제 이미지이다. (a)와 (b)의 경우는 화질 차이가 확연히 들어나고 있다.

제안하는 알고리즘은 기존의 방법에서 첫 프레임을 한 번 더 부호화 하는 계산 복잡도가 추가되었다. 하지

만 전체 영상의 부호화 시간을 고려했을 때 한 프레임 부호화 시간은 무시할 정도로 미비 할 것으로 예상된다.

### 5. 결과

본 논문에서는 H.264/AVC의 비트율 제어기에서 초



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 8 실제 이미지 비교. 왼쪽 줄은 제안하는 알고리즘 이미지, 오른쪽 줄은 기존의 H.264/AVC 알고리즘 이미지. : (a)(b) "Foreman" (QCIF) 영상에 대해서 44번째 프레임, (c)(d) "Paris" (CIF) 영상에 대해서 19번째 프레임

기 QP 값을 정하는 선형 QP 예측 모델(A linear QP prediction model)을 제안하였다. 기존의 H.264/AVC의 비트율 제어기는 입력 영상의 특징과는 상관없이 부호화 조건에 의해 특정 상수 값을 초기 QP로 정하기 때문에 부호화 효율이 떨어진다. 양자화 과정의 QP값과 부호화 과정에서 생성되는 비트양은 반비례 관계에 있음을 이용해서 제안하는 기법에서는 기존의 H.264/AVC 방법으로 초기 QP 값을 정해서 첫 프레임을 부호화한 후 나오는 비트양으로 입력 영상에 적합한 초기 QP 값을 예상한다. 현재 H.264/AVC가 가장 많이 사용되고 있는 지상파 DMB 표준에 맞추어 다양한 이미지에 대해서 실험을 한 결과 평균 PSNR과 PSNR 분산에서 좋은 성능을 확인하였다. 특히 기존의 방법으로는 비트율 제어에 실패한 영상에 대해서도 비트율 제어를 성공적으로 수행하는 것을 확인하였다. 그러나 첫 프레임을 한번 부호화한 뒤 다시 부호화 하는 계산량이 추가되었다. 첫 프레임을 전체 부호화 하는 추가 계산과정을 줄이는 향후 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] 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.13, pp. 560-576, July 2003.
- [2] Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC), 2003.
- [3] Iain E.G. Richardson. "H.264 and MPEG-4 Video Compression," WILEY, 2003.
- [4] J. Ostermann, J.Borrans, P. List, D. Marpe, M. Narroschke, F. Pereira, T. Stockhammer, and T. Wedi, "Video Coding with H.264/AVC: Tools, Performance, and Complexity," *IEEE Circuits Syst. Magazine*, Vol.4, No.1, pp. 7-28, Apr. 2004.
- [5] H. Wang, "Rate-Distortion Optimization of Rate Control for H.264 With Adaptive Initial Quantization parameter Determination," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.18, No.1, pp. 140-144, January 2008.
- [6] Z. G. Li, W. Gao, F. Pan, et al., "Adaptive Rate Control for H.264," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, pp. 377-406, 2005.
- [7] Ahenggo Li, Wen Gao, Feng Pan. "Adaptive Rate Control with HRD Consideration," *JVT-H014*, 8th Meeting: Geneva, May 20-26, 2003.
- [8] Alexis Michael Tourapis. "Revised H.264/MPEG-4 AVC Reference Software Manual: Section 4.8," *JVT-Q042*, 17th Meeting: Nice, FR,14-21 October, 2005.
- [9] [http://www.pixeltools.com/rate\\_control\\_paper.html](http://www.pixeltools.com/rate_control_paper.html)
- [10] C.H Lee, "Real-Time Frame-Layer H.264 Rate Control for Scene-Transition Video at Low Bit Rate," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.53, No.3, pp. 1084-1091, August 2007.
- [11] Y. Liu, "A Novel Rate Control Scheme for Low Delay Video Communication of H.264/AVC Standard," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.17, No.1, pp. 68-78, January 2007.
- [12] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download>



권 순 영

2004년 부산대학교 전자전기정보컴퓨터공학부 졸업(학사). 2006년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2006년~현재 대구경북과학기술연구원(DGIST) 연구원. 관심분야는 멀티미디어 데이터 압축, 임베디드 시스템



이 상 현

1993년 경북대학교 전자공학과 졸업(학사). 1996년 경북대학교 전자공학과 졸업(석사). 1996년~2001년 현대전자 선임연구원. 2001년~2005년 LG전자 책임연구원. 2005년~현재 대구경북과학기술연구원(DGIST) 선임연구원. 관심분야는 임베디드 S/W, 멀티미디어 압축/전송, 음성인식



이 동 하

1985년 경북대학교 공과대학 전자공학과(전자계산전공) 졸업(공학사). 2001년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 2005년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 2006년 경북대학교 Techno-MBA 수료. 1987년~2005년 (주)LG전자 영상제품연구소 소프트웨어연구실장(책임연구원). 2003년~2005년 한동대학교 겸임교수. 2004년~현재 영남대학교 겸임교수. 2005년~현재 대구경북과학기술원(DGIST) 미래산업융합기술연구부장(책임연구원). 관심분야는 임베디드 소프트웨어 & 시스템, Ubiquitous Sensor Network, Robotics, Digital신호처리(DTV)