

일반논문-04-09-2-05

적응 양자화를 이용한 MPEG-4 AVC의 비디오 율 제어 방법

유충열^{a)*}, 신규철^{a)}, 박재두^{b)}, 이명호^{a)}

A Bit Rate Control of MPEG-4 AVC Video Coding Using Adaptive Quantization

Chung Yel Yu^{a)*}, Kyu Chul Shin^{a)}, Jae Doo Park^{b)} and Myoung Ho Lee^{a)}

요 약

현재 표준화가 진행 중인 MPEG-4 AVC 비디오 코덱은 매우 높은 압축율을 목표로 하고 있으며, 거의 모든 전송미디어 및 다양한 멀티미디어 환경에서 사용될 수 있는 범용 동영상 부호화 기술이다. 따라서 일정한 대역폭을 갖는 다양한 통신환경에서 MPEG-4 AVC 기술을 활용하기 위해서는 고 효율의 율 제어 방법을 필요로 하고 있다. 본 논문은 기존의 율 제어 방식을 토대로 인간의 시각특성을 고려한 적응 양자화 율 제어 방법과 장면전환을 갖는 영상에 효율적으로 대처 할 수 있는 동영상 율제어 방법을 제안하였다. 모의실험은 다양한 테스트 영상과 장면전환의 편집영상을 대상으로 수행되었으며, 실험결과 기존의 율 제어 방법 보다 향상된 성능을 보였다.

Abstract

MPEG-4 AVC is an international video coding standard that is being developed. The standardization is mainly targeted at a very high compression ratio. MPEG-4 AVC is a general video coding technology that may be used in various applications. Therefore, MPEG-4 AVC needs an efficient rate control method to be applied in various communication environments. This paper is based on the rate control method that considers human visual characteristic. In this paper, we propose the constant bit rate control method using adaptive quantization and scene change detection. Experiments performed using various test images and experimentation results exhibits a favorable performance over existing rate control methods.

Keywords : Rate control, MPEG-4 AVC, H.264

I. 서 론

현재 표준화가 진행 중인 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG에서는 현존하는 비디오 부호화 표준에 비하여 고 압축 율을 가지는 새로운 비디오 부호화 표준을 공동으로 제정하기 위하여 JVT(Joint Video Team)를 발족하여 H.264 또는 MPEG-4 AVC라는 비디오 부호화 표준을 제

정 중에 있다. 이러한 MPEG-4 AVC 비디오 부호화 표준을 일정한 대역폭을 갖는 통신 및 전송환경에 활용하기 위해서는 고 효율의 율 제어 방법이 필요하다. 비트율 제어에 있어서 중요한 고려사항은 크게 두 가지로 나타낼 수 있다. 첫 번째로는 화질의 급격한 변화를 일으키지 않으면서 출력 비트율을 일정하게 유지하는 것이다. 즉, 화면의 특성이 변하게 되면 그에 따라 부호화 출력 비트율이 심하게 변화하는데, 이럴 경우에도 화질의 급격한 저하를 가능한 한 방지하면서 일정한 비트율로 비트스트림을 출력하도록 하는 것이다. 두 번째로는 장면전환의 경우 인접하는 화면간에 통계적 특성이 급작스럽게 변화되어 화

a) 관동대학교 전자통신공학과

Dept. of Electronics and Communication Engineering, Kwandong University

b) 강릉영동대학 전자정보과

Dept. of Electronics and information G. N. Yeongdong College

질저하의 경우이다. 즉 비디오 시퀀스에 있어서 카메라 소스의 절체, 비디오 편집 및 프로그램 삽입 등에 의해 발생하는 장면전환의 경우는 인접하는 화면간에 통계적 특성이 급작스럽게 변화되어 화질 저하가 발생하는데, 이를 일정한 비트스트림으로 출력하도록 하는 것이다. MPEG-4 AVC도 기존의 방식과 마찬가지로 화면간의 상관성을 이용하여 압축 부호화하기 때문에 화면간의 상관성이 갑자기 떨어질 경우에는 통상의 방법으로 부호화할 경우 일정한 출력 비트율 조건에서 갑자기 화질 저하의 문제점이 발생한다.

그러므로 본 논문에서는 MPEG-4 AVC 비디오 부호화 방법의 효과적인 율 제어 방법으로 화면내 균일화질 유지와 장면전환 영상에 대하여 비트 율을 제어하여 그 성능을 높이는 것을 목표로 한다.

현재 MPEG-4 AVC 율 제어 방법은 MPEG 회의에서 논의된 방법으로 마이크로소프트사가 제안한 AHM2.0이 있다. 이는 MPEG-2의 율 제어 방식인 TM(Test Model)5 모델과 H.263+의 TNM(Test Model, Near-Term)8을 기본 바탕으로 한 것으로, MPEG-2의 TM5 모델보다는 PSNR을 높일 수 있고 일정한 화질을 유지하는 등 좋은 성능을 보이고 있다. 특히 AHM2.0의 장점으로서 율 왜곡(rate-distortion) 최적화를 이용한 모드 선택 방법과 양자화 파라메타 조절 방법을 새롭게 제안함으로써 개선된 율 제어 효과를 나타내었다. 또한 양자화 파라메타 조절 단계에서 매크로블록의 원 영상 휘도 성분과 예측되어진 휘도 성분의 최적 오차값, 즉 활동도를 세 가지 조건으로 정량화 함으로써, 한 화면내에서 균일한 화질을 유지하는데 좋은 결과가 있는 것으로 나타났다^{[1][2][3]}. 하지만 이 정량화된 세 가지 방법으로 인한 단점으로써는 화면내에 작은 물체의 움직임이 있는 영상과 배경화면이 크게 두개로 분할된 화면의 경우에는 화질 저하 현상을 나타내었다. 또한 TM5의 단점이었던 장면전환 영상에서의 화질 저하의 문제점을 그대로 가지고 있다. 따라서 본 논문은 기존의 방식들의 장, 단점을 고려하여 MPEG-4 AVC에 적절한 율 제어 방법을 제안하였다. 제안방법은 매크로블록 단위의 활동도를 최적 오차값으로 할당하여 양자화 파라메타를 조절 방법 및 이전화면의 활동도 평균값과 현재 매크로블록의 활동도의 차이 값으로 장면전환을 검출하여 장면전환 영상에 효율적으로 대응하는 율 제어 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 II장에서 기존의 율 제어 방식인

MPEG-2 TM5, H.263+ TNM8 그리고 MPEG-4 AVC의 MPEG 회의에서 제안되어진 마이크로소프트사의 AHM2.0 율 제어 방법에 대해서 간단히 알아보고, III장에서는 제안 방법인 활동도를 이용한 적응 양자화 방법, 즉 고정 비트 율에 대한 제안방법과 장면전환시 대응 방법에 대하여 기술한다. 그리고 IV장에서는 실험방법 및 실험결과에 대하여 언급하고 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 율 제어 방법 비교

본 장에서는 기존의 MPEG-2의 TM5와 H.263+의 TNM8, 그리고 MPEG-4 AVC의 AHM2.0을 비교 분석해 각각의 장, 단점에 대해서 알아본다. 첫 번째로 TM5 모델은 MPEG-2 표준에 제안된 것으로 주어진 비트 율에 맞추어 최종 비트스트림의 발생 비트수를 조절하기 위하여, 부호화 계층에 따라 상위 계층인 GOP부터 픽처층 그리고 매크로블록 순으로 차례대로 비트수를 조절해 가는 방식을 취한다. 즉, TM5 비트율 제어 방법은 기능적으로 크게 나누어 목표 비트 할당, 율 제어, 적응 양자화의 세 단계로 이루어진다^[4]. 목표 비트 할당 단계에서 GOP 및 화면에 대한 할당 비트수가 조절되며, 율 제어 단계에서 매크로블록 단위로 할당 비트수가 조절되고, 적응 양자화 단계에서는 인간의 시각 특성을 고려하여 할당된 양자화 파라메타값을 재조정 한다. 이러한 세 가지 절차에 따라 율 제어 함으로써 좋은 성능을 보이고 있다. 그러나 TM5 모델은 화면간에 상관성을 가지는 영상에서는 좋은 화질을 가져오지만 영상내에 장면전환이 발생하여 인접하는 화면간의 상관성이 갑자기 없어질 경우에는 화질 저하의 문제점을 가지고 있다. 또한 율 제어 단계에서 할당되는 기준 양자화 파라메타는 전적으로 버퍼 상태에 의해서만 결정되므로 화면내 인접한 블록간의 급격한 변화를 가져오는 문제점을 가지고 있다^{[5][6]}.

다음으로 TNM8에서 제공되는 율 제어 방법은 H.263+에 적용하기 위한 방법으로서 부호화 효율을 향상시키기 위해 I, B, P 프레임 구조에서 과생한 진보된 BP 프레임구조(advanced BP frame structure)를 사용함으로써 프레임 계층의 비트 배정 및 프레임내의 매크로블록별 비트 배정이 기존의 MPEG-2 시스템과는 다르게 적용된다. 즉, 프레임 계층에서의 율 제어는 초당 정해진 프레임에서 버퍼의

상태 및 설계된 제어 시스템에 따라 해당 프레임의 건너뛰기(skip)를 하기 위한 것으로서 실시간 적용을 위해 간단하게 구현이 이루어진다. 그러나 이 방법도 단순히 프레임에 대해 매크로 블록 단위로 최적의 양자화 파라메타를 설정해 정해진 비트 율을 조정함으로써 화면내 화질의 비균일 문제 발생 및 TM5모델과 유사한 문제점을 가지고 있다^[7].

마지막으로 MPEG-4 AVC에 제안된 AHM2.0 율 제어 방법은 TM5와 거의 동일한 방법으로서 크게 비트할당, 율 제어, 적응 양자화에 의해서 비트 율을 제어하게 된다. 이 방법은 특히 MPEG-4 AVC의 장점인 고 압축 효율을 높이기 위한 방법으로 매크로 블록 단위의 고 복잡도 모드(high complexity mode)를 사용하였다^{[8][9]}. 즉 부호화에 필요한 비트수의 개념을 도입하여 최적화 기법을 사용하여 활동도를 계산함으로써, 양자화 파라메타를 재조정 한다. 이와 같은 방법으로 영상의 평균 PSNR을 높일 수 있고 화면내 균일한 화질을 유지하는 것으로 나타났다. 특히 TM5 모델의 마지막 단계인 적응적 양자화 단계를 크게 달리하고 있는데, 즉 정략화된 세가지 방법으로 베퍼랑에 의해 결정된 양자화 파라메타를 인간의 시각 특성을 따라 재조정 한다. 그러나 양자화 파라메타 조절을 위한 정략화된 활동도의 세 가지 방법 중 현재 매크로블록의 활동도 값이 이전화면의 활동도 값보다 현저히 작을 경우 음의 값을 갖는 이유로 인하여 작은 물체의 움직임이 존재하는 영상 및 배경화면이 크게 두개로 나뉘는 영상일 경우에 급격한 화질 저하 현상이 나타났다. 또한 장면전환이 발생한 경우에 정략화된 방법으로 인하여 TM5보다는 우수한 성능을 보였으나 적은 비트율 할당으로 인한 화질 저하의 문제점은 여전히 나타났다.

III. 적응 비트율 제어 방법 및 장면전환을 갖는 동영상 비트율 제어 방법

제안한 활동도의 최적 오차값을 이용한 적응 율 제어 방법은 AHM2.0을 변형한 방법으로서 비트할당, 율 제어 및 적응 양자화 단계 중 비트할당과 율 제어 방법은 AHM2.0과 동일하며, 제안 방법은 세 번째 단계인 적응 양자화 단계의 조절 방법에서 최적화된 활동도 값을 할당함으로써 AHM2.0보다 향상된 결과를 얻을 수 있었다. 아래에 본 논문에서 사용한 율 제어 방법에 대하여 간단히

언급한다.

1. 목표 비트 할당

이 단계는 MPEG-2 율 제어 방식인 TM5 모델의 비트 할당 방식과 거의 동일한 방법으로써 각 GOP 및 화면에 대한 목표 비트를 할당하는 단계이다. 먼저 부호화를 시작하는 GOP 내의 첫 번째 화면에 대한 목표 비트를 할당하기 전에 이전 GOP 까지 부호화 하는데 사용된 비트수를 참조하여 부호화 하려고 하는 GOP에 대한 목표 비트를 할당한다. 매 GOP마다 발생하는 비트수를 주어진 비트율에서의 GOP당 평균 비트수에 수렴하도록 하기 위하여 다음의 식과 같이 목표 비트를 조절한다.

$$R_j = R_{j-1} + (bit_rate/frame_rate) \times N$$

여기에서 N 은 GOP에 포함된 화면의 갯수, bit_rate 는 전송채널의 비트율, $frame_rate$ 는 초당 화면율, 그리고 R_j 는 j 번째 화면을 부호화할 시점에서의 사용 가능한 비트수를 나타낸다. 즉 j 번째 화면이 GOP내에서의 첫 번째 화면일 경우 R_j 는 부호화하려고 하는 GOP에 대한 목표 비트가 된다.

GOP에 대한 목표 비트 할당 이후에는 각 화면에 대한 목표 비트를 할당한다. 즉, I, P, B 픽처 각 화면의 목표비트인 T_i, T_p, T_b 는 아래의 식에 따라 할당된다.

$$T_i = \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}}, \frac{bit_rate}{8 \times frame_rate} \right\}$$

$$T_p = \max \left\{ \frac{R}{N_p + \frac{N_b X_b K_p}{X_p K_b}}, \frac{bit_rate}{8 \times frame_rate} \right\}$$

$$T_b = \max \left\{ \frac{R}{N_b + \frac{N_p X_p K_b}{X_b K_p}}, \frac{bit_rate}{8 \times frame_rate} \right\}$$

각 화면에 대한 목표 비트의 할당은 화면의 종류(I, P, B-화면), 각 화면의 상대적인 복잡도(X_i, X_p, X_b).

그리고 GOP에 할당된 비트수 중에서 남아있는 비트수 등을 고려하여 이루어진다. 각 화면의 복잡도는 부호화하려는 화면의 복잡도 대신에 같은 종류의 바로 이전 화면의 상대적인 복잡도를 이용하여 아래의 식과 같이 구한다.

$$X_i = S_i Q_i, X_p = S_p Q_p, X_b = S_b Q_b$$

여기에서 S_i, S_p, S_b 및 Q_i, Q_p, Q_b 는 이전의 각 화면들의 부호화 결과로 발생한 비트수 및 부호화에 사용된 최종 양자화 파라메타들의 평균값을 각각 의미한다.

윗식에서 R 은 각 화면들의 부호화 결과로 발생한 사용 가능한 비트수를 나타내며 아래식과 같다.

$$R = R_{j-1} - S_{i,p,b}$$

즉 GOP내 부호화 결과로 발생한 남아있는 비트수 (R_{j-1})와, 이전 각화면의 부호화 결과로 발생한 비트수 ($S_{i,p,b}$)의 차이값으로 남아있는 비트율(R)을 구한다.

각 화면의 상대적인 복잡도(X_i, X_p, X_b)와 GOP에 할당된 비트수 중에서 남아있는 비트수, R 이 결정되면 부호화하려는 각 화면에 대한 목표 비트를 할당 할 수 있다.

여기서 N_p, N_b 는 부호화하려는 화면을 포함하여 GOP 내에 남아 있는 P 화면 및 B화면의 갯수이다. 그리고 K_p 와 K_b 는 영상의 특성에 따라 조절할 수 있는 상수 값으로 P화면과 B화면의 가중치를 고려하여 $K_p = 1.1, K_b = 1.5$ 로 하였다. 복잡도 (X_i, X_p, X_b)는 각 화면에 상대적인 복잡도, 즉 이전의 각 화면들의 부호화 결과로 발생한 비트수 및 부호화에 사용된 최종 양자화 파라메타들의 평균값을 나타내는 것으로써 초기값으로 $X_i = (155 \times \text{bit_rate})/115, X_p = (15 \times \text{bit_rate})/115, X_b = (5 \times \text{bit_rate})/115$ 으로 하였다. 그리고 $\text{bit_rate}/(8 \times \text{picture_rate})$ 는 허용되는 목표 비트의 최소 값으로 각 화면에 주어지는 최소한의 한계 값이다. 여기서 bit_rate 는 총 비트수를 의미하며, picture_rate 는 초당 화면율을 나타낸다.

위와 같이 목표 비트 할당은 복잡도가 제일 큰 화면에 비트율이 많이 할당되며, I화면, P화면, B화면은 비트율 할

당 비율로써는 각각 8 : 2 : 1 이 할당된다. 이와 같은 할당 비율은 다양한 영상에 대한 실험결과에 의한 경험적인 것으로 동영상일 경우 상기의 값이 가장 적절한 비율인 것으로 나타났다.

2. 율 제어

율 제어 단계는 부호화하려는 화면에 대한 목표 비트 할당이 이루어진 이후에 실제로 부호화하면서 발생하는 비트수가 할당된 목표 비트에 수렴하도록 부호화 단위 블록, 즉 매크로블록 단위로 비트율을 제어하는 단계이다. 즉, 율 제어 단계에서는 매크로블록 단위의 비트율 제어를 위해서 가상 버퍼를 이용하며, 가상 버퍼의 상태값 d_j^x 는 아래의 식과 같이 구할 수 있다.

$$d_j^x = d_0^x + B_{j-1} - (T_x/MB_cnt) \times (j-1)$$

여기에서 x 는 화면의 종류를 나타내는 것으로 I, P, B-화면 별로 계산되는 것을 의미한다. d_0^x 는 초기값으로서 이전 화면에서의 마지막 가상 버퍼의 상태값을 나타낸다. B_{j-1} 는 화면내 이전 매크로블록까지 부호화한 결과로 발생한 전체 비트수를 나타내며, T_x 는 각 화면에 할당되어진 목표 비트량이며, MB_cnt 는 화면에 존재하는 매크로 블록의 총 개수를 나타낸다. 윗 식에 의하면 매크로블록당 평균 목표 비트수를 기준으로 발생하는 비트수가 목표값보다 크면 가상 버퍼의 상태값이 커지고, 목표값보다 작으면 가상 버퍼의 상태값이 작아지게 된다. 가상 버퍼의 상태값이 결정되면 이를 이용하여 아래의 식과 같이 기준 양자화 파라메타 값, Q_j 를 구한다.

$$Q_j = (d_j^x \times 31 \times \text{frame rate}) / (2 \times \text{bit_rate})$$

여기에서 Q_j 는 양자화 과정에서 사용되는 양자화 간격값에 비례하는 값으로서 이 값이 커지면 양자화 간격값이 커져서 발생 비트가 줄어들게 되고, 이 값이 작아지면 양자화 간격값이 작아져서 발생 비트가 늘어나게 된다.

결과적으로 가상 버퍼의 상태값이 커지면 다음 매크로 블록에서 발생할 비트수가 작아지게 되고, 상태값이 작아지면 그 반대가 된다.

따라서 울 제어 단계를 분석해 보면 부호화하려는 화면에 대한 목표 비트 할당값에 실제로 부호화 결과를 발생하는 비트수가 수렴되도록 하기 위하여 매크로 블록 별로 가상 버퍼의 상태값의 변동에 따른 역계환 제어를 이용하여 기준 양자화 파라메타 값을 조절하는 것을 알 수 있다.

3. 활동도 값을 이용한 적응 양자화 조절 방법

이 단계에서는 매크로블록 별로 활동도의 국부적 특성을 이용해 이전 화면의 원 영상의 휘도성분과 현재화면의 부호화를 하기 위한 예측되어진 매크로블록과의 절대평균 오차값으로 양자화 파라메타를 조절하는 단계이다. 즉 휘도성분의 분산값을 이용하여 구한 활동도(activity)를 기준으로 한다. 활동도 act_m 는 매크로블록 단위의 원 영상과 예측되어진 영상의 최적 오차값을 이용하여 다음과 같이 계산되어진다.

$$act_m = \sum_{i,j} |s(i,j) - c(i,j)|,$$

$$i, j = 1, 2, \dots, 16,$$

여기에서 $s(i,j)$ 는 원 영상 휘도성분이며 $c(i,j)$ 는 예측되어진 휘도 성분을 의미한다. 활동도의 초기값으로는 실험적으로 $avg_act_i=1000$, $avg_act_p=900$ 및 $avg_act_b=800$ 이 할당된다. 아래의 수식에서 매크로블록의 양자화 파라메타 값은 아래의 방법으로 결정된다.

$$mquant_j = Q_j + dqs$$

여기에서 $mquant_j$ 는 매크로블록단위의 최종 양자화 파라메타 값이며, Q_j 는 울 제어 단계에서 결정되어진 양자화 파라메타이고, dqs 는 적응 양자화 조절값이다.

적응 양자화 조절값인 dqs 는 이전화면의 평균 활동도와 현재 매크로블록의 활동도의 상관관계를 고려하여 정략화된 세 가지 방법으로 조절한다. 아래의 식은 적응 양자화의

정략화된 세 가지 방법을 나타내고 있다.

$$dqs = \begin{cases} 0 & 0 < act_j/avg_act \leq 1 \\ 1 & 1 < act_j/avg_act \leq 2 \\ (act_j/avg_act) - 1, & 2 < act_j/avg_act \end{cases}$$

즉, 이전화면의 평균 활동도(avg_act)와 현재 예측되어진 매크로블록의 활동도(act_j)를 0, 1, $(act_j/avg_act) - 1$ 로 재할당하여 양자화 파라메타를 조절한다. 이 단계에서의 첫 번째 조건은 이전화면의 평균 활동도에 비해 현재 매크로블록의 활동도가 작은 경우 울 제어단계의 양자화 파라메타값을 그대로 사용하여 부호화 효율을 높이는 것이며, 또한 두 번째, 세 번째 조건은 이전화면의 평균 활동도와 현재 매크로블록의 활동도가 같거나 클 경우, 점진적으로 양자화 파라메타 값을 크게하여 발생비트수를 줄이는 것이다.

결과적으로 이 방법은 AHM2.0의 양자화 파라메타 조절값이 음수 값을 가지는 불안정한 방법을 개선한 방법이며, 인간의 시각이 복잡한 화면 영역에 대해서는 양자화 오차에 대하여 민감하지 않고 단순한 화면 영역에 대해서는 양자화 오차에 대하여 민감한 특성을 고려하여, 휘도성분의 활동도를 화면의 복잡성을 판단하는 기준으로 이용함으로써 양자화 파라메타를 조절하는 것이다. 이러한 방법으로 화면내 균일한 화질을 나타내면서도 PSNR 높일 수 있다.

4. 장면전환 대응 방법

여기에서는 제안된 장면전환 영상의 대응방법에 대하여 설명한다. 이전화면의 평균 활동도와 현재 매크로블록의 활동도는 장면전환이 있을 경우 이전 영상과의 상관성이 적기 때문에 dqs 값이 커지는 현상이 있으므로 상대적으로 양자화 파라메타 값을 크게 하여 화질이 급격하게 저하되는 현상이 발생한다. 따라서 dqs 값을 임계치로 재 할당하여 양자화 파라메타값을 줄임으로써 급격한 화질의 저하를 줄이는 방법을 제안하였다. dqs 값은 일반적으로 장면전환이 없는 연속적인 영상에서는 0에서 3의 값이 할당되므로 장면전환 영상의 임계치 값을 아래의 식과 같이 정하여 장면전환을 검출함으로써 적절히 대응할 수 있다.

$dqs =$ 현재 매크로블록의 활동도/이전화면의 평균 활동도

윗 식의 dqs 는 양자화 파라메타 조절값으로 현재 매크로블록의 이전화면의 활동도와 상관성이 없을 경우 매크로블록단위의 양자화 파라메타가 커지게 되어 장면전환 이후 많은 비트량이 할당 되어야 함에도 불구하고 상대적으로 적은 비트를 할당하게 된다. 아래의 식은 장면전환 영상의 임계치 값을 나타내고 있다.

$$dqs_threshold = 5$$

즉, dqs 가 5보다 큰 값을 가질 경우에 이를 그 이하의 값으로 재할당하여 직접적으로 양자화 파라메타를 조절한다. 즉 발생한 매크로블록의 적응양자화 값이 $dqs_threshold$ 값보다 클 경우 매크로블록의 양자화 파라메타 값을 직접적으로 줄임으로써 장면전환 영상의 비트율을 증가시켜 적용함으로써 급격한 화질 저하를 막고 좋은 화질을 얻을 수 있다. 이와 같은 방법은 다양한 영상에 적용할 수 있으며, 화면내 비균일 문제와 장면전환에 효과적으로 대응할 수 있다. 즉, 아래의 수식으로 이전 화면의 평균 활동도보다 현재 매크로블록의 활동도를 비교하여 매크로블록단위의 dqs 값을 세 가지 조건으로 양자화 파라메타를 재조정 한다.

$$dqs = \begin{cases} -4 & 5 \leq dqs < 10 \\ -2 & 10 \leq dqs < 15 \\ -1 & 15 \leq dqs \end{cases}$$

IV. 실험방법 및 결과

본 장에서는 모의실험을 통하여 제안된 윌 제어 방법을 평가한 실험 방법 및 결과에 대하여 기술한다. 성능 평가의 척도로는 객관적인 평가를 위해서는 PSNR을 이용하였으며, 주관적인 평가를 위해서는 인간의 시각을 통하여 화질을 평가하였다. 모의실험의 테스트는 다양한 영상을 대상으로 실험이 이루어졌으며, 장면전환의 성능 평가를 위하여 편집 영상을 추가하여 실험하였다. 즉 Foreman, Coastguard, Bridge-close, Mobile, Stefan, Akyio 및 Highway의 QCIF 영상에 대해 각각 300프레임에서 실험을 수행하였으며, 장

면전환의 실험을 위해서는 Foreman, Coastguard, Bridge-close, Mobile, Stefan, Akyio 순으로 각각 50프레임씩 편집하여 실험하였다. 비디오 코덱 소프트웨어는 JM7.2를 기본으로 하였으며^[10], 또한 실험시의 부호화 파라메타의 조건은 비교를 위해 AHM2.0에서 사용되었던 요구조건과 동일하게 부여하였다. 일 예로 프레임 율은 30프레임/초, 목표 비트할당은 128kbps, 그리고 GOP구조는 15로 하였다. 아래의 표 1은 모의실험에 사용된 MPEG-4 AVC의 부호화 파라메타 값을 나타낸 것이다.

표 1. MPEG-4 AVC 부호화 파라메타
Table 1. MPEG-4 AVC coding parameter

MV resolution	1/4 Pel
Hadamard	ON
RD optimization	ON
Search range	16
Reference frame	1
GOP structure	IBBP
Symbol mode	CABAC

표 2는 마이크로소프트사의 AHM2.0과 제안된 방법을 평균 PSNR로 비교한 것이다. 전체적으로 AHM2.0보다 향상된 결과를 나타내고 있으며, 특히 배경이 크게 두개로 나뉘어진 영상이나 장면전환이 발생한 영상에서는 우수한 결과를 보이고 있다.

표 2. PSNR(dB) 결과 값
Table 2. Results of PSNR(dB)

테스트 영상	AHM2.0	제안방법
Foreman	34.65	34.71
Coastguard	32.26	32.27
Bridge-close	29.70	35.78
Mobile	27.21	27.24
Stefan	26.53	26.59
Akyio	43.79	43.83
Highway	36.57	38.40
장면전환	32.51	33.03

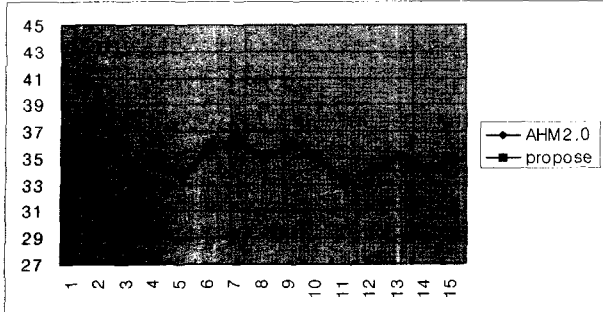


그림 1. Foreman 영상의 고정 비트율 PSNR 비교
Fig. 1. PSNR comparison of constant bit rate for Foreman sequence

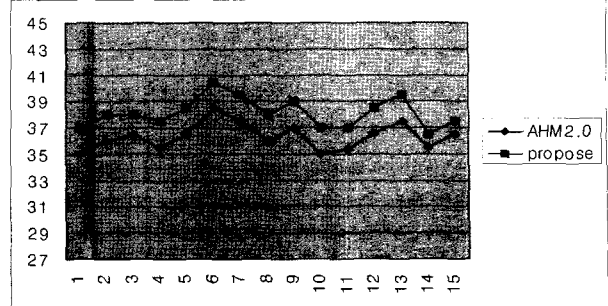


그림 2. Highway 영상 고정 비트율 PSNR 비교
Fig. 2. PSNR comparison of constant bit rate for Highway sequence

그림 1과 2는 고정 비트율에 대한 AHM2.0과 제안방법을 PSNR로 비교하여 그래프로 도식화한 것이며, 여기서 X축은 프레임(frame)를, Y축은 PSNR(dB)를 나타내고 있다.

특히 Bridge-close와 Highway 영상의 PSNR이 다른 영상보다 높은 이유는 적응 양자화 단계에서 AHM2.0은 3가지의 정략화된 방법을 사용하여 현재 매크로블록의 활동도 값이 현저히 작을 경우에 음의 값을 갖도록 하고 있는데 Bridge-close와 Highway영상과 같이 배경화면이 크게 두개로 나뉘거나 전체 배경화면에 작은 물체의 움직임이 있는 영상은 음의 작은 값을 갖기 때문에 불안정한 제어를 함으로써 PSNR이 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 제안된 방법은 이러한 불안정한 음의 값을 사용하지 않고 양의 값을 적절히 사용함으로써 향상된 결과를 가져왔다.

그림 3은 장면전환이 발생하였을 경우의 성능평가를 위

하여 장면전환 검출의 결과 예를 나타낸 것이다.

즉 장면전환이 발생한 화면내의 각 매크로블록 단위의 검출을 나타내고 있으며, 이는 화면내의 적응 양자화 값인 활동도의 상관관계를 이용하여 장면전환을 검출한 그래프로써, X축은 매크로블록 단위를 나타내며 Y축은 이전화면의 평균 활동도와 현재 매크로블록의 상관관계인 dqs의 값을 임계치 값으로 설정하여 장면전환 검출을 나타낸 것이다. 따라서, 그림 3의 예에 나타난 화면은 장면이 전환된 화면으로써 거의 모든 매크로블록의 dqs값이 임계치 값 이상인 것을 알 수 있다.

아래의 그림 4는 AHM2.0과 제안방법의 PSNR을 비교하여 그래프로 나타낸 것이다.

즉 장면전환시의 PSNR을 비교한 것으로 AHM2.0은 급격히 감소되는 반면에 제안된 방법은 적절히 PSNR를 유지하면서 빠른 화질 향상의 결과를 나타내고 있다. 여기서 X축은 프레임, Y축은 PSNR(dB)를 나타낸다.

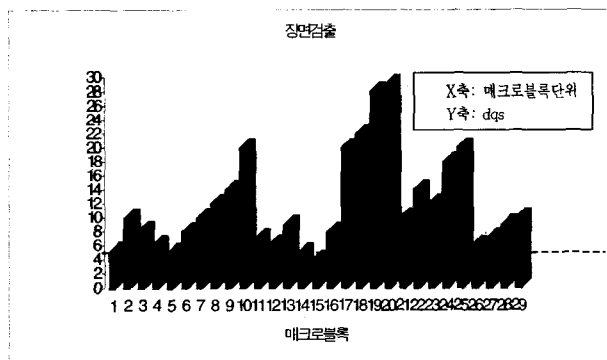


그림 3. 장면전환 검출
Fig. 3. Detection of scene change

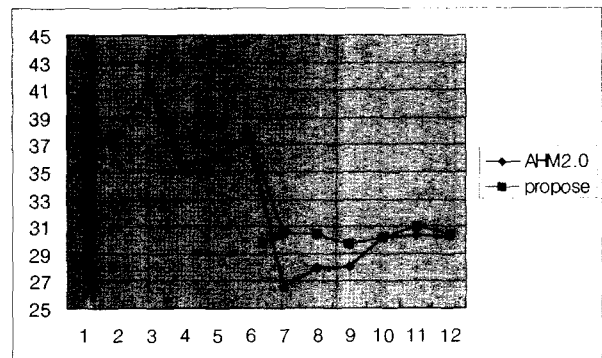


그림 4. 장면전환시 PSNR 성능비교
Fig. 4. PSNR comparison of scene change

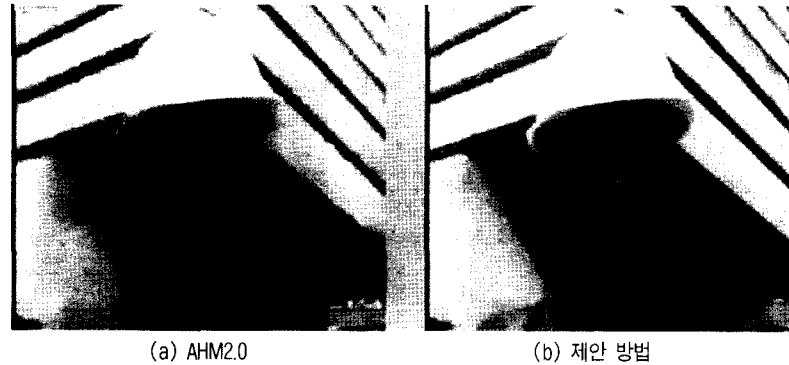


그림 5. 장면전환시의 결과 영상 비교
 Fig. 5. Result image comparison of scene change

그림 5는 주관적인 화질 평가를 위하여 장면전환 이후의 Foreman 영상을 그림으로 나타낸 것이다. 왼편의 AHM2.0에 비해 제안한 방법이 균일화질 유지와 블록킹(blocking) 현상이 현저하게 감소된 것을 볼 수 있다.

서 널리 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 화면의 특징 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 효율적인 울 제어 방법에 대한 추가 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

일정한 대역폭을 갖는 전송환경하에서 동영상을 효율적으로 전송하기 위해서는 비트율 제어가 필요하다. 특히 고 압축 효율을 목표로 하고 있는 MPEG-4 AVC에서는 효율적인 울 제어가 화질을 결정짓는 중요한 요소이다.

그러므로 본 논문에서는 효율적인 MPEG-4 AVC의 울 제어 방법을 제안하였다. 즉 국부 활동도를 최적 오차값으로 하여 적응 양자화 단계에서 양자화 파라메타를 조절함으로써 모든 영상에서 향상된 결과를 보였으며, 특히 장면 전환이 발생할 경우 이전화면과 현재 매크로 블록의 활동도와의 차이값으로 장면전환을 검출하여 매크로블록당 양자화 파라메타를 조절함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 즉 서로 특징이 다른 다양한 영상들을 대상으로 실험을 수행하여 좋은 결과를 얻었으며, 장면전환의 검출에 있어서 기존의 대부분의 검출방법은 많은 계산량과 하드웨어 구현 시 큰 메모리를 할당해야 하는 문제점을 가지고 있으나 본 논문에서는 실시간으로 장면전환을 검출하고, 이를 장면전환 화면에 적용함으로써 적은 계산량과 적은 메모리 할당으로 성능을 향상시켰다.

본 논문에서 제안한 울 제어 방법은 앞으로 일정한 대역폭을 요구하는 영상통신 및 방송관련 응용 분야에

참 고 문 헌

- [1] JVT, "rate control on JVT standard". JVT 4th meeting document D030, Jul. 2002.
- [2] JVT, "improved rate control algorithm". JVT 5th meeting document E069, Oct. 2002.
- [3] JVT, "Proposed draft description of rate control on JVT standard". JVT 6th meeting document F086, Dec. 2002.
- [4] "MPEG-2 Test Model 5", <http://www.mpeg.org/mssg/tm/>.
- [5] C. Horne and A. Puri, "Video coding with adaptive quantization and rate control," Proc. SPIE, 1818, pp. 798-806, 1992.
- [6] L. Wang, "rate control for MPEG video coding", Proc. SPIE, 2501, PP.53-61, 1995.
- [7] ITU-T, "video codec test model, Near-Term, version 8(TNM8)", document Q15-A-59, Jun. 1997.
- [8] JVT, "profiles, levels and limits discussion report," JVT 4th meeting, document D154, Jul. 2002.
- [9] JVT, "joint final committee draft(JFCD) of joint video specification", JVT 4th meeting document D157, Jul. 2002.
- [10] "JVT Resources(MPEG-4 AVC/H.264)", <ftp://ftp.imtc-files.org/>.

— 저 자 소 개 —



유 충 열

- 2002년 2월 : 관동대학교 이공대학 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2004년 2월 : 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학석사)
- 2004년 5월 ~ 현재 : (주)솔디정보기술(연구원)
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 감시정보시스템, 음성인식



신 규 철

- 2002년 2월 : 관동대학교 이공대학 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 관동대학교 대학원 전자통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 영상보안, 디지털 워터마킹



박 재 두

- 1981년 2월 : 송실대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 8월 : 연세대학교 산업대학원 졸업(공학석사)
- 2000년 2월 : 송실대학교 대학원(공학박사)
- 1981년 ~ 1992년 : KBS 기술연구소(연구원)
- 1992년 ~ 1994년 : KBS 속초 방송국 부장대우
- 1994년 ~ 현재 : 강릉영동대학 전자정보과 조교수
- 주관심분야 : 영상해석 및 합성, HDTV, DMB



이 명 호

- 1983년 2월 : 송실대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 2월 : 송실대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1996년 3월 : 일본 오사카대학 통신공학과 졸업(공학박사)
- 1985년 7월 ~ 2001년 2월 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 2001년 3월 ~ 현재 : 관동대학교 IT학부 조교수
- 주관심분야 : 영상통신, 멀티미디어 통신, 디지털 방송