

국부 분산을 이용한 장면 전환 적응 비트율 제어

正會員 이 호 영*, 김 기 석*, 박 영 식*, 송 근 원*, 남 재 열**, 하 영 호*

Scene Change Adaptive Bit Rate Control Using Local Variance

Ho Young Lee*, Gi Seok Kim*, Young Sik Park*, Kun Woen Song*,
Jae Yeal Nam**, Yeong Ho Ha* *Regular Members*

요 약

적응적 율제어 기법은 MPEG과 같은 비디오 부호화 알고리즘에서 고화질 영상을 복원하기 위한 핵심적인 기법이다. 그러나, 기존의 MPEG-2 TM5(Test Model 5)에서의 율제어는 장면 전환이 발생하면 움직임 추정 및 보상 효과가 줄어들어 복원된 영상의 화질 저하가 일어나고, 장면 전환이 발생하지 않은 영상의 경우에도 적응적 양자화(adaptive quantization)을 위해 사용되어지는 매크로 블럭(macroblock)의 활동도(activity)값인 블럭 분산(block variance)이 인간 시각 체계(human visual system)와 일치하지 않는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 장면 전환의 검출과 적응적 양자화 과정에 블럭내의 화소값의 분포를 정확히 나타내는 국부 분산(local variance)을 이용한 장면 전환에 적응적인 율제어 기법을 제안하였다. 주위 8방향 화소들의 평균값과의 편차를 이용한 국부 분산을 매크로 블럭의 활동도값으로 하면 각각의 매크로 블럭을 구별하는데 효율적으로 사용될 수 있다. 장면 전환이 발생하게 되면 매크로 블럭의 활동도는 장면 전환 이전 영상의 활동도와 상관성이 떨어지게 되는데, 국부 분산을 활동도로 이용하면 정확하게 장면 전환을 검출할 수 있었다.

TM5에서는 목표 비트 할당(target bit allocation)을 위해 이전에 부호화된 영상의 복잡도(complexity)를 이용하는데, I 영상(intra picture)의 경우에는 영상간의 시간 간격이 커서 활동도가 증가하는 경우에 적응적인 비트 할당을 하지 못하는 단점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 국부 분산을 이용한 영상의 평균 활동도(average activity)를 비교하여 적응적으로 목표 비트를 할당하게 하였다. 장면 전환이 발생하는 영상과 장면 전환이 발생하지 않는 영상에 대하여 제안된 알고리즘을 적용한 결과 제안한 방법이 TM5보다 우수한 결과를 보임을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

The bit rate control algorithm which is capable of handling scene change is proposed. In MPEG-2 TM5, block

*경북대학교 대학원 전자공학과
**계명대학교 전자계산학과
論文番號: 96406-1223
接受日字: 1996年 12月 23日

variance is used to measure block activity. But block variance is not consistent with human visual system and does not differentiate the distribution of pixel values within the block. In target bit allocation process of TM5, global complexity, obtained by results of previous coded pictures, is used. Since I pictures are spaced relatively far apart, their complexity estimate is not very accurate. In the proposed algorithm, local variance is used to measure block activity and detect scene change. Local variance, using deviation from the mean of neighboring pixels, well represents the distribution of pixel values within the block. If scene change is detected, the local variance information is used for target bit allocation process. Allocating target bits for I picture, the average local variance difference between previous and current I picture is considered. The experimental results show that the proposed algorithm can detect scene change very precisely and gives better picture quality and higher PSNR values than MPEG-2 TM5.

I. 서 론

MPEG-2(Moving Picture Expert Group 2)는 통신, 방송, 멀티미디어 분야에서 공통으로 사용하기 위한 디지털 동영상 부호화, 음성 부호화 그리고 다중화에 관한 국제 표준 압축방법이다. MPEG-2 비디오 부호화 알고리즘을 이용하여 일정한 전송율(constant bit rate: CBR)을 가지는 채널을 통하여 압축된 영상을 전송할때 복원된 영상의 화질을 결정하는 것은 매크로 블럭(macroblock)의 양자화 파라미터를 결정하는 비트율 제어부이다. 가변 부호화기를 거친 데이터와 기타 제어 신호들은 멀티플렉서에서 적절한 형태로 조합되어 수신단으로 전송된다. 그러나 부호화기에서 발생하는 데이터량은 부호화기에 입력되는 영상의 특성에 따라 매크로 블럭별로 불규칙하게 발생한다. 이처럼 불규칙하게 발생하는 데이터를 일정한 전송 속도를 갖는 전송로를 통해서 고품질을 유지하며 전송하기 위해서는 비트율 제어가 필요하다. 일반적인 비트율 제어기법은 버퍼 충만도(buffer fullness)와 입력 영상의 공간 활동도(spatial activity)을 이용하여 양자화 간격(quantization step size)을 조절하는 것인데, MPEG-2 비디오 표준은 비트율의 선택스와 복호화 과정만을 정의하고 있으므로 인코더 설계자는 코덱의 성능개선을 위하여 독자적인 비트율 제어방식을 이용할 수 있다. MPEG-2 TM5의 비트율 제어 알고리즘은 목표 비트를 할당하는 과정과 기준 양자화 파라미터를 결정하는 과정 그리고 적응적 양자화 과정의 3단계로 나누어지며, 일반적인 비디오 시퀀스에 대해서는 우수한 성능을 보인다. 그러나, 적응적 양자화를 위한 휘도 신호의 활동도값으로 사용되는

블럭 분산이 인간 시각 체계와 일치하지 않으므로 복원된 프레임 화질의 열화가 일어날 수 있으며, 특히 장면 전환이 발생할 경우 장면 전환이 생긴 전후 프레임들간의 움직임 보상 효과가 줄어들어 이후 프레임의 화질의 열화가 일어나는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 적응적 양자화를 위해 주위 8방향 화소의 평균값과의 편차를 이용한 국부 분산으로 활동도 정보를 얻고, 이를 장면 전환 검출과 적응적 양자화에 이용하는 알고리즘을 제안한다. 국부 분산을 이용할 경우, 블럭내의 화소값의 변화분포를 잘 나타낼 뿐만 아니라 서로 다른 블럭을 구별하는데도 효율적이므로 장면 전환 검출에 이용될 수 있다. 장면 전환이 검출되면 국부 분산 정보를 비트 할당에 이용하여 효율적인 비트 할당이 되도록 하였다. TM5의 목표 비트 할당은 이전 영상의 부호화 결과를 가지고 복잡도를 측정하여 현재 영상의 목표 비트 할당을 하게 되는데, I 영상의 경우 영상간의 시간 간격이 크므로 이전 I 영상과 현재 I 영상간의 활동도의 차이가 크게 되면 충분한 비트 할당이 되지 않게 된다. 그래서, 본 논문에서는 영상간의 시간 간격이 다른 영상에 비하여 상대적으로 큰 I 영상의 목표 비트 할당에 이전 영상과 현재 영상의 평균 활동도 차이를 이용하는 방식을 제안한다. 본 논문의 구성은 2장에서 MPEG-2 유효 제어 방식을 간략히 살펴보고, 3장에서 국부 분산의 계산과정을 그리고 4장에서 장면 전환 검출과 제안한 유효 제어 알고리즘을 설명한다.

II. MPEG-2 유효 제어

MPEG-2 TM5에서의 비트율 제어 알고리즘은 영

상의 종류에 따라 다르며, 기본적인 비트율 제어과정은 목표 비트를 할당하는 과정과 기준 양자화 파라미터(reference quantization parameter)를 결정하는 과정 그리고 적응적 양자화의 3과정으로 나누어진다.

2.1 목표 비트 할당(Target bit allocation)

목표 비트 할당 단계에서는 영상의 종류에 따라 다음 영상을 부호화하는데 필요한 비트 수를 예측한다. 현재 영상의 목표 비트를 할당하는 과정은 아래와 같다.

$$R = R' + G \quad (1)$$

$$= R' + (\text{bit rate} \times N) / \text{frame rate}$$

위식에서 R 은 현재 GOP에 할당 비트량을 나타낸다. 현재 GOP의 비트 할당은 이전 GOP의 부호화후 생긴 잉여 비트(R')와 한 GOP 기간당($\text{frame rate}/N$) 일정하게 할당되는 비트(G)의 합으로 결정된다. 이때 R 은 현재 GOP의 첫번째 영상 부호화이전에 결정되어야 하며 초기값은 0이다. 한 영상을 부호화한후에 GOP 할당 비트수 R 은 다음과 같이 계속 갱신되어진다.

$$R = R - S \quad (2)$$

여기에서 S 는 영상을 부호화한후 실제 발생한 비트량을 나타낸다. 한 영상을 부호화한후 각각의 영상 종류에 따른 발생 비트량을 S_i, S_p, S_b 라하고 사용한 평균 양자화 파라미터의 값을 Q_i, Q_p, Q_b 라 할때, 한 영상을 부호화하고 난후의 복잡도는

$$X_i = S_i Q_i, X_p = S_p Q_p, X_b = S_b Q_b \quad (3)$$

와 같으며 초기값은

$$X_i = 160 \times \text{bit rate} / 115 \quad (4)$$

$$X_p = 60 \times \text{bit rate} / 115 \quad (5)$$

$$X_b = 42 \times \text{bit rate} / 115 \quad (6)$$

로 주어진다.

현재 GOP내에 남아있는 비트수(R)와 부호화되지 않고 남아있는 영상수(N_i, N_p, N_b)를 고려하여 목표

비트는 영상의 종류에 따라

$$T_i = \max\left[\frac{R}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}}, \text{bit rate} / (8 * \text{frame rate})\right] \quad (7)$$

$$T_p = \max\left[\frac{R}{N_p + \frac{N_b K_p X_b}{X_p K_b}}, \text{bit rate} / (8 * \text{frame rate})\right] \quad (8)$$

$$T_b = \max\left[\frac{R}{N_b + \frac{N_p X_p K_b}{X_b K_p}}, \text{bit rate} / (8 * \text{frame rate})\right] \quad (9)$$

와 같이 할당한다. 여기에서 K_p, K_b 는 양자화 매트릭스에 의해 결정되어지는 상수이다.

2.2 율제어(Rate control)

율제어 과정은 부호화하려는 매크로 블록의 기준 양자화 계수를 구하는 과정으로서 할당되어진 비트와 버퍼의 총만도를 고려하여 결정된다. 한 영상내에 j 번째 매크로 블록을 부호화하기 이전에 j 번째 매크로 블록에 대한 가상 버퍼의 총만도($d_{i,b,p}^j$)는 가상 버퍼의 초기값 d_i^j, d_o^j, d_b^j 와 $j-1$ 번째 매크로 블록을 부호화할때까지 발생한 비트량(B_{j-1})과 매크로 블록당 할당된 비트와의 차이를 이용하여

$$d_i^j = d_o^i + B_{j-1} - \frac{T_i \times (j-1)}{MBSUM} \quad (10)$$

$$d_p^j = d_o^p + B_{j-1} - \frac{T_p \times (j-1)}{MBSUM} \quad (11)$$

$$d_b^j = d_o^b + B_{j-1} - \frac{T_b \times (j-1)}{MBSUM} \quad (12)$$

와 같이 구해진다. 여기서 $MBSUM$ 은 한 영상에서의 전체 매크로 블록의 수이며, $T_{i,b,p}/MBSUM$ 은 각각의 매크로 블록에 할당된 비트수이다. 한 영상의 마지막 매크로 블록의 버퍼 총만도는 다음 영상의 가상 버퍼의 초기값이 되며 기준 양자화 계수(Q_j)는

$$Q_j = \frac{d_j \times 31}{r} \quad (13)$$

와 같이 결정된다. 여기서 r 은 reaction parameter로서 기준 양자화 변수의 버퍼의 총만도에 대한 민감도

를 나타내는데

$$r = 2 \times \text{bit rate} / \text{frame rate} \quad (14)$$

와 같다.

2.3 적응적 양자화(Adaptive Quantization)

인간 시각은 활동도가 높은 영상에서 활동도가 낮은 영상에 비하여 양자화에 의한 화질의 열화를 덜 느끼게 되는데 이를 공간 마스크 효과(spatial masking effect)라 한다. 이러한 공간 마스크 효과를 이용하여 활동도가 높은 매크로 블럭에 대해서는 기준 양자화 계수보다 양자화 계수를 크게 하고 활동도가 낮은 매크로 블럭에 대해서는 기준 양자화 계수보다 양자화 계수를 낮게 하여 발생 비트량을 조절하는 단계이다.

$$act_j = 1 + \min(var_{sblk}) \quad (15)$$

$$sblk = 1, 4$$

$$var_{sblk} = \frac{1}{64} \sum_{k=1}^{64} (P_k - P_{mean})^2 \quad (16)$$

$$P_{mean} = \frac{1}{64} \sum_{k=1}^{64} P_k \quad (17)$$

여기에서 P_k 는 화소값이며 act_j 는 j 번째 매크로 블럭의 활동도를 나타낸다. 한 매크로 블럭을 구성하는 4개의 서브 블럭(sub-block) 각각에 대하여 블럭 분산을 구한후 그 가운데 최소값을 매크로 블럭의 활동도로 정하게 되는데, 4개의 값중 최소값을 활동도로 이용하는 것은 한 매크로 블럭을 구성하는 인접한 서브 블럭사이의 복원된 영상의 화질 열화를 최대한 막기 위한 것이다. 영상간의 화질의 연속성을 유지하기 위해 이전의 부호화된 영상의 평균 활동도를 고려하여 현재의 매크로 블럭의 정규화 활동도(normalized activity) N_{act} 를

$$N_{act_j} = \frac{2 \times act_j + avg_{act}}{act_j + 2 \times avg_{act}} \quad (18)$$

와 같이 결정한다. 여기에서 avg_{act} 는 이전에 부호화된 영상의 평균 활동도로서 초기값은 400이며, N_{act} 는 최종 양자화 파라미터를 구하는데

$$mquant_j = Q_j \times N_{act_j} \quad (19)$$

와 같이 이용된다.

III. 국부 분산을 이용한 활동도의 측정

활동도 측정을 위해서 일반적으로 연산의 복잡도가 낮은 블럭 분산(block variance)을 많이 이용하여 왔었다. MPEG-2 TM5의 비트율 제어에서도 매크로 블럭의 활동도를 측정하기 위해 블럭 분산을 이용하였다. 그러나, 블럭 분산 자체가 인간 시각 체계에 맞지 않을 뿐만 아니라 정확한 활동도 정보를 주지 못한다는 것이 S. Paek^[4]과 S. B. Zhang^[5] 등에 의해서 제기되었다. 분산에 의한 활동도가 인간 시각 체계와 일치하지 않으므로 공간 마스크 효과를 이용한 적응적 양자화 과정이 복원된 영상의 화질을 오히려 악화시키는 결과를 가져올 수 있다.

El Sakka^[6]는 영상을 분할(segmentation)할 때 블럭의 병합(merge)과 분리(split)의 척도로서 평균 편이 국부 분산(mean deviated local variance)을 이용하였다. 평균 편이 국부 분산은 라플라시안 에지 연산자를 응용한 것으로 해석할 수 있는데, 블럭의 화소값 각각을 고려하지 않고 중심 화소 주위의 화소들의 평균값과의 차이를 이용하므로 블럭내의 화소값의 변화분포를 잘 나타낼 수 있다.

본 논문에서는 정규화된 8방향 라플라시안 연산자를 이용한 국부 분산(L_{var})을 16×16 매크로 블럭에 대하여 구한 다음 그 값을 매크로 블럭의 활동도로 이용하였다. 그림 1은 정규화된 8방향 라플라시안(normalized 8-neighbor Laplacian)연산자^[2]를 나타낸다. 이는 중심화소와 주위 화소 평균과의 차이로 해석할 수 있으며, 이 차이값들의 분산을 이용하여 국부 분산을 구한다.

$$P_{mean}(i, j) = \frac{1}{8} [P(i-1, j-1) + P(i-1, j) + P(i-1, j+1) + P(i, j-1) + P(i, j+1) + P(i+1, j-1) + P(i+1, j) + P(i+1, j+1)] \quad (20)$$

$$L_{var} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [P(i, j) - P_{mean}(i, j)]^2 \quad (21)$$

	-1	-1	-1
$\frac{1}{8}$	-1	8	-1
	-1	-1	-1

그림 1. 정규화 8방향 라플라시안 연산자
Fig. 1 Normalized 8-neighbor Laplacian operator.

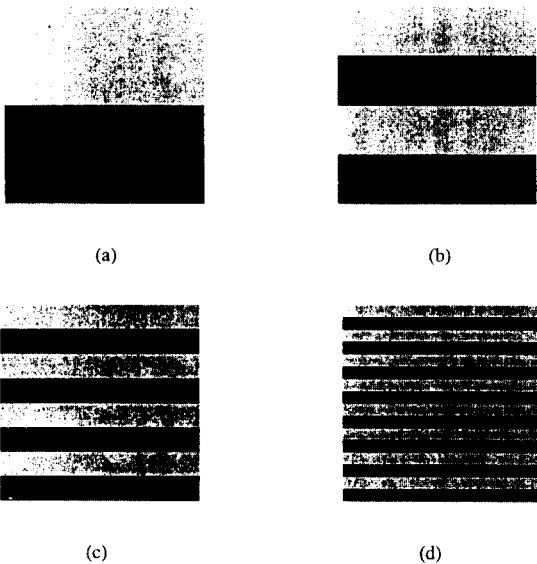


그림 2. 동일한 블럭 분산에 대해 서로 다른 국부 분산을 가지는 예. 모든 영상의 블럭 분산은 5625이며 각각의 국부 분산은 (a) 395.5, (b) 1186.5, (c) 2768.5, 그리고 (d) 12656.5이다.

Fig. 2 The example of images with same block variance and different local variance. In these examples, the block variance is 5625 and the local variances are (a) 395.5, (b) 1186.5, (c) 2768.5, and (d) 12656.5, respectively.

그림 2에서 인간 시각이 느끼기에 활동도가 서로 다른 4개의 16×16 매크로 블럭들에 대하여 일반적인 블럭 분산과 국부 분산의 성능을 비교해 보았다. 블럭 분산은 5625로 모두 동일한 값을 가지지만 국부 분산값은 활동도가 높을수록 커짐을 확인할 수 있다.

IV. 제안한 장면 전환 적응 비트율 제어 알고리즘

동영상에서 압축율을 높이는 것은 시간적 중복성을 줄이는 움직임 추정 및 보상이라고 할 수 있다. 그러나 장면 전환이 발생하면 장면 전환이 발생한 전·후 영상간에 움직임 추정 및 보상에 의한 효과가 감소되어 화질의 열화가 발생하고, 장면 전환이후의 연속되는 GOP내의 영상들에 파급 효과를 미쳐서 다음 GOP의 I 영상이 부호화되기 전에는 화질의 열화를 막을 수 없다. 기존의 장면 전환검출 방법으로는 연속된 영상전체의 평균 절대차(mean absolute difference)나 평균 절대차의 차분치(difference of mean absolute difference)⁷⁾가 있는데 이는 모든 영상에 적용된다고 볼 수 없다.

4.1 장면 전환의 검출

B 영상은 움직임 보상을 위한 참조 영상으로 쓰이지 않기 때문에 장면 전환 발생시 영향을 적게 받게 된다. 그러나 P 영상은 연속되는 B 영상이나 다른 P 영상의 움직임 보상을 위한 참조 영상으로 쓰이게 되므로 장면 전환이 P 영상에서 발생하면 다른 연속되어 이어지는 움직임 보상을 받는 GOP내의 B, P 영상에도 영향을 주게 되므로 P 영상을 부호화하기 전에 장면 전환을 검출하여야 한다. 그래서 본 논문에서는 장면 전환의 영향을 가장 크게 받는 P 영상에 대해서만 장면 전환 여부를 검사한다. 국부 분산이 블럭내의 화소값의 분포를 잘 나타내기 때문에 이를 장면 전환 검출에 이용할 수 있다. 연속된 두 P 영상사이엔 장면 전환이 발생하지 않으면 동일한 위치에 있는 두 P 영상에서의 매크로 블럭 국부 분산값은 작은 차이를 보이거나 장면 전환이 발생하면 국부 분산값은 큰 차이를 보일 것이다. 현재 P 영상의 전체 매크로 블럭에 대하여 이전 P 영상과의 국부 분산값을 비교하여 값의 차이가 임의의 문턱값이상인 매크로 블럭수가 전체 매크로 블럭수의 반이상이면 장면 전환이 일어난 것으로 간주하며 그 과정은 그림 3과 같다.

4.2 장면 전환을 이용한 장면 전환 적응 비트 할당

만약 P 영상에서 장면 전환이 발생하면 아주 많은 매크로 블럭들이 영상내 부호화(intra coding)되기 때문에 비트 발생량이 증가하게 되므로, 장면 전환이

발생한 P 영상의 비트 할당을 증가시켜야한다. 장면 전환시 P 영상에 대한 비트 할당은

$$T_p' = T_p + \frac{T_p}{MBSUM} \times count \quad (22)$$

와 같다. 여기에서 T_p 는 TM5에서의 P 영상에 대한 비트 할당량이고 count는 현재 부호화하는 P 영상과 바로 이전의 P 영상 사이에서 매크로 블록의 활동도의 차이가 문턱값(threshold)이상인 매크로 블록의 수이

다. 식(10~12)에서 버퍼의 상태를 고려하여 기준 양자화 계수를 구할때 한 매크로 블록에 할당되는 비트수는 구현의 용이를 위하여 한 영상에 할당되어진 비트를 전체 매크로 블록의 수로 나눈 비트수로 하였다. 그래서 제안한 알고리즘에서는 국부 분산을 이용한 활동도 차이가 문턱값 이상인 매크로 블록의 수만큼 비트를 증가시켜 할당하였다.

TM5에서의 목표 비트할당 방법은 이전에 부호화된 영상의 부호화 결과를 가지고 부호화하려는 영상

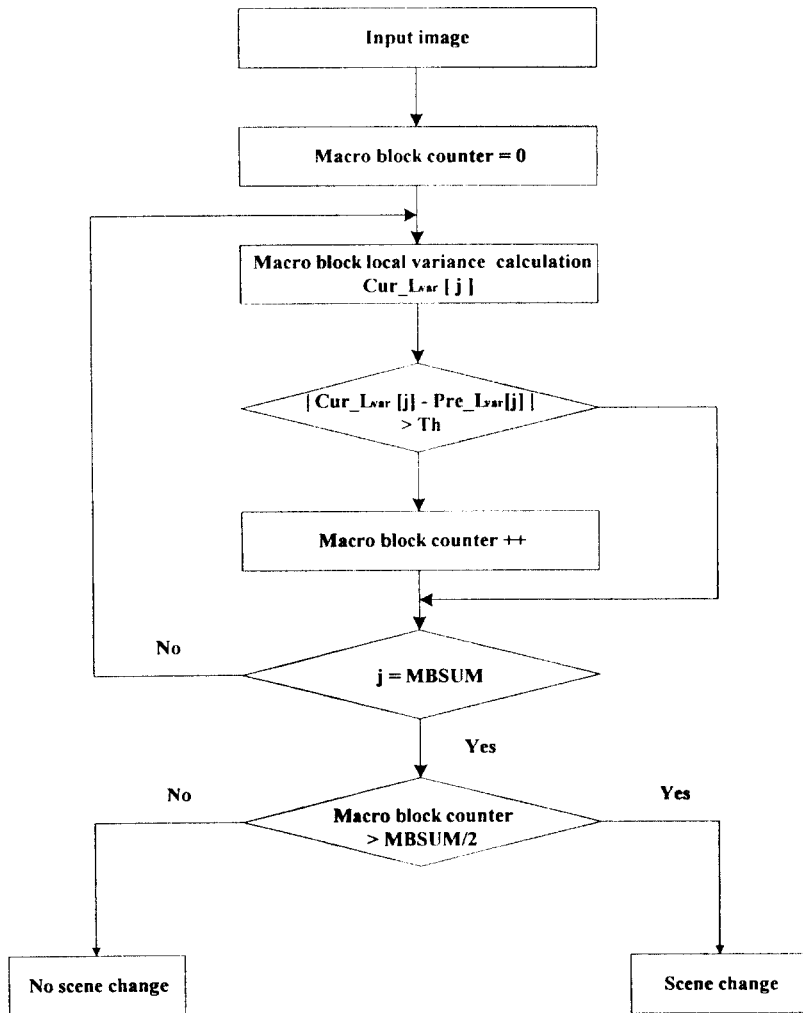


그림 3. 장면 전환 알고리즘의 흐름도
Fig. 3 Flow chart of scene change detection algorithm.

의 비트 할당에 이용하므로 현재 부호화 하려는 영상의 특성을 전혀 고려하지 않는다. 특히 동일한 종류의 영상사이의 시간 간격이 아주 큰 I 영상의 경우, 현재 영상의 특성을 고려하지 않는 TM5의 올제어는 장면 전환이 발생하지 않더라도 현재 I 영상의 활동도가 이전 I 영상의 활동도보다 커지는 경우에는 비트 할당이 충분히 되지않아 화질의 저하가 발생할 수 있다. 대부분의 인코더 설계자들은 설계의 용이를 위해 한 GOP에 하나의 I 영상을 두게 되는데, 이러한 경우에는 I 영상의 부호화 결과가 한 GOP내의 화질에 중요한 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 I 영상의 경우에 영상의 특성을 고려하여 이전 I 영상의 국부 분산을 이용한 평균 활동도와 현재 부호화하는 I 영상의 평균 활동도의 차이를 이용하여

if($Avg. act_{cur} - Avg. act_{pre} > Th$)

$$T_i' = T_i + \frac{T_i}{mbsum} \times count \quad (23)$$

else

$$T_i' = T_i$$

와 같이 비트 할당을 한다. 실제로 활동도값이 높은 영상이 낮은 영상에 비하여 발생하는 비트 발생량이 증가하는데 현재 I 영상의 활동도값과 이전 I 영상의 평균 활동도값의 차이가 임의의 문턱값보다 크면 활동도의 차이가 큰 매크로 블록의 수만큼 비트를 더 할당하게 하였다.

V. 실험 및 고찰

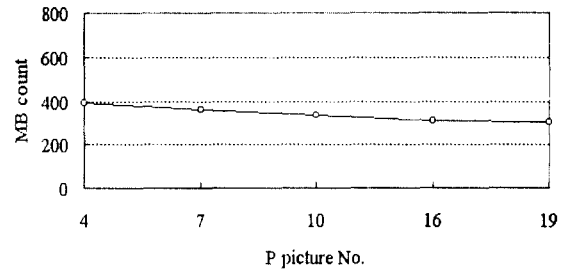
본 논문의 실험은 장면 전환이 발생하지 않은 영상과 장면 전환이 발생하도록 편집된 CCIR 601 4:2:2 형식의 720×480 영상에 대하여 M=3, GOP SIZE=12, 비트율 6Mbps로 부호화를 수행하였다. 장면 전환이 발생하지 않은 영상에는 움직임이 많은 Bus 영상과 움직임이 상대적으로 적은 Mobile & calendar 영상을 사용하였으며 장면 전환 발생을 위해 편집에 이용된 영상은 Bus, Bicycle, Football, Tennis, Flower Garden 이며 편집된 40 프레임의 구성은 표 1과 같다.

표 1. 편집 영상의 구성

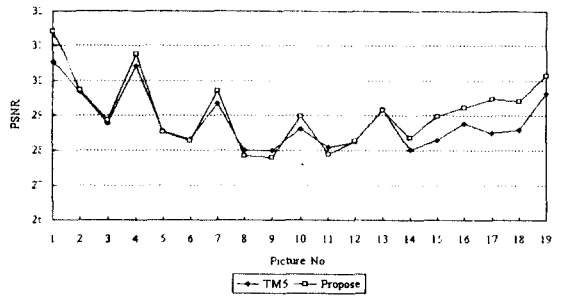
Table 1. The composition of edited sequence.

frame No.	CCIR 601(4:2:2)	image type at scene change
1~ 6 frame	bus	No scene change
7~13 frame	bicycle	P
14~20 frame	football	B
21~31 frame	tennis	B
32~40 frame	flower garden	B

I 영상의 특성을 고려하기 위한 문턱값은 300을, 장면 전환 검출을 위한 이전 P 영상과의 국부 분산 비교 문턱값은 200을 사용하였다. 그리고 N_{act} 을 계산할 때 avg_{act} 의 초기값은 실험적으로 찾은 1500을 사용하였다. 장면 전환이 발생하지 않은 Bus영상과 Mobile & calendar 영상에서의 각 P 영상에 대한 문턱값 이상의



(a)



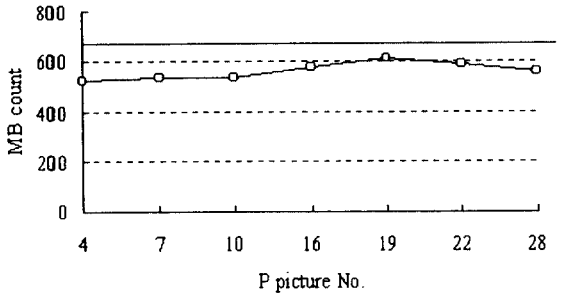
(b)

그림 4. Mobile & calendar 영상에 대한 장면 전환 검출 및 PSNR

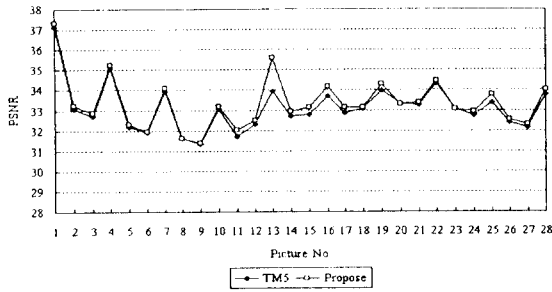
(a)장면 전환 검출 (b)PSNR

Fig. 4 Scene change detection and PSNR for Mobile & calendar sequence.

(a)Scene change detection (b)PSNR



(a)



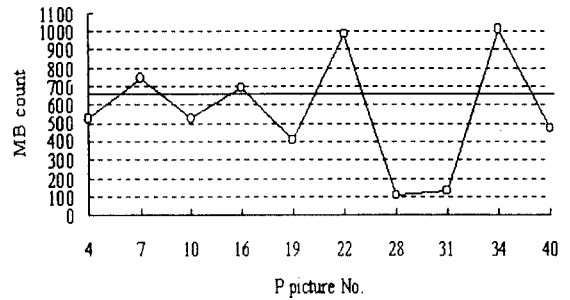
(b)

그림 5. bus 영상에 대한 장면 전환 검출 및 PSNR
(a)장면 전환 검출 (b)PSNR

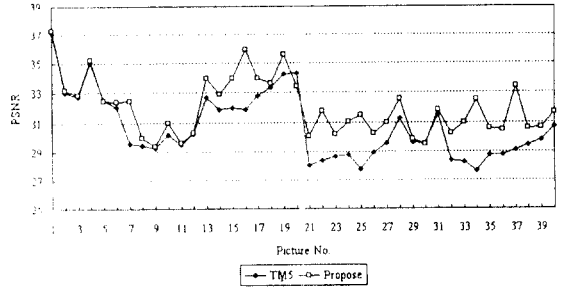
Fig. 5. Scene change dection and PSNR for bus sequence.
(a)Scene change detection (b)PSNR

매크로 블록의 수와 TM5와의 PSNR 비교는 그림 4, 5와 같다. 그림 4과 5의 (a)에서 모든 P 영상에서의 매크로 블록의 수가 전체 매크로 블록의 수의 반인 675 보다 작은것으로 보아 제안한 장면 전환 알고리즘이 장면 전환의 여부를 잘 판단함을 볼 수 있다. 움직임이 적은 Mobile & calendar 영상과 움직임이 아주 많은 Bus 영상 모두 TM5보다 제안한 방법의 PSNR이 더 우수함을 볼 수 있다. 특히 Bus의 경우 첫번째 I 영상과 두번째 I 영상과의 평균 국부 분산 활동도의 차이가 아주 커서 두 I 영상간의 상관도는 아주 떨어지는데 TM5의 경우 이러한 영상의 특성을 고려하지 못하므로 제안한 방법의 PSNR이 더 우수함을 볼 수 있다.

편집된 영상의 장면 전환은 7, 14, 21, 32 프레임에서 발생하는데, 7번째 프레임인 Bicycle의 경우는 P 영상에서 발생하고 나머지는 B 영상에서 발생하게 하였다. 제안한 알고리즘에서는 P 영상에서만 장면



(a)



(b)

그림 6. 편집 영상에 대한 장면 전환 검출 및 PSNR
(a)장면 전환 검출 (b)PSNR

Fig 6. Scene change dection and PSNR for edited sequence.
(a)Scene change detection (b)PSNR

전환을 검출하므로 14, 21, 32번째 프레임의 경우 실제로는 다음의 P 영상에서 장면 전환을 검출하게 된다. P 영상에서의 문턱값 이상의 매크로 블록의 수와 제안한 알고리즘의 TM5와의 비교는 그림 6과 같다. 그림 6의 (a)에서 실선은 장면 전환 검출의 기준이 되는 전체 매크로 블록수의 반을 나타내는데 장면 전환이 발생한 7, 16, 22, 34번째 프레임의 매크로 블록의 수는 모두 이를 넘어서 장면 전환이 정확히 검출됨을 볼 수 있다. 그림 6의 (b)에서 TM5의 PSNR을 보면 장면 전환이 발생한 P 영상의 PSNR이 장면 전환이 일어나지않은 P 영상의 PSNR보다 3 dB이상 낮아짐을 볼 수 있다. 특히 7번째와 16번째 프레임의 경우 P 영상임에도 불구하고 장면 전환의 영향으로 앞선 B 영상의 PSNR보다 낮음을 볼 수 있다. 그러나 제안한 알고리즘에서는 장면 전환을 검출하여 식(22)를 이용하여 P 영상에 비트 할당을 더해주므로 P 영상뿐만아

나라 P 영상을 참조 영상으로 사용하는 B 영상의 PSNR도 증가함을 볼 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 장면 전환에 적응적으로 대응할 수 있는 비트율 제어 알고리즘을 제안하였다. 기존의 TM5 비트율 제어 방식은 장면 전환이 일어나지 않은 영상의 경우에는 우수한 결과를 보이나 장면 전환이 발생할 경우에는 급격한 화질의 저하를 피할 수 없었다. 제안한 알고리즘에서는 매크로 블럭의 활동도를 측정하는데 매크로 블럭내의 화소의 분포를 잘 표현해주는 8방향 라플라시안 연산자를 응용한 국부 분산을 이용하였다. 국부 분산의 이러한 특성으로 인하여 양자화과정에서 공간 마스킹 효과를 최대한으로 살릴 수 있었다. 장면 전환 검출을 위한 별도의 연산의 이용없이 활동도값만을 이용하여 매크로 블럭의 수를 고려하는 방식으로 장면 전환을 효율적으로 검출할 수 있었다. 제안한 알고리즘을 장면 전환이 발생하도록 편집된 영상에 대하여 적용시킨 결과 TM5방식보다 우수한 PSNR을 보였다. 장면 전환이 발생한 프레임의 복원된 영상에서 주관적 화질 평가를 병행한 결과 제안한 알고리즘이 주관적 화질에서도 우수함을 볼 수 있었다. 본 논문에서는 고려하지 않았지만 MPEG-2 비트율 제어에서 한 영상내의 기준 양자화 파라미터의 변화가 클 경우에 영상내의 화질의 불균일^[11]이 발생하게 되는데, 이를 막기 위해서는 매크로 블럭당 비트 발생량을 정확히 예측할 수 있어야만 가능하다. 발생 비트를 예측하기 위한 여러 방법들^{[9][10]}이 제시되었지만 이는 제한된 실험 영상에 대해서 실험하여 만들어진 변수 모델(parameteric model)들이다. 앞으로는 이에 대한 해석적인 연구가 더욱 진행되어야할 것이다.

참 고 문 헌

1. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 No 400, "Test Model 5"
2. William K. Pratt, "Digital Image Processing", 1991 by John Wiley & Sons, Inc
3. A. Puri and R. Aravind, "Motion compensated video coding with adaptive perceptual quantization,"

IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology, vol. CSVT-1, pp. 351~361, Dec. 1991.

4. S. Paek, J. Kang, Y. Seo, "Rate control strategy based on human visual sensitivity for MPEG video coder," *Proceedings of Visual Communications and Image Processing '94*, pp. 322~330, 1994.
5. Shi Bin Zhang, D. S. Jeong, B. R. Hong, "An effective block activity measure on human visual perception for MPEG encoder," *KITE Journal of Electronics and Engineering*, vol. 6, No. 2, pp. 50~59, 1995.
6. Cheng-Tie Chen, Andria Wong, "A self-governing rate buffer control strategy for Pseudoconstant bit rate video coding," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 2, No. 1, pp. 50~59, 1993.
7. 이상미, 이현주, 김용환, "영상 프레임간 평균 절대차의 차를 이용한 장면 전환 검출," 제6회 신호처리 합동 학술대회, vol. 6, No. 1, pp. 322~330, 1993.
8. Mahmoud R. El-Sakka and Mohamed S. Kamel, "A segmentation criterion for digital image compression," *ICASSP '95* vol. 4, pp. 2551~2554, 1995.
9. S. H. Jang, S. H. Park, "An adaptive rate control algorithm for DPCM/DCT hybrid video codec adopting bi-directional prediction," *SPIE VCIP'93*, pp. 1237~1248, Nov. 1993.
10. E. D. Frimout, J. Biemond, R. L. Lagendijk, "Forward rate control for MPEG recoding", *SPIE VCIP'93*, pp. 184~194, Nov. 1993.
11. C. Horne, A. Puri, "Video coding with adaptive quantization and rate control," *SPIE VCIP'92*, pp. 798~806, Nov. 1992.



李 皓 榮(Ho Young Lee) 정회원
1972년 1월 3일생
1995년 2월:경북대학교 공과대학
전자공학과 졸업(공학사)
1997년 2월:경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1997년 3월~현재:경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
※주관심분야: 영상부호화, 신호처리, 컴퓨터 비전등

金 紀 錫(Gi Seok Kim) 정회원
1967년 11월 18일생
한국통신학회 논문지 제22권 3호 참조

朴 英 植(Young Sik Park) 정회원
1969년 4월 18일생
한국통신학회 논문지 제22권 3호 참조

宋 根 遠(Kun Woen Song) 정회원
1968년 7월 1일생
한국통신학회 논문지 제22권 3호 참조

南 在 烈(Jae Yeal Nam) 정회원
1983년 2월:경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)

1985년 2월:경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1985년 3월~1987년 7월:한국전자통신연구소 연구원
1991년 8월:텍사스 주립대(UTA) 전기공학과 졸업(공학박사)

1991년 9월~1995년 2월:한국전자통신연구소 선임연구원

1995년 3월~현재:계명대학교 컴퓨터·전자공학부 조교수

河 永 浩(Yeong Ho Ha) 정회원
한국통신학회 논문지 제22권 3호 참조
현재:경북대학교 전자전기공학부 교수