

Low-bit Rate H.264/AVC 비디오에 적합한 개선된 디블러킹 알고리즘

The Improved Deblocking Algorithm for Low-bit Rate H.264/AVC

권동진, 객내정*, 유성필
충북대학교, 목원대학교*

Kwon Dong-Jin, Kwak Nae-Joung*, Ryu Sung-Pil
Chungbuk Univ., Mokwon Univ.*

요약

H.264/MPEG4 Advanced Video coding joint standard 에서 복호기(디코더)의 디블러킹 필터는 필요하다. 본 논문에서는 MPEG-4 비디오에서 낮은 비트율과 대역폭에서도 화질을 보장하는 개선된 디블러킹 알고리즘을 제안한다. 제안된 디블러킹 알고리즘은 간단한 shift, addition 그리고 comparison 만을 사용하기 때문에 복잡성이 줄어든다. 블록 왜곡의 유무를 판별하기 위해 마스크 블록의 경계강도를 구해 복잡영역, 중간영역 그리고 단순영역으로 분리해 처리한다. 실험-결과, 본 논문에서 제안한 디블러킹 알고리즘은 블록 왜곡이 줄어드는 것을 알 수 있다.

Abstract

H.264/MPEG4 Advanced Video coding joint standard needs deblocking filter of decoder. We propose a better deblocking algorithm ensuring picture quality even if it is low bit-rate and bandwidth in MPEG-4 video. The complexity diminishes in proposed deblocking algorithm because it uses only simple shift, addition and comparison. We handle dividing into complexity area, medium area and simple area after counting boundary intensity of mask block to identify presence of block effects. As a result of experiment, we make certain of that block effects reduces in proposed deblocking algorithm.

I. 서론

광대역 시대로의 급속한 발전에 따라, 통신과 방송의 융합이 주목받고 있으며, 본격적인 영상 통신시대가 시작되고 있다. 이러한 시대적 흐름으로 인해 H.264/AVC라고 불리는 새로운 영상압축기술이 표준화되어 국제적인 주목을 끌고 있다. H.264/AVC 방식은 현재 전세계적인 차세대 동영상 압축 기술로 평가받고 있으며 디지털 TV, 위성-지상파 DMB, 차세대 DVD(HD-DVD, 블루레이) 등 차세대 멀티미디어 서비스와 접목되면서 다채널 고품질의 영상압축, 인터넷이나 케이블 모뎀에서의 영상전달, 디지털 데이터 방송, 차세대 스마트폰 등 동영상의 통신에 그 응용이 기대되고 있다[1][2].

H.264/AVC 표준에서, 비디오 압축 성능을 높이기 위해 기존의 비디오 부호화 표준에 비해 더 작은 크기인 4*4 블록 단위까지의 움직임 보상과 1/4 화소 단위의 움직임 예측, 향상된 엔트로피 부호화 방식, 그리고 새로운 비용함수를 이용한 모드 결정 방법 등을 사용하였다. 또한, 주관적 화질의 향상을 위해 부호화 과정 중에 디블러킹 필터를 추가하고, 정수 기반의 4*4 DCT를 사용하여 기존의 비디오 부호화 표준 방식의 부호기와 복호기 사이에 발생했던 DCT 계수 불일치 문제를 해결하였다 [3][4][5].

JPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 그리고 H.264 등과 같은 영상 압축 표준들은 영상의 공간적 중복성을 제거하기 위

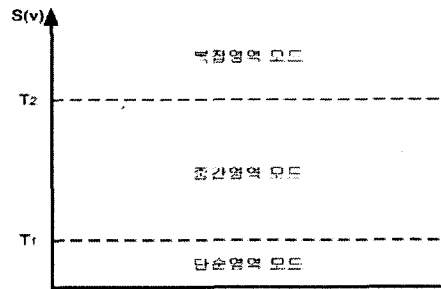
하여 블록기반의 DCT 변환을 이용한다. 특히 H.264는 4*4 블록 단위로 변환을 수행한다. 이 변환을 사용하여 주파수 영역으로 변환된 값은 양자화를 거쳐 부호화 된다. DCT 변환 과정에서는 손실이 없지만 양자화 과정에서 손실이 발생한다. 이 손실이 발생한 값을 역양자화와 역 DCT 과정을 거친 영상을 보면 각 블록의 경계 부분에서 불연속이 발생한다. 이를 블록 왜곡이라고 한다. 이로 인해 발생하는 화질 저하를 인간의 시각관점(HVS)에서 더 좋아 보이도록 각 블록의 경계부분을 조정하는 것이 디블러킹 필터이다. 디블러킹 필터의 사용을 통하여 영상의 블록왜곡이 참조영상에 포함된 상태로 복호영상에 전달하게 되는 것을 방지하게 되고 화질이 보장되는 복호영상을 얻을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 복호영상의 블러킹 현상을 감소시키면서 디블러킹 필터에 의해 뭉개지는 에지를 보존하는데 목적을 둔다.

본 논문에서 제안하는 디블러킹 알고리즘은 블록 왜곡의 유무를 판별하기 위해 마스크 블록의 경계강도를 구한 후 복잡영역, 중간영역 그리고 단순영역으로 분리해 처리한다.

II. 제안 방법

제안된 디블러킹 알고리즘은 먼저 세 가지 모드로 나누는 모드결정을 하고, 모드결정으로 분리된 세 가지 모드, 즉 단순영

역, 중간영역, 복잡영역으로 나뉘어 처리된다. 단순영역에서는 블록경계의 평탄한 영역에서 강한필터(strong filtering)가 적용되고, 복잡영역에서는 에지를 보존해 샤프니스(sharpness)를 부각시키기 위해 약한필터(weak filtering)를 적용한다. 그리고 중간영역에서는 심하게 거친부분(coarse)이나 과도한 블러링을 해결하기 위해 제안된다. 영상에서 단순영역 부분은 저주파 부분, 복잡영역은 고주파 부분, 그리고 중간영역은 고주파와 저주파가 만나는 부분을 일컫는다.



▶▶ 그림 2. 임계값에 의한 모드 결정

1. 경계강도에 의한 모드 결정

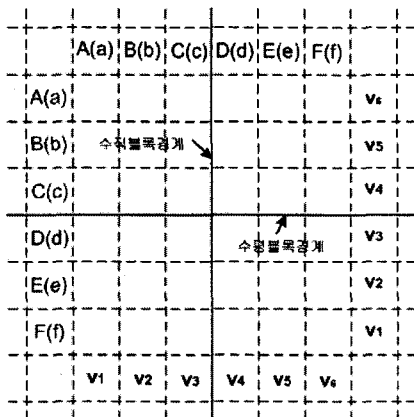
모드 결정의 목적은 과도한 블러링 없이 블록왜곡을 완화하기 위한 필터 모드를 결정하는데 있다. 즉, 블록경계 주위의 블록왜곡의 경계강도를 두 인접 블록들 간의 픽셀을 분석해 측정된다. 그림 1처럼, v_n 는 블록경계에서 사이의 픽셀 값의 1차원 배열이다. (1)식은 블록경계강도를 구하는 식이다.

$$S(v) = \sum_{i=1}^5 \phi(v_i - v_{i+1}) \tag{1}$$

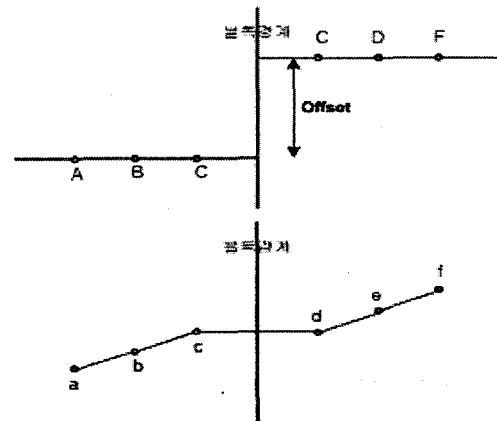
$$\phi(\Delta) = \begin{cases} 0, & |\Delta| \leq s_T \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases} \tag{2}$$

식 (1)과 (2)는 인접한 두 4*4블록 경계에 적용된다. s_T 는 임계값이다. 5개의 차이값이 임계값 s_T 이하로 함수에 의해서 결정된 후, 그것들의 합은 모드를 결정지게 하는 척도가 된다. 모드를 결정하는 임계값은 T1, T2가 있다. S(v)가 T1보다 작을 경우는 단순영역, T2보다 클 경우는 복잡영역, 그 사이 값은 중간영역으로 결정된다.

그림 2는 임계값에 의해 결정된 모드를 나타낸다.



▶▶ 그림 1. 픽셀위치와 필터링 되는 픽셀



▶▶ 그림 3. 단순영역에서의 필터처리의 예

2. 단순영역에서의 디블러킹(S(v)<T1)

사람의 눈은 평탄한 영역과 같은 불연속적인 영역에서 더욱 더 민감하다. 따라서 디블러킹 필터는 사람의 시각특성(HVS)에 맞게 필터 되어야 한다. 급격한 변화는 블록경계에서 나타나기 때문에 그리드(grid) 노이즈를 부드럽게 필터 해야 한다.

그림 3은 단순영역에서 픽셀 값에 의해 변화되는 값을 1차원으로 나타낸 것이다.

제안하는 필터는 블록경계에서 두 픽셀의 차이 값을 구해 오프셋(offset)을 구한다. 구한 오프셋 값을 이용해 각 픽셀의 값들을 바꾼다. 바뀌어진 값들은 0~255 값 사이로 정해진다. 식(3)은 오프셋 값을 구하는 식이고, 식(4)는 바뀌는 값의 식이다.

$$Offset = |D - C| \tag{3}$$

3. 중간영역에서의 디블러킹(T1<S(v)<T2)

중간영역에서의 디블러킹 필터링은 그림 4에서 보이는 3*3 저주파통과필터가 사용된다. 저주파통과필터가 블록경계의 각 면(그림 5의 B, C, D, E)에 적용됨으로, 블록왜곡이 감소한다. 중간모드에서의 디블러킹은 블록왜곡이 감소될 때 실제적인 에지는 보존된다.

$$\begin{aligned}
 a &= A + \text{Offset}/8 \\
 b &= B + \text{Offset}/4 \\
 c &= C + \text{Offset}/2 \\
 d &= D - \text{Offset}/2 \\
 e &= E - \text{Offset}/4 \\
 f &= F - \text{Offset}/8
 \end{aligned}$$

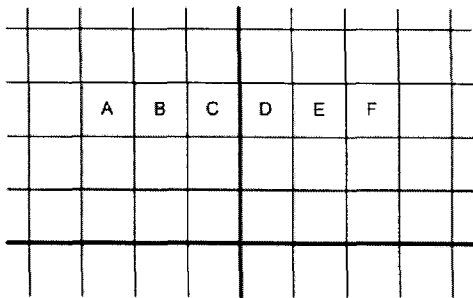
중간영역에서 사용된 필터는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 L_1 &= \sum_{i=1}^9 a_i p_i (i \neq 1) \\
 a_i &= \begin{cases} 1, & |p_5 - p_i| < C_q \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 L_2 &= \sum_{i=1}^9 a_i (i \neq 1) \\
 p'_5 &= (\lambda p_5 + L_1) / (\lambda + L_2)
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

임계 값 C_q 는 현재 양자화 파라미터(QP)이다. p_5 가 인트라 코드 블록이면 $C_q=QP$ 가 되고, 인터코드 블록이면 $C_q=QP/2$ 가 된다. 파라미터 λ 는 8~12의 값이다. 그림 5는 3*3 주위 8화소의 필터 영역을 나타낸다. 그림 6은 중간영역에서의 필터링을 보여주고 있다.

p1	p2	p3
p4	p5	p6
p7	p8	p9

▶▶ 그림 4. 3*3 필터 영역



▶▶ 그림 5. 중간영역에서의 필터링

4. 복잡영역에서의 디블러킹(S(v))T2)

복잡영역에서 블록왜곡이 발생한다면 강한필터는 사용하지

않는다. 왜냐하면 강한 뭉개짐(over-blurs)이 발생하면 실제 에지가 깨져버리게 될 수 있기 때문이다. 따라서 복잡영역에서의 블록왜곡을 제거하기 위한 방법은 단순영역에서 사용했던 방법과 유사하게 처리한다. 단지 그림 1의 A와 F 부분은 처리하지 않는다. 필터를 이용하여 화소의 값을 변환하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 b &= B + \text{Offset}/8 \\
 c &= C + \text{Offset}/2 \\
 d &= D - \text{Offset}/2 \\
 e &= E - \text{Offset}/8
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

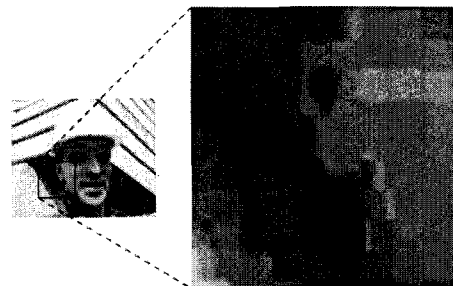
III. 실험 결과

시뮬레이션은 low-bit rate H.264/AVC 비디오를 가지고 MPEG-4 JM 10.2로 수행하였다. 실험에 쓰인 영상은 300프레임으로 첫 번째 프레임만 인트라프레임으로 코딩되었고 B프레임 없이 인터코딩 되었다. 영상 'Foreman'은 138 Kbps, 15Hz, CIF(352*288)로 압축되었다. 모드 결정에 사용된 임계 값 s_T 는 2이고, T1, T2의 값은 각각 2, 3이다.

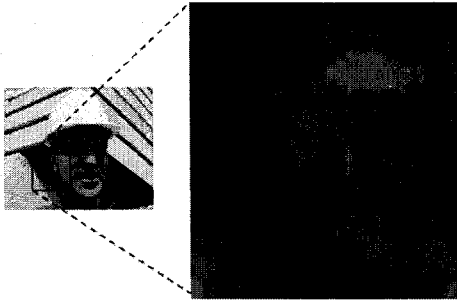
그림 6(a)는 원영상이고, (b)는 JM 디블러킹 필터를 적용한 영상이고 (c)는 제안된 디블러킹 필터에 의해 처리된 영상이다. 많은 블록왜곡이 제거되었으며, 에지 부분이 살아있음을 알 수 있다.



(a) 원영상



(b) JM 필터



(c) 제안된 디블럭킹필터

▶▶ 그림 6. 제안된 디블럭킹필터에 의한 영상

IV. 결 론

본 논문에서는 MPEG-4 비디오에서 비트율과 대역폭이 적더라도 화질을 보장하는 개선된 디블럭킹 알고리즘을 제안하였다. 제안된 디블럭킹 알고리즘은 간단한 shift, addition 그리고 comparison 만을 사용하기 때문에 복잡성이 줄어든다. 블록 왜곡의 유무를 판별하기 위해 마스크 블록의 경계강도를 구해 복잡영역, 중간영역 그리고 단순영역으로 분리해 처리하였다. 실험 결과, 본 논문에서 제안한 디블럭킹 알고리즘은 블록 왜곡이 줄어드는 것을 알 수 있었다.

향후 연구과제로는 저해상도에서도 원래의 에지를 좀 더 보존하면서 블록왜곡만을 제거하는 필터가 연구가 필요하다.

■ 참고 문헌 ■

- [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, No. 7, pp.560-576, 2003.
- [2] 호요성, 김승환, H.264/AVC 표준의 소스 코드 분석, 두양사, 서울, 2006.
- [3] 정제창, H.264/AVC 비디오 압축 표준, 홍릉과학출판사, 서울, 2005.
- [4] A. Zakhor, "Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.2, No.3, pp.91-95, 1992.
- [5] Y. Jeong, I. Kim, and S. Lee, "On the POCS-based postprocessing technique to reduce blocking artifacts in transform coded images," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.10, No.6, pp.617-623, 2000.