

# 저 비트율 영상부호화의 블로킹 현상 제거를 위한 Filter 설계

조용설<sup>1</sup>, 전병우<sup>2</sup>  
성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학부

## Filter Design for Removal Blocking Artifacts in Low Bit-rate Video Coding

Yong-Sul Cho<sup>1</sup>, Byeungwoo Jeon<sup>2</sup>,  
School of ECE, Sungkyunkwan University

E-mail : <sup>1</sup>oseosan@ece.skku.ac.kr, <sup>2</sup>bjeon@yurim.skku.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 저비트율 영상통신에서 발생하는 블로킹 현상과 컬러 번짐 현상을 효과적으로 줄임으로써, 주관적 화질을 개선하는 후처리 필터를 제안한다. 저비트율 영상통신에서 8\*8 블록 단위의 DCT 수행은 블로킹 및 컬러 번짐 현상과 같은 화질 열화를 초래한다. 이러한 화질 열화를 개선하기 위하여 밝기 영역과 컬러 영역에서 각기 다른 후처리 필터를 본 논문에서 제안한다. 밝기 부분의 후처리 필터에서는 일률적인 후처리 필터에서 발생하게 되는 새로운 artifact 인 geometric pattern 을 방지하기 위해 각 화소의 공간영역에서 블로킹 경계 좌우로 filtering range 를 다르게 수행하고, 컬러부분의 후처리 필터에서는 컬러번짐 현상을 최대한 억제하기 위해 블로킹 컬러 값의 차이에 따라 다르게 수행되는 후처리 필터를 제안한다. 제안된 실험을 통하여 후처리 필터를 수행한 영상화질이 H.263 baseline 에 비해 월등히 나아짐을 확인할 수 있었으며, H.263 Annex J의 deblocking filter mode 에 비해서도 떨어지지 않는 화질을 얻을 수 있었다.

### 1. 서론

JPEG, MPEG, H.263등 대부분의 영상압축 방법은 블록 기반의 DCT변환을 쓰고 있다. 효과적인 영상압축을 위하여 DCT 후 양자화를 수행하게 되는데 양자화의 정도에 따라 영상에서 상당부분 에러 값이 발생하게 된다. 영상의 최대 압축율을 얻기 위해 지각적으로 쉽게

인지되지 않는 부분인 고주파 영역에 대해 큰 양자화간 nipc 과제 격의 양자화를 하고, 색차 성분은 down sampling 을 취한후 DCT 및 양자화를 수행한다. DCT 와 양자화 수행에 있어서 8\*8블록 단위의 처리는 블로킹 경계부분에 원치 않는 artifact 발생을 초래한다. 이러한 artifact 제거를 위한 대부분의 방법들은 주로 밝기 성분에 의한 artifact 현상제거가 대부분이었다[1][2]. 그러나 H.263[3]과 같은 저 비트율 부호화에서는 색차 성분에 의한 artifact 도 무시할 수 없을 정도로 크게 나타난다.이 색차 성분에 의한 artifact도 색차 성분을 블로킹단위의 DCT와 양자화를 수행하는 데에서 기인하며, 특히 H.263 과 같은 저 비트율 영상통신에서는 큰 양자화 간격을 사용하므로 밝기 성분과 함께 색차 성분에 의한 블로킹 현상 및 컬러번짐 현상이 눈에 띄게 나타난다. 가로세로 2:1 down sampling 과 DCT 압축에 의한 블로킹 현상은 16\*16의 매크로 블로킹단위의 블로킹 현상을 초래하는데 이는 기존의 밝기성분의 8\*8 DCT block 단위의 후처리 필터만으로는 해결할 수 없는 부분이다. 더구나 uncovered region of the motion estimation에서는 밝기 값만을 비교하여 motion vector 를 구하기 때문에 색차 성분에 있어서 많은 에러가 발생하게 된다. 이는 residual 신호를 이용한 움직임보상 후에도 몇 프레임동안 색차신호 에러가 나타나게 된다.

본 논문에서는 주관적 화질 평가에서 컬러에 의한 블로킹 현상과 컬러 번짐 현상을 최소화 하기 위하여 밝기 성분의 filtering 외에 컬러를 좌우하는 Cb, Cr 에도 새로운 후처리 필터를 제안하였다. 우선 밝기 부분 처리에서 geometric pattern 에 의한 또 다른 artifact 발생을 줄이기 위하여 블로킹 현상이 일어나는 경계화소 좌우로 각기 다른 화소수를 filtering 에 포함시켰다. 그리고 색차 성분에 의한 16\*16 단위의 블로킹 현상을

본 연구는 1999년도 산업자원부 산업기반기술 NIPC 과제의 자원으로 수행된 결과임.

막기 위하여 Cb, Cr 부분에서 또 다른 후처리 필터를 제안하였다.

## 2. 밝기성분 처리

8\*8 단위의 DCT 및 양자화 수행은 원치 않는 블록화 현상을 수반하게 되므로 본 논문에서는 이러한 블록화 현상을 줄여주기 위해 블록 경계 부분에 화소 단위의 후처리 저역통과 필터를 제안한다. 이때 블록 단위의 DCT와 양자화에 의해 발생하는 블록차는 양자화 간격에 따라 어느정도 그 한계를 갖게 된다. 따라서 본 논문에서는 저역필터에 의한 에지 부분의 손상을 피하기 위해 두 블록의 경계 화소의 차이가 일정값(THR1)보다 작을 경우에만 저역통과 필터를 취하였다. 또한 경계 화소 좌우로 후처리 필터를 수행하게 되는 좌우 각각 2개 또는 3개의 화소 값들의 에지포함에 의한 에지 손상을 없애기 위하여 두 인접화소의 차이를 구해 일정값(THR2) 보다 작은 범위의 화소값에 대하여서만 후처리 필터를 취하였다. 각 블록 경계 주변의 화소 값에 대하여 일률적인 저역통과 필터에 의한 또 다른 가시적인 artifact인 *geometric pattern*을 줄여주기 위해 그림 1에서 블록 경계의 8개 인접 화소 값에 대하여 filtering 범위에 변화를 주었다. 그림 1의 인접 화소들에 대하여 홀수번째의 경계 화소에서는 좌우로 세 화소씩, 짝수번째의 경계 화소에서는 좌우로 두 화소씩 필터처리를 하였다. 다음은 제안된 알고리즘의 개요이다

STEP1 : 그림 1에서 DCT 블록 경계에서 양 측의 각 화소값 차이의 절대값  $|Vn-Un|$ 을 구한다.  
 $(n$ 은 1, 2, ..., 8)  
 여기서  $|Vn-Un| < THR1$  일 경우에만 경계면 해당위치에서 필터링을 수행한다.

STEP2 : STEP1에 의해 필터링 하기로 결정된 두 화소에서 화소 바깥 쪽으로 연속된 화소 값의

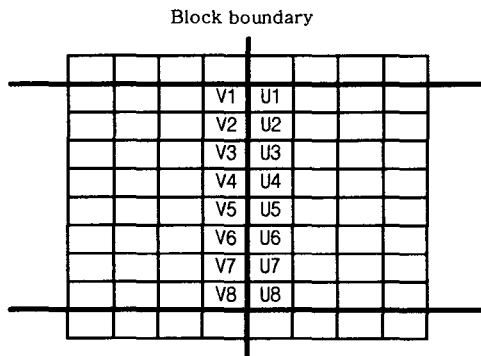


그림 1. DCT 블록 경계의 화소

filtering을 위해서는 연속된 화소값에 에지의 유무를 살펴야 한다. 블록 경계 두화소가 그림 2에서처럼 A4, A5로 결정 되었다면 좌측으로의 A3, A2를 filtering을 하기 위해서 우선 A3와 A4의 차이를 비교하여 일정 문턱치(THR2)보다 작은 경우 즉,  $|A3-A4| < THR2$  일 경우에 A3에 filtering을 취한다. 이후 A2화소값에 대해서도  $|A2-A3| < THR2$  일 경우 A2화소값도 filtering을 취한다. 우측에 있는 A6과 A7에 대해서도 좌측의 같은 방법으로 문턱치(THR2)와의 비교후 filtering 유무를 판단한다.

STEP3 : 위 STEP1, STEP2에 의해 필터처리 범위에 포함된 화소 값들에 대해 그림 2로부터 (A4-A5)를 설정한다. 홀수번째 화소에 대하여 (A4-A5)/5의 1배 또는 2배의 값을 좌측에선 빼주고 우측에선 더해줌으로써 블록차를 완만히 연결시킨다. 짝수번째 화소는 (A4-A5)/7의 1, 2, 3배 값을 좌측의 3화소에서 뺄셈을 행하고 우측의 3화소에서 덧셈을 행하여 좌우를 완만히 연결시킨다. 이를 그림 3에 도시하였다.

Picture내 하나 하나의 DCT 블록에 대하여 같은 원리로 우측의 블록경계에 필터처리를 하고 이어서 아래의 블록경계에 같은 원리의 후처리 필터를 한다. 그림으로써 모든 picture 경계를 제외한 모든 블록경계부분에 가로방향 세로방향으로 한번씩의 후처리 필터를 취한다.

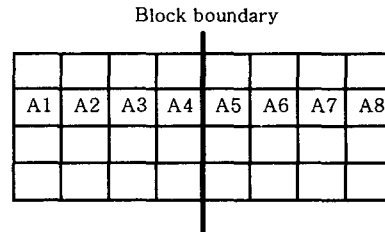


그림 2. DCT 블록주위 픽셀들

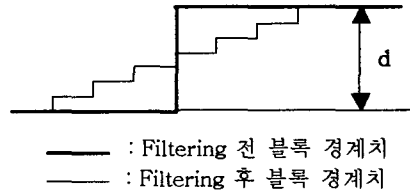


그림 3. filtering 전과 후의 화소값

### 3. 색차 성분 처리

컬러 부분의 블록화 현상제거를 위하여 Cb와 Cr 두 색 성분에 대하여 필터처리를 해야 한다. 컬러에 의한 블록화 현상은 16\*16 블록 단위로 발생하게 된다. 또한 큰 양자화 간격을 사용한 양자화 처리는 영상에서 컬러 번짐이라는 색 번짐 현상을 초래하는데 이것은 블록 내부의 일정한 색이 블록 전체에 퍼지는 현상이다. 이를 개선하기 위해 블록간 차이값의 크기에 따라 각기 다른 필터를 제안하였다.

- 1)  $|A4-A5| > THR1$
- 2)  $THR1 > |A4-A5| > THR2$
- 3)  $THR2 > |A4-A5| > THR3$
- 4)  $THR3 > |A4-A5|$

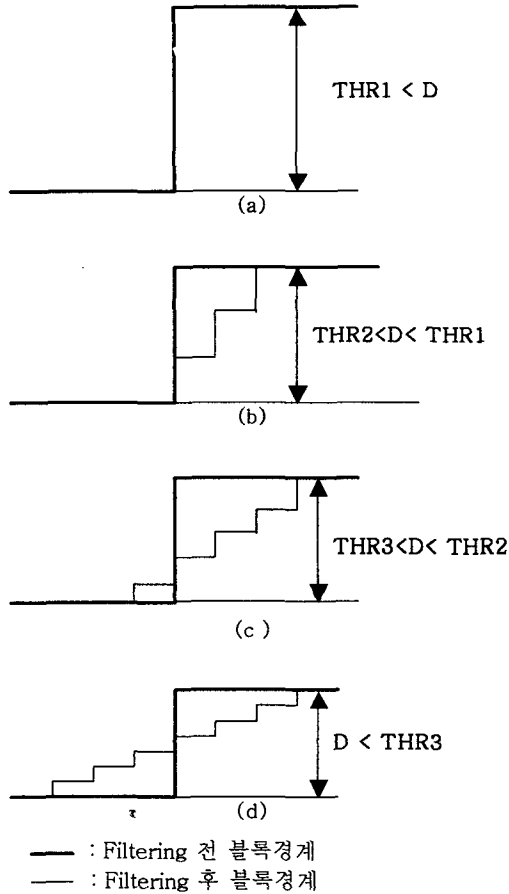


그림4. 색신호 경계에서의 filtering 전후  
 (a) 1)의 조건에 해당 (b) 2)의 조건에 해당  
 (c) 3)의 조건에 해당 (d) 4)의 조건에 해당  
 ( $D = |A4-A5|$ )

블록 경계부분에서 차이가 큰 경우 artifact 를 줄이기 위한 무리한 저대역 통과 필터는 작은 화소값을 상당부분 증가시켜 큰 화소값을 갖는 블록의 색깔이 작은 화소값을 갖는 블록쪽으로 번지는 가시적 효과를 가져온다. 따라서 양쪽 모두에 filtering 을 하지 않고 큰 값을 갖는 블록에만 filtering을 함으로써 블록 내에서 이미 발생한 색번짐 현상을 어느정도 줄이면서 블록차를 줄이도록 하였다. 반면 블록차가 작은 경우엔 filtering 에 의한 컬러번짐 현상이 적으므로 양쪽 모두를 filtering 함으로써 컬러에 의한 artifact 를 줄여주었다. 그림2에서 A4와 A5 화소값의 차이에 따라 좌우 화소 값들 즉 A2, A3, A6, A7에 대해 각기 다른 filtering을 취하였다. 각각의 경우 다음 1), 2), 3), 4)에 설명하였다. D의 범위가 다음 각각의 경우 즉

- 1)에 포함될 경우 필터처리를 하지 않는다.
  - 2)에 포함될 경우엔 어느 정도 두 블록화소값의 차이가 크게 나므로 낮은 블록의 화소값에 보정치를 가하게 되면 색깔의 변화를 가져올 수 있다. 따라서 큰 화소값을 갖는 블록에 대한 filtering 만을 해 줌으로써 블록경계에서 블록차를 줄여준다.
  - 3)에 포함될 경우 큰 화소값을 갖는 블록의 넓은 범위에 걸쳐 더 많은 filtering 을 취한다.
  - 4)에 포함될 경우 큰 쪽과 작은 쪽 모두 넓은 영역에 걸쳐 완만히 연결시키는 필터링을 취한다.
- 그림4에 위의 1), 2), 3), 4)의 경우에 있어서의 filtering 결과를 도시하였다.

### 4. 실험 결과

본 논문의 실험은 저 비트율 영상통신의 부합하도록 양자화 계수 QP를 13으로 하여 H.263 baseline encoding 된 영상을 사용하였다. 화면 크기는 176\*144 화소값인 QCIF format으로 encoding 하였으며, Y, Cb, Cr 영역에 대하여 각기 독립된 후처리 필터를 취하였다. 밝기 영역에서의 THR1은 30을 THR2는 20을 사용하였으며 색차성분에서의 THR1=60, THR2=40, THR3=15로 설정하였다.

다음 그림5는 H.263 baseline에 의한 영상과 이 영상에 대해 제안한 후처리 필터를 수행한 후의 영상, 그리고 H.263 Annex J Deblocking filter mode를 적용한 영상을 비교한 것이다. 그림 5의 (a)(b)(c)를 비교함으로써 제안한 후처리 필터를 수행하였을 경우 H.263 baseline의 영상보다 훨씬 나은 화질을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 H.263에서 loop-filter 인 deblocking filter mode의 결과와 비교해서도 떨어지지 않는 영상을 얻을 수 있다. 더구나 컬러부분에서 블록화 현상과 컬러 번짐 현상이 효과적으로 적어짐을 볼 수 있다. 표1은 H.263 baseline, H.263 Annex J Deblocking mode, 제안한 후처리 필터시 PSNR 을 나타낸다.

## 5. 결론

본 논문에서는 에지부분을 손상시키지 않으면서 artifact 감소와 컬러에서의 색변질 감소 효과를 낼 수 있도록 여러가지 문턱치를 두어 각기 다른 후처리 필터를 제안하였다. 밝기영역에서 화소값 차이의 비교로 에지부분이나 고주파 영역의 filtering 을 방지함으로써 oversmoothing 현상이 상당히 억제 되었고 후처리 필터의 화소별 filter 범위의 변화로 geometric pattern에 의한 가시적인 artifact도 거의 제거할 수 있었다. 또한 컬러부분에 의한 블록화 현상도 줄일 수 있었고 저 비트 영상통신에서 발생하는 컬러 번짐 현상도 줄여 객관적 화질에서도 거의 떨어지지 않으면서 주관적 화질 평가에서 더 나은 영상을 제공할 수 있었다.

## 6. 참고문헌

- [1] B. Jeon and J. Jeong, "Blocking artifacts Reduction in Image Coding with Block Boundary Discontinuity Criterion," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol.8, No.3, pp.345-357, June 1998.
- [2] 홍민철, 연창모, 박영만, "실시간 처리를 위한 압축 동 영상의 블록화 및 링 현상 제거 기법," 신호처리 학회논문지, vol.12, pp.73-76, oct. 1999.
- [3] Draft Text of Recommendation H.263 Version 2("H.263+") for Decision, "Video coding for low bit rate communication," ITU-T, Jan. 1998.
- [4] E. Barzykina and R. Ward, "Removal of Blocking Artifacts using Random Pattern Filtering," Proc. Of the IEEE, ICIP '99, pp.55-60, 1999.



(a)



(b)



(c)

그림 5 제안한 후처리 화질비교(foreman)  
(a) H.263 baseline (b) H.263 Annex J Deblocking Mode적용 (c) 제안방법.

표1. PSNR 비교 (단위 : dB)

	H.263 baseline	With H.263 Annex J	제안한 filter
foreman	25.91	26.05	25.98
news	30.17	30.29	30.15
silent	31.87	32.10	31.79
container	32.18	32.15	32.14